

14877

*В. В. Добинин*

ОТДѢЛЪ ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УЛУЧШЕНІЙ.

# ОСУШЕНИЕ БОЛОТЪ

## ОТКРЫТЫМИ КАНАВАМИ.

Теоретическое и практическое руководство.

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ.

СОСТАВИЛИ:

А. Д. ДУБАХЪ.

Инженеръ-агрономъ, инженеръ-гидротехникъ при Минскомъ Управленіи Землед. и Государств. Имуществъ.



Р. П. СПАРРО.

Начальникъ работъ и изысканій въ Среднемъ и Нижнемъ Поволжѣ.

14877.



Типо-лит. Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К<sup>о</sup>, Пименовск. ул., соб. д.  
МОСКВА—1918.

БИБЛИОТЕКА  
Академии Наук БССР



# ОГЛАВЛЕНИЕ.

|                                          | <i>Стран.</i> |
|------------------------------------------|---------------|
| Предисловіе ко второму изданію . . . . . | I—II          |
| Предисловіе къ первому изданію . . . . . | III—IV        |

## ГЛАВА ПЕРВАЯ.

|                                                |   |
|------------------------------------------------|---|
| Свѣдѣнія изъ исторіи осушенія болотъ . . . . . | 1 |
| Первыя начинанія . . . . .                     | — |
| Комиссія графа Валуева . . . . .               | 2 |
| Экспедиціи по осушенію болотъ . . . . .        | 3 |
| Отдѣлъ Земельныхъ Улучшеній . . . . .          | 4 |
| Развитіе работъ . . . . .                      | 6 |
| Меліоративный кредитъ . . . . .                | 7 |
| Дѣятельность земства . . . . .                 | 8 |
| Частная инициатива . . . . .                   | — |

## ГЛАВА ВТОРАЯ.

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Болота, ихъ образованіе и ростъ . . . . .             | 10 |
| Процессъ образованія болотъ на водоемахъ . . . . .    | 11 |
| Образованіе и развитіе болотъ на суходолахъ . . . . . | 22 |
| Классификація болотъ . . . . .                        | 24 |
| Кочки . . . . .                                       | 26 |
| Строеніе торфяныхъ болотъ . . . . .                   | 27 |
| Ростъ болотъ . . . . .                                | 29 |
| Химическій составъ торфа . . . . .                    | 31 |
| Вредъ и польза болотъ . . . . .                       | 33 |

## ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Цѣли и типы осушенія . . . . . | 37 |
|--------------------------------|----|

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Изысканія . . . . .                 | 44 |
| Общія изысканія . . . . .           | 45 |
| Спеціальныя изысканія . . . . .     | 47 |
| Осмотръ мѣста . . . . .             | 49 |
| Съемка и пикетажъ . . . . .         | 51 |
| Опредѣленіе глубины торфа . . . . . | 55 |



|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| Нивелирование . . . . .                     | 59 |
| Измерение рѣчекъ и старыхъ канавъ . . . . . | 66 |
| Изслѣдованіе водопріемника . . . . .        | 67 |
| Собирание свѣдѣній . . . . .                | 70 |
| Репера . . . . .                            | 71 |
| Рабочій планъ . . . . .                     | 73 |
| Трассировка канавъ . . . . .                | 75 |

## ГЛАВА ПЯТАЯ.

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Движеніе воды на болотѣ . . . . .                                         | 78 |
| Свойства почвы . . . . .                                                  | 84 |
| Водопроницаемость . . . . .                                               | —  |
| Капиллярность . . . . .                                                   | 90 |
| Способность почвъ отдавать поглощенную воду корнямъ<br>растений . . . . . | 92 |
| Осадка торфа . . . . .                                                    | 93 |

## ГЛАВА ШЕСТАЯ.

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| Разстояніе между канавами . . . . .                | 102 |
| Вліяніе климата . . . . .                          | —   |
| „ цѣли осушенія . . . . .                          | 103 |
| „ свойствъ почвы . . . . .                         | 109 |
| „ протока со стороны . . . . .                     | 110 |
| „ глубины канавъ . . . . .                         | 112 |
| „ уклона и характера поверхности площади . . . . . | 113 |

## ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Положеніе осушительныхъ канавъ . . . . . | 115 |
| Магистральные каналы . . . . .           | —   |
| Боковые каналы . . . . .                 | 120 |

## ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Скорость воды въ канавахъ . . . . . | 134 |
| Наибольшая скорость . . . . .       | 141 |
| Наименьшая скорость . . . . .       | 143 |

## ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Уклонъ дна канавъ . . . . . | 145 |
|-----------------------------|-----|

## ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Откосы канавъ . . . . . | 148 |
|-------------------------|-----|

## ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ.

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| Глубина канавъ . . . . .         | 155 |
| Условія агрономическія . . . . . | —   |
| „ техническія . . . . .          | 157 |
| „ гидравлическія . . . . .       | 160 |



## ГЛАВА ДВѢНАДЦАТАЯ

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Ширина канавъ по дну . . . . . | 164 |
|--------------------------------|-----|

## ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| Спеціальные способы осушенія болотъ . . . . . | 179 |
| Обвалованіе . . . . .                         | 180 |
| Кольматажъ . . . . .                          | 185 |
| Грядованіе . . . . .                          | 186 |
| Вертикальный дренажъ . . . . .                | 186 |
| Осушеніе культурою растений . . . . .         | 187 |

## ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| Орошеніе болотъ въ связи съ осушеніемъ . . . . . | 190 |
|--------------------------------------------------|-----|

## ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| Составленіе проекта . . . . .                        | 195 |
| Продольные профили осушительныхъ канавъ . . . . .    | 196 |
| Вычисленіе объема выемки . . . . .                   | 199 |
| Составленіе смѣты . . . . .                          | 206 |
| Предварительная смѣта на устройство канала . . . . . | 212 |
| Пояснительная записка . . . . .                      | 214 |

## ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| Прорытіе осушительныхъ канавъ . . . . .       | 221 |
| Ручной и машинный способъ . . . . .           | —   |
| Прорытіе канавъ ручнымъ способомъ . . . . .   | 222 |
| Прорытіе канавъ машиннымъ способомъ . . . . . | 231 |
| Примѣры работъ землечерпалки . . . . .        | 236 |

## ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ.

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| Ремонтъ осушительныхъ канавъ . . . . . | 239 |
| Причина порчи канавъ . . . . .         | 240 |

## ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ.

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Сооруженія на каналахъ . . . . .                                             | 251 |
| Мосты . . . . .                                                              | —   |
| Смѣта на постройку моста съ пролетомъ длиною въ 3, шириною въ 2 саж. . . . . | 257 |
| Смѣта на постройку моста съ пролетомъ длиною въ 2, шириною въ 2 саж. . . . . | 269 |
| Шлюзы . . . . .                                                              | 278 |
| Смѣта на постройку водоспуска съ отверстіемъ въ 3 саж. . . . .               | 287 |
| Устройство дорогъ на болотѣхъ . . . . .                                      | 296 |

## ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ.

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Гидрометрія . . . . .                | 302 |
| Опредѣленіе живого сѣченія . . . . . | —   |



|                                                                | <i>Стран.</i> |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
| Опредѣленіе скорости теченія . . . . .                         | 305           |
| Опредѣленіе скорости поплавокъ . . . . .                       | 306           |
| Гидравлическія трубки . . . . .                                | 307           |
| Трубка Пито . . . . .                                          | 308           |
| „ Дарси . . . . .                                              | 309           |
| „ Франка . . . . .                                             | —             |
| Вертушки . . . . .                                             | 314           |
| Вертушка Вольмана . . . . .                                    | —             |
| „ Амслера . . . . .                                            | 316           |
| Вычисленіе средней скорости и расхода воды въ потокъ . . . . . | 322           |
| Опредѣленіе расхода воды въ р. Сѣв. Случь . . . . .            | 328           |
| Опредѣленіе расхода воды черезъ водосливъ . . . . .            | 332           |
| Водяной дюймъ . . . . .                                        | 334           |
| Подпоръ . . . . .                                              | 335           |
| Таблица Рюльмана . . . . .                                     | 337           |
| „ Толкмита . . . . .                                           | 338           |

#### ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ.

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Результаты осушительныхъ работъ и нѣкоторыхъ наблюде-<br>ній на работахъ . . . . .           | 341 |
| Экономическіе результаты осушительныхъ работъ въ Мин-<br>ской губерніи . . . . .             | —   |
| Результаты осушительныхъ работъ въ Раменской казенной<br>дачѣ, Московской губерніи . . . . . | 357 |
| Заболачиваніе площадей нарастаніемъ мха сфагнума . . . . .                                   | 367 |

#### ПРИЛОЖЕНІЕ.

Графикъ Гангюлье и Куттера.



## Предисловіе ко второму изданію.

---

Значительный интересъ къ дѣлу меліораціи въ послѣдніе годы имѣеть слѣдствіемъ теоретическую разработку за это время нѣкоторыхъ вопросовъ въ данной области и установленіе нѣкоторыхъ новыхъ взглядовъ въ технику осушенія болотъ.

Поэтому настоящее изданіе является, сравнительно съ первымъ, значительно измѣненнымъ и дополненнымъ. Въ него включены свѣдѣнія изъ исторіи осушенія болотъ въ Россіи, прибавлены главы: предварительныя свѣдѣнія къ проектированію канавъ, спеціальныя способы осушенія болотъ, орошеніе въ связи съ осушеніемъ, прорытіе канавъ, ремонтъ канавъ.

Переработаны главы: объ образованіи болотъ, о ширинѣ канавъ по дну (нормахъ стока), постройкѣ мостовъ и водоспусковъ, укрѣпленію откосовъ и дна канавъ и др.

Увеличено число фотографій и рисунковъ; нѣкоторые изъ прежнихъ рисунковъ измѣнены.

Вмѣстѣ съ этимъ представилось болѣе удобнымъ раздѣлить книгу на двѣ отдѣльныя части, съ выдѣленіемъ во вторую часть матеріала справочнаго и таблицъ.

Такъ какъ, однако, изученіе ряда важныхъ вопросовъ въ дѣлѣ осушенія болотъ начато лишь въ самое послѣднее время, то возможно, что въ настоящемъ изданіи книги освѣщеніе этихъ вопросовъ изложено неисчерпывающимъ образомъ.

Передъ составленіемъ изданія авторами была разослана лицамъ, соприкасающимся съ дѣломъ осушенія болотъ, просьба о сообщеніи замѣчаній о неправильностяхъ и желательныхъ дополненіяхъ въ первомъ изданіи. Сравнительно незначительное число полученныхъ отвѣтовъ не дало возможности ввести въ книгу нѣкоторые желательныя статистическія свѣдѣнія.

Всѣ сдѣланныя замѣчанія и появившіеся въ печати отзывы о книгѣ приняты во вниманіе. При этомъ составители считаютъ необходимымъ отгнать, что настоящая книга подробно трактуетъ



вопросъ лишь объ осушеніи болотъ открытыми канавами и потому нѣкоторыя возраженія критики отпадаютъ сами собою, съ нѣкоторыми же возраженіями составители настоящей книги, руководствуясь личными наблюденіями и работами, не могли согласиться.

Главную работу по составленію второго изданія книги, ея дополненію и частичному измѣненію исполнилъ А. Д. Дубахъ. На Р. П. Спарро лежало лишь совмѣстное съ А. Д. Дубахомъ общее редактированіе книги.

Въ заключеніе авторы выражаютъ признательность Старшему Технику Отдѣла Земельныхъ Улучшеній Ф. И. Михаловскому за исполненные имъ для книги новыя фотографическіе снимки и вычисленія нѣкоторыхъ таблицъ.



## Предисловіе къ 1-му изданію.

---

Наша литература по вопросу объ осушеніи земель могла уже справить свой столѣтній юбилей. Первое сочиненіе по этому предмету „Теоретическое и практическое руководство къ осушенію угодій“ Энгельмана было издано въ 1810 году. Послѣ него на книжномъ рынкѣ появились, но въ очень незначительномъ количествѣ, различныя изданія, какъ специально по предмету осушенія земель, такъ и въ связи съ другими вопросами по культуръ-техникѣ.

Но среди этихъ изданій замѣчается отсутствіе такого руководства, которое вполнѣ удовлетворяло бы потребности настоящаго времени и давало бы послѣдовательное и наглядное изложеніе хода работъ по осушенію земель открытыми канавами, начиная съ изученія мѣстностей и производства изысканій и кончая составленіемъ проектовъ и смѣтъ, производствомъ самихъ работъ и ихъ дальнѣйшимъ ремонтомъ.

Среди имѣющихся изданій по осушенію земель значительная часть посвящена дренажу. Въ то же время, однако, стоимость дренажныхъ работъ настолько высока, что, за исключеніемъ западныхъ губерній, дренажъ болотъ въ Россіи еще не примѣнимъ и встрѣчается лишь въ единичныхъ случаяхъ. Трудно предполагать также, что въ ближайшее время дренажныя работы, при настоящей сравнительно очень невысокой стоимости земли, могутъ получить большое распространеніе.

Вообще же работы по осушенію земель, и именно открытыми канавами, въ послѣднее время получили относительно большее развитіе.

При этомъ, однако, громадное большинство осушительныхъ канавъ проводилось владѣльцами земель на незначительныхъ площадяхъ безъ всякой технической помощи со стороны спеціалистовъ и часто при этомъ работы не достигали желаемой цѣли. Техническая помощь при этихъ работахъ всегда полезна, а иногда



и необходима для частныхъ лицъ при работахъ по осушенію значительныхъ заболоченныхъ пространствъ, при которыхъ требуется точное выясненіе уклоновъ поверхности и регулированіе рѣчекъ.

Для лицъ, желающихъ получить для производства работъ ссуду изъ меліоративнаго кредита, помощь специалистовъ почти въ каждомъ случаѣ необходима, такъ какъ при этомъ требуется представленіе разработаннаго проекта предполагаемыхъ работъ.

Слѣдуетъ признать, что въ большинствѣ случаевъ, въ особенности при осушеніи большихъ заболоченныхъ площадей, проведеніе канавъ безъ предварительныхъ изысканій и составленія проекта, въ которомъ всѣ размѣры и направленія канавъ должны быть обоснованы, является затруднительнымъ, а иногда и невозможнымъ.

Задачей настоящаго труда и явилось послѣдовательное изложеніе приѣмовъ и основаній къ составленію проектовъ осушенія болотъ открытыми канавами.

Пользованіе настоящимъ трудомъ требуетъ предварительнаго знакомства лишь съ элементами геодезій и съ курсомъ алгебры и геометріи въ предѣлахъ программы средней школы.

Надѣясь, что предлагаемый трудъ послужитъ на пользу всѣмъ лицамъ, заинтересованнымъ въ дѣлѣ осушенія земель, авторы его будутъ глубоко благодарны всѣмъ, кто укажетъ на пробѣлы, желательныя дополненія и возможные погрѣшности въ этомъ изданіи.

Въ заключеніи авторы считаютъ своимъ долгомъ выразить свою признательность Члену Совѣта Московскаго Лѣснаго Общества Ф. М. Мануйлову, оказавшему большое содѣйствіе при печатаніи настоящаго труда и исполнившему значительное большинство чертежей.



## ГЛАВА ПЕРВАЯ.

### Свѣдѣнія изъ исторіи осушенія болотъ.

**Первыя начинанія** улучшенія земель, страдающихъ отъ недостатка или избытка влаги, относятся въ Имперіи къ началу XIX столѣтія. Первоначально было обращено вниманіе только на болота и то, преимущественно, съ санитарной точки зрѣнія. Въ 1802 году правительство приступило къ осушенію земель въ нѣкоторыхъ сѣверныхъ губерніяхъ, главнымъ образомъ, въ окрестностяхъ Петрограда и въ мѣстахъ, устраивавшихся тогда военныхъ поселеній, но работы эти не выходили за предѣлы небольшихъ опытовъ.

Въ промежутокъ 1818—1845 гг. въ окрестностяхъ Петрограда было осушено болотъ до 1.500 дес. Работы производились специально выписанными для этой цѣли англичанами. На работы отпускалось ежегодно изъ государственнаго казначейства 28.570 р. серебромъ. Завѣдываніе осушительными работами находилось въ особомъ канцеляріи по осушенію окрестностей Петрограда. Въ 1845 году эта канцелярія была упразднена, и ея функціи перешли къ директору бывшаго департамента сельскаго хозяйства.

Въ концѣ 50-хъ и въ 60-хъ годахъ осушеніе болотъ, въ видахъ исключительно сельско-хозяйственныхъ, производилось въ нѣкоторыхъ другихъ губерніяхъ: въ Псковской, Витебской, Смоленской. Осушеніе земель въ Псковской губерніи было предпринято Министерствомъ Государственныхъ Имуществъ въ 1846 г. и затѣмъ въ теченіе четырехъ лѣтъ осушено здѣсь до 1.550 дес. болотъ, превращенныхъ въ луга и поступившихъ затѣмъ въ надѣлъ государственныхъ крестьянъ. Въ теченіе 1855—1858 гг. правительствомъ осушено около 1½ тыс. десятинъ болотъ въ Смоленской губ.

1) Содержаніе настоящей главы извлечено изъ выпусковъ: „Отдѣлъ Земельныхъ Улучшеній въ 1909—1913 году“, — „Очеркъ работъ Западной Экспедиціи по осушенію болотъ І. И. Жилинскій, 1897“, — Ежегодники Отдѣла Земельныхъ Улучшеній съ 1909 года, — Справка Отдѣла Сельской Экономіи и Сельскохозяйственной Статистики: „Объ измѣніи правилъ выдачи ссудъ на сельскохозяйственные улучшенія“



Въ началѣ же прошлаго столѣтія, въ 1810 году, была издана по повелѣнію Императора Александра 1 первая книга по меліораціи земель, а именно «Теоретическое руководство по осушенію земель или указаніе причинъ, рождающихъ въ почвѣ чрезмѣрную мокроту и т. д.» коллежскаго совѣтника г. Энгельмана.

Въ 1837 году было учреждено Министерство Государственныхъ Имуществъ, въ вѣдѣніе котораго перешли осушительныя работы вмѣстѣ съ указанной канцеляріей. Но и здѣсь, вплоть до 1870 года, какой-либо организаціи по меліоративнымъ работамъ не было. Можно лишь указать, что за это время было издано нѣсколько руководствъ по осушенію земель; именно, по порученію Ученаго Комитета Министерства Государственныхъ Имуществъ издано «Наставленіе по осушенію и воздѣлыванію болотъ» въ 1855 году; еще ранѣе, Императорскимъ Вольнымъ Экономическимъ Обществомъ, въ 1837 году, было издано составленное Стойковичемъ «Спеціальное изслѣдованіе способовъ обезводненія мокрой болотистой почвы и осушенія топей». Первое руководство по устройству колодцевъ было издано въ 1833 году, а именно: «Руководство по устройству артезіанскихъ или водометныхъ колодцевъ для добыванія прѣсной воды, для осушенія погребовъ, болотъ, затопленныхъ лѣсовъ и т. п.

**Комиссія графа Валуева.** Болѣе широкое развитіе улучшеніе земель получило въ восьмидесятихъ годахъ прошлаго вѣка, послѣ того, какъ Высочайше учрежденная въ 1872 году, подъ предсѣдательствомъ статсъ-секретаря графа Валуева, комиссія для изслѣдованія положенія сельскаго хозяйства въ Россіи пришла къ заключенію о необходимости у насъ меліоративныхъ работъ.

Среди своихъ трудовъ комиссія эта особо отмѣтила то обстоятельство, что въ нашихъ сѣверныхъ губерніяхъ земледѣліе находится въ большой зависимости отъ состоянія скотоводства, которое однако не получаетъ должнаго развитія въ виду того, что здѣсь ощущается недостатокъ въ кормовыхъ травахъ, въ то время какъ площадь земель находится подъ разрастающимися болотами, которыя при надлежащей осушкѣ могли дать большія площади сѣнокосовъ.

При этомъ комиссія между прочимъ отмѣтила также, что «осушка болотъ составляетъ мѣру необходимую въ губерніяхъ: Петроградской, Псковской, Новгородской, Ярославской, Тверской, Минской и Волынской, гдѣ стоячія воды, занимая огромныя про-



странства, вредно дѣйствуютъ на климатъ, портятъ лѣса, затрудняютъ земледѣліе и препятствуютъ развитію скотоводства, необходимаго подспорья сельскаго хозяйства въ этихъ мѣстахъ. Частная инициатива, при громадномъ протяженіи болотъ, не можетъ быть достаточной. Необходимы узаконенія, регулирующія право отвода и спуска водъ черезъ чужія земли; необходимо, въ видѣ поощренія, временное освобожденіе осушаемыхъ пространствъ отъ платежа повинностей, и, кромѣ того, желательно содѣйствіе правительства, какъ въ видѣ примѣра, на казенныхъ земляхъ, такъ и въ видѣ воспособленія къ образованію частныхъ товариществъ съ цѣлью осушенія большихъ болотныхъ пространствъ».

Далѣе, уже въ то время, т.-е. въ 1872 году, Комиссія указала на желательность нѣкоторыхъ мѣръ, часть которыхъ получила осуществленіе лишь въ самое послѣднее время, часть же находится еще въ разработкѣ; именно, Комиссія признала необходимымъ:

- 1) „Составить и ввести въ дѣйствіе законодательнымъ порядкомъ опредѣленные правила о спускѣ воды черезъ чужія земли, о правѣ провода ирригаціонныхъ водъ, о правѣ пользованія водами въ дачахъ смежныхъ владѣльцевъ и о составленіи частныхъ товариществъ, обществъ или компаній для такихъ предпріятій по осушенію или обводненію земель, которыя не соотвѣтствовали бы средствамъ частныхъ предпринимателей.

- 2) Оказывать правительственное покровительство, поощреніе и, по мѣрѣ возможности, даже воспособленіе такимъ предпріятіямъ.

- 3) Подавать въ большихъ, чѣмъ доселѣ, размѣрахъ примѣръ такихъ предпріятій на казенныхъ земляхъ и содѣйствовать распространенію нужныхъ по этой части техническихъ знаній».

(Стр. 43, докладъ комиссіи).

**Экспедиціи по осушенію болотъ.** Согласно заключеніи комиссіи гр. Валуева, Министерство Государственныхъ Имуществъ съ Высочайшаго соизволенія въ 1873 году учредило Западную и затѣмъ Сѣверную экспедиціи по осушенію земель. Районъ дѣйствія Западной экспедиціи по осушенію болотъ былъ вначалѣ—Полѣсье, т.-е. губерніи Минская, Волынская, частью Гродненская, а затѣмъ, въ 1876 году, на эту же экспедицію были возложены работы въ губерніяхъ: Московской, Тверской, Рязанской и Владимірской. Сѣверная экспедиція производила свои работы въ губерніяхъ: Петро-



градской, Новгородской, Псковской, Эстляндской, Курляндской и Лифляндской.

Западная экспедиція по осушенію болотъ, подъ начальствомъ І. И. Жилинскаго, и Сѣверная экспедиція по осушенію болотъ, подъ начальствомъ Августиновича, находились въ вѣдѣніи Лѣсного Департамента.

Работы Западной экспедиціи по осушенію болотъ за все время ея дѣятельности, съ 1874 по 1897 годы включительно, выразились въ прорытіи 4367 верстъ новыхъ осушительныхъ и сплавныхъ каналовъ и въ расчисткѣ 127 верстъ рѣчекъ съ затратою на эти работы 3.083.746 рублей; кромѣ того, затрачено было 93.137 руб. на постройку мостовъ и водоспусковъ и 163.351 руб. на культуру болотъ.

Ходъ работъ Западной экспедиціи видѣнъ изъ нижеслѣдующей таблицы произведенныхъ за отдѣльные періоды расходовъ на канализацію.

|                     |                    | Въ среднемъ<br>въ годъ. |
|---------------------|--------------------|-------------------------|
| 1874—1880 гг. . . . | 673.517 р. 60 к.   | 96.217 руб.             |
| 1881—1890 „ . . .   | 1.363.252 „ — „    | 136.325 „               |
| 1891—1897 „ . . .   | 1.046.972 „ 50 „   | 149.568 „               |
|                     | 3.083.746 р. 10 к. |                         |

Работы экспедиціи сосредоточились преимущественно въ районѣ Полѣсья — въ Минской, Гродненской и Волынской губерніи, но затѣмъ были распространены и на центральный районъ; отдѣльныя работы произведены были въ Тверской, Московской, Владимирской, Рязанской и др. центральныхъ губерніяхъ.

Дѣятельность экспедицій, помимо осушенія довольно обширныхъ площадей казенныхъ и частныхъ заболоченныхъ земель и лѣсовъ и устройства ряда обводнительныхъ и оросительныхъ сооружений, имѣла важное показательное значеніе и вызвала живой интересъ къ меліоративнымъ работамъ среди сельскихъ хозяевъ.

**Отдѣлъ Земельныхъ Улучшеній.** Предпринятое въ 1894 году преобразование Министерства Государственныхъ Имуществъ въ Министерство Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ поставило на очередь вопросъ о соотвѣтствующей организаціи земельно-меліоративнаго дѣла, объединяемой въ особомъ центральномъ учрежденіи преобразованнаго Министерства. Въ этихъ видахъ,



согласно Высочайше утвержденному 21-го марта 1894 года мнѣнію Государственнаго Совѣта, въ составѣ новаго Министерства образованъ особый самостоятельный Отдѣлъ Земельныхъ Улучшеній, въ которомъ и были сосредоточены работы по осушенію и орошенію, производившіяся ранѣе Департаментами Лѣснымъ и Земледѣлія и Сельской промышленности, а равно и завѣдываніе экспедиціями. Вновь учрежденный Отдѣлъ, на которомъ, согласно приведенному закону, лежало завѣдываніе дѣлами: 1) по орошенію и обводненію земель, 2) по осушенію и торфодобыванію, 3) по относящимся къ симъ предметамъ законодательнымъ вопросамъ и 4) по геодезической и чертежной частямъ, — имѣлъ однако скромные размѣры и былъ крайне слабо обставленъ въ техническомъ отношеніи. Штатъ Отдѣла былъ установленъ въ составѣ всего 22 лицъ (въ томъ числѣ 8 топографовъ), на содержаніе коихъ отпускалось 45.150 руб.

Надежды на широкое развитіе, съ учрежденіемъ особаго Отдѣла Земельныхъ Улучшеній, меліоративныхъ работъ не оправдались. Средства, отпускавшіяся на меліоративныя работы, были ничтожны и Отдѣлъ могъ удовлетворять лишь самыя неотложныя нужды и продолжать, временно въ сокращенныхъ размѣрахъ, лишь тѣ работы, которыя ранѣе велись экспедиціями. Съ упраздненіемъ, согласно закону 3 іюня 1902 года, экспедицій и распределеніемъ гидротехническаго персонала (36 инженеровъ и техникувъ) на всю Европейскую Россію по нѣкоторымъ Управленіямъ Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, условія дѣятельности Отдѣла еще болѣе ухудшились, такъ какъ вмѣсто немногихъ, но достаточно крупныхъ организацій, приспособленныхъ къ производству довольно значительныхъ работъ, въ распоряженіи Отдѣла оказалось 36 инженеровъ и техникувъ, разсѣянныхъ на огромномъ пространствѣ Европейской Россіи.

Однимъ изъ самыхъ неблагопріятныхъ обстоятельствъ, съ которымъ приходилось считаться, было отсутствіе, въ виду новизны у насъ меліоративнаго дѣла, сознанія значенія меліоративныхъ работъ и твердаго убѣжденія въ необходимости широкой ихъ постановки. Несмотря на учрежденіе особаго Отдѣла Земельныхъ Улучшеній, явившееся, казалось бы, слѣдствіемъ признанія законодательною властью государственнаго значенія этой отрасли правительственной дѣятельности, возраженія противъ развитія меліоративнаго дѣла продолжались до самаго



недавняго времени. Невзирая на благопріятные результаты предпринимавшихся работъ, на постоянно возрастающія требованія со стороны сельскаго населенія о помощи въ борьбѣ съ болотами, безводіемъ, оврагами и т. п., и на ходатайства земствъ о содѣйствіи въ этомъ отношеніи, въ центральныхъ вѣдомствахъ неоднократно высказывалась мысль о преждевременности большинства изъ этихъ работъ и возникали сомнѣнія въ ихъ значеніи; предлагалось даже совершенно прекратить всѣ мѣры для улучшенія воднаго состоянія центра и юга Европейской Россіи и перенести обводнительную и оросительную дѣятельность всецѣло на окраины. Польза и цѣлесообразность наиболѣе простыхъ меліоративныхъ работъ, именно осушительныхъ, подвергалась не разъ сомнѣніямъ, причемъ работамъ этимъ, между прочимъ, приписывалось вредное вліяніе на климатъ страны, водоносность нашихъ судоходныхъ рѣкъ и, даже, на образованіе сыпучихъ песковъ. Между вѣдомственными комиссіи, осматривавшія, въ виду этихъ сомнѣній, въ 1897—98 годахъ осушительныя работы на мѣстахъ, признали таковыя, однако, вполне полезными и цѣлесообразными. Тѣмъ не менѣе, средства на эти работы были уменьшены и даже стали высказываться соображенія о необходимости упраздненія самаго Отдѣла Земельныхъ Улучшеній.

**Развитіе работъ.** Лишь въ 1909 году стали обнаруживаться признаки наступленія въ жизни Отдѣла болѣе благопріятныхъ обстоятельствъ. Ассигнованія по смѣтѣ Отдѣла получили значительное приращеніе и годъ этотъ слѣдуетъ считать поворотнымъ, съ котораго учрежденіе это вступило на болѣе широкое поле дѣятельности. Обнаружившееся повсюду послѣ 1905 года стремленіе къ экономическому подъему и увеличенію производительности сельскаго хозяйства съ очевидностью показало, что прежніе размѣры государственной дѣятельности въ области земельныхъ улучшеній совершенно недостаточны. Всеобщій интересъ, проявленный правительствомъ, земствами и частными лицами къ земельнымъ улучшеніямъ, какъ къ могучему средству къ расширенію и улучшенію производительнаго земельного фонда и къ первой основѣ всѣхъ дальнѣйшихъ сельскохозяйственныхъ и землеустроительныхъ мѣропріятій, устранилъ имѣвшіяся ранѣе сомнѣнія въ цѣлесообразности затратъ на производство меліоративныхъ работъ и поставилъ на очередь вопросъ о самомъ широкомъ развитіи правительственной дѣятельности въ этомъ отношеніи.



Неотложность созданія прочной основы для землеустроительныхъ мѣръ и для русской колонизаціи на азіатскихъ окраинахъ, для спасенія гибнущихъ отъ заболачиванія казенныхъ лѣсныхъ дачъ, поднятія доходности оброчныхъ статей, содѣйствія земствамъ и частнымъ лицамъ въ ихъ начинаніяхъ по улучшенію земель и скорѣйшаго развитія отечественнаго хлопководства привели къ заключенію о необходимости широкаго развитія дѣятельности въ области земельныхъ улучшеній.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, выяснилась неотложная надобность въ работѣ законовъ, обеспечивающихъ успѣшное развитіе земельно-мелиоративнаго дѣла; этой законодательной работѣ у насъ едва только положено начало. Необходимость развитія правительственныхъ мѣропріятій по мелиорациі земель неоднократно отмѣчалась и законодательными учрежденіями. Въ результатѣ всѣхъ этихъ обстоятельствъ средства, ассигнуемая по смѣтамъ Отдѣла, замѣтно увеличились и дѣятельность его получила расширеніе, охвативъ рядъ новыхъ районовъ и отраслей, въ которыхъ ранѣе она не проявлялась вовсе.

Это расширеніе дѣятельности выразилось въ слѣдующемъ ростѣ отпускавшихся по смѣтѣ Отдѣла Земельныхъ Улучшеній на всякаго рода гидротехническія мелиорациі кредитовъ:

|                                   |            |      |
|-----------------------------------|------------|------|
| На 1909 г. было ассигновано . . . | 1.334.329  | руб. |
| „ 1910 „ „ „ . . .                | 2.362.167  | „    |
| „ 1911 „ „ „ . . .                | 2.875.463  | „    |
| „ 1912 „ „ „ . . .                | 6.596.036  | „    |
| „ 1913 „ „ „ . . .                | 9.968.202  | „    |
| „ 1914 „ „ „ . . .                | 13.503.505 | „    |

За предыдущіе 15 лѣтъ смѣта Отдѣла Земельныхъ Улучшеній достигала въ среднемъ лишь около 850 тыс. рублей <sup>1)</sup>.

Кромѣ того, за эти годы производились ассигнованія на осушительныя мелиорациі Лѣснымъ Департаментомъ, Департаментомъ Государственныхъ Земельныхъ Имуществъ, Переселенческимъ Управленіемъ и Департаментомъ Земледѣлія.

**Мелиоративный кредитъ.** Роль правительства въ дѣлѣ осушительныхъ мелиораций, кромѣ непосредственнаго производства работъ и изысканій, выразилась еще въ выдачѣ ссудъ на земельныя улучшенія, т.-е. въ созданіи мелиоративнаго кредита.

<sup>1)</sup> „Смѣта доходовъ и расходовъ Отд. Зем. Улучш. на 1914 г.“, стр. 27.



Въ частности, на осушительныя работы Отдѣломъ Сельской Экономіи и Сельскохозяйственной Статистики выдаются ссуды изъ 4%, срокомъ на 20 лѣтъ, въ размѣрѣ  $\frac{3}{4}$  стоимости работъ <sup>1)</sup>.

Со времени открытія дѣйствія этого кредита, съ 1897 по 1913 годъ (за 17 лѣтъ), разрѣшено было 811 ссудъ на осушеніе, на сумму 3.955.577 рублей, что составляетъ въ среднемъ въ годъ около 233.000 рублей.

**Дѣятельность земствъ.** Наряду съ расширеніемъ правительственной дѣятельности въ области улучшенія земель, усилилось и участіе въ этомъ дѣлѣ мѣстныхъ общественныхъ учреждений, главнымъ образомъ, земствъ.

Роль земскихъ и прочихъ общественныхъ установленій (напр. обществъ сельскаго хозяйства) въ дѣлѣ развитія меліораціи въ Имперіи выражалась въ: 1) возбужденіи ходатайствъ передъ правительствомъ объ усиленіи дѣятельности правительства и объ измѣненіи и изданіи новыхъ законовъ въ области меліораціи, 2) въ ассигнованіи средствъ на участіе въ работахъ правительства, 3) въ ассигнованіи средствъ на приглашеніе своего техническаго персонала и на производства работъ, 4) въ посредничествѣ между правительствомъ и владѣльцами земель по выдачѣ меліоративныхъ ссудъ.

Наиболѣе замѣтную роль въ содѣйствіи осушительной меліораціи имѣютъ земства: Петроградское, ассигнующее съ 1875 года по 5.000 рублей на осушительныя работы, и Черниговское, имѣющее своего гидротехника съ 1892 года и тратившее на осушеніе болотъ съ 1898 года по нѣсколько тысячъ рублей ежегодно (зачислявшихся населенію въ ссуду); періодически проявляли дѣятельность Псковское и Новгородское Земства; за послѣдніе годы замѣтные затраты на осушеніе производили земства Казанское, Тверское и Полтавское.

По прочимъ видамъ меліораціи на первомъ мѣстѣ должны быть поставлены земства: Курское (водоснабженіе), Симбирское, Воронежское, Нижегородское, Новоузенское и Саратовское.

**Частная инициатива.** Значительная часть меліорацій въ Имперіи исполнена силами самихъ землевладѣльцевъ, обходящихся при малыхъ работахъ собственными средствами и персоналомъ или прибѣгавшихъ къ помощи специальныхъ бюро. Такія бюро зе-

<sup>1)</sup> Условія выдачи ссудъ на сельскохозяйственныя улучшенія приведены во второй части книги.



мельныхъ улучшеній получили прочное развитіе лишь въ Прибалтійскомъ краѣ и въ Польшѣ, гдѣ сельскохозяйственная культура достигла большей интенсивности.

Такъ, съ 1897 года Лифляндское Экономическое общество создало „Бюро Земельныхъ Улучшеній“, распространившее свою дѣятельность по составленію проектовъ и по осуществленію меліораціи за предѣлы Прибалтійскаго края.

Въ Варшавѣ, изъ числа нѣсколькихъ бюро, наибольшую дѣятельность развили „Варшавское Меліораціонное Товарищество“ и „Бюро хозяйственныхъ Меліорацій“, производяція работы также далеко за предѣлами Польши.

Въ Петроградѣ существуетъ Бюро земельныхъ улучшеній при Сѣверномъ Сельскохозяйственномъ обществѣ. Наконецъ, въ 1914 году въ Петроградѣ основалось первое „Россійское Меліоративное Акціонерное Общество“, для производства повсемѣстно въ Имперіи преимущественно крупныхъ работъ.

Полагая, что залогомъ успѣха въ земельно-меліоративномъ дѣлѣ является единеніе правительственныхъ и общественныхъ силъ, сельскохозяйственное вѣдомство, въ мѣрѣ возможности, пошло навстрѣчу мѣстной работѣ, какъ путемъ откомандированія въ распоряженіе земствъ техническаго персонала и субсидированія открываемыхъ земствами гидротехническихъ бюро, такъ и путемъ привлеченія представителей земствъ къ осуществленію плановъ работъ, имѣющихъ общепольное значеніе, и отпуска въ распоряженіе земствъ пособій на предварительныя обследованія и производство меліоративныхъ работъ, предпринимаемыхъ по ихъ инициативѣ.



## ГЛАВА ВТОРАЯ.

### Болота, ихъ образованіе и ростъ.

Наиболѣе существенною особенностью болотъ, какъ угодій, является обычная избыточная влажность ихъ; пересыщенность почвы водою задерживаетъ нормальный процессъ разложенія остатковъ растительности, обуславливаетъ отложеніе ихъ въ видѣ сырой органической массы, обращающейся съ теченіемъ времени въ торфъ.

Насыщенная водою и находящаяся на поверхности земли залежь торфа толщиною не менѣе 20 сантим. (около 4 вершковъ) называется торфянымъ болотомъ.

Главными факторами, вызывающими образованіе торфяныхъ болотъ, являются стоячая вода и, сравнительно, низкая температура воздуха и почвы.

Процессы разложенія органическихъ веществъ совершаются подъ водою значительно медленнѣе, чѣмъ въ воздухѣ. Какъ извѣстно, окислительные процессы, при которыхъ совершаются разложенія и распаденія веществъ, обуславливаются присутствіемъ кислорода и потому, чѣмъ меньше кислорода, тѣмъ медленнѣе совершается этотъ процессъ.

Въ опредѣленномъ объемѣ воды свободнаго кислорода содержится въ тридцать разъ менѣе, чѣмъ въ такомъ же объемѣ воздуха, слѣдствіемъ чего и является медленное разложеніе въ водѣ органическихъ веществъ, и, въ особенности, въ стоячей водѣ, гдѣ израсходованный кислородъ очень медленно замѣщается притокомъ свѣжаго. Присутствіе извести въ водѣ ускоряетъ нѣсколько процессъ разложенія; присутствіе же окиси желѣза замедляетъ его, такъ какъ соединеніе окиси желѣза съ кислородомъ происходитъ очень энергично и потому расходъ кислорода на разложеніе органическихъ веществъ уменьшается.

При процессѣ разложенія подъ водою образуются также различныя гуминовыя кислоты, нерастворимыя въ водѣ. Кислоты эти



хорошо сохраняютъ имѣющійся въ органическихъ веществахъ азотъ, входя съ нимъ въ прочныя соединенія.

Въ болотахъ, поэтому, замѣчается большое накопленіе азота и чѣмъ энергичнѣе происходитъ процессъ разложенія, тѣмъ накопленіе азота больше. Такъ какъ присутствіе извести ускоряетъ процессъ разложенія, то, чѣмъ больше въ болотѣ извести, тѣмъ больше обыкновенно въ немъ и азота.

Температура въ значительной степени можетъ ускорять и замедлять процессъ разложенія. При высокой температурѣ разложеніе можетъ совершаться настолько быстро, что накопленіе растительныхъ остатковъ не происходитъ и торфяныхъ болотъ не образуется. Поэтому, наибольшее развитіе получаютъ болота въ полосу съ умѣреннымъ климатомъ.

До нѣкоторой степени болото само вліяетъ на пониженіе температуры, такъ какъ при значительномъ испареніи воды, которое происходитъ съ поверхности болотъ, поглощается значительное количество тепла, какъ изъ самой воды, такъ и изъ почвы и нижнихъ слоевъ воздуха. При этомъ, болѣе холодный воздухъ надъ болотами увеличиваетъ здѣсь количество тѣхъ или иныхъ осадковъ.

Такимъ образомъ, въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ климатическія и почвенныя условія благоприятны для образованія богатой растительности и, въ то же время, излишекъ воды и низкая температура препятствуютъ быстрому сгниванію отмершихъ остатковъ растеній, тамъ эти остатки образуютъ насыщенные водой скопленія, называемыя торфянымъ болотомъ.

Процессъ торфообразованія и накопленія торфа въ высоту, продолжаясь въ теченіе столѣтій, проходитъ рядъ стадій развитія, которыя въ связи съ мѣстными условіями даютъ болоту опредѣленный типъ.

Болота образуются на мѣстахъ какъ бывшихъ водныхъ пространствъ, такъ и бывшихъ суходоловъ—при чемъ въ обоихъ случаяхъ конечная стадія развитія одна—высокое моховое болото.

**Процессъ образованія болотъ на водоемахъ** въ общемъ видѣ происходитъ путемъ постепеннаго заростанія ихъ отъ береговъ водными, болотными и луговыми травами.

На днѣ водоемовъ со стоячею водою развивается, прежде всего, подводная растительность, состоящая изъ разныхъ видовъ подводныхъ рдестовъ (*Potamogeton*), водоперицы (*Myrio-*



phyllum), водяной заразы (*Elodea canadensis*), полушника (*Ysoetes*), роголистника или водяной крапивы (*Ceratophyllum*), пузырчатки (*Utricularia*) и др.

Жизнь этих растений протекает в водѣ и лишь в цѣляхъ размноженія они выпускаютъ иногда органы на поверхность воды.

Остатки этихъ растений, измельченные в значительной мѣрѣ



Рис. 1. Камышъ озерный.  
*Scirpus lacustris*.



Рис. 2. Тростникъ.  
*Phragmites communis*.

водными животными, осаждаются на днѣ водоема и смѣшанные съ остатками водныхъ животныхъ и съ минеральными частицами почвы, отдѣленными отъ береговъ прибоемъ волнъ или принесенными в озеро съ притекающею водою, образуютъ органическій богатый минеральными веществами безструктурный слой ила, называемый иногда „гиттѣй“ или заграницею—Mudden. По роду минеральныхъ примѣсей и количеству ихъ, илъ можетъ быть известковымъ, глинистымъ, торфянымъ.

Обычно, одновременно съ этимъ отъ береговъ водоема надвигаются къ центру, до глубины воды в  $1-1\frac{1}{2}$  метра, высокій камышъ (*Scirpus lacustris*), который, умѣряя силу волнъ и тече-



ніе воды, способствуетъ осѣданію приносимыхъ въ озеро ручьями взмученныхъ частицъ; вслѣдствіе этого, въ связи съ отмираніемъ самого камыша, водоемъ отъ береговъ постепенно мелеетъ и начинаетъ заростать многими видами растений.

Среди этихъ растений въ первую очередь, при глубинѣ воды

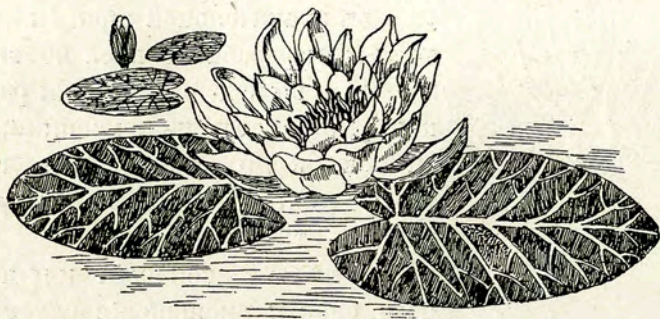


Рис. 3. Водяная лилія. *Nymphaea alba*.

въ  $\frac{1}{4}$ —1 метра, развивается высокій тростникъ (*Phragmites communis*), между которымъ появляются манники (*Glyceria*), лютики (*Ranunculus Lingua*, *R. aquatilis*), а на водныхъ прогалинахъ: водяная лилія (*Nymphaea alba*), кувшинка (*Nuphar luteum*), рдестъ

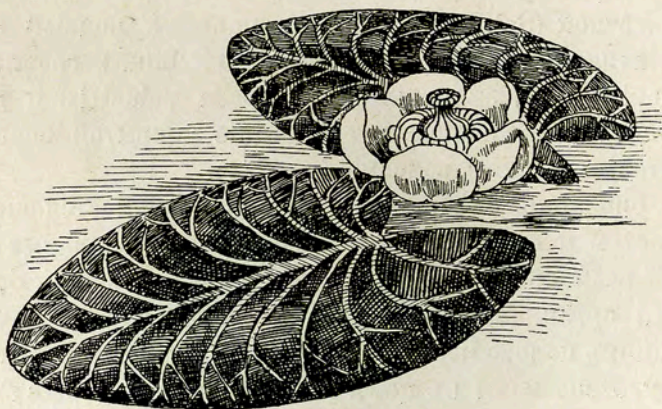


Рис. 4. Кувшинка желтая. *Nuphar luteum*.

надводный (*Potamogeton natans*), гречиха (*Polygonum amphibium*), водокрасъ лягушечный (*Hydrocharis Morsus ranae*), тѣлорѣзъ (*Stratiotes aloides*) и др. (рис. 6 и 7).

По сообщенію Р. П. Аболина <sup>1)</sup> въ предѣлы данной (тростни-

<sup>1)</sup> „Опытъ эпигенологической классификаціи болотъ“, Болотовѣдѣніе, 1914 г. № 3—4. Статья Аболина положена въ основу изложенія флоры болотъ.



ковой) формации волненіемъ воды можетъ заноситься лишь незначительное количество очень мелкаго минеральнаго ила, количество же заносимаго сюда растительнаго ила еще весьма значительно.



Рис. 5. Рдестъ надводный.  
*Potamogeton natans*.

Мѣстные растительные остатки здѣсь еще въ значительной степени измельчаются и перерабатываются водными животными, но подземныя части растений—корневище тростника, кувшинки, лиліи, лютика и др. сохраняются, придавая торфу этой формации нѣкоторую связность и структуру.

По мѣрѣ накопленія илисто-торфяного слоя и уменьшенія глубины воды до  $\frac{1}{2}$ —0 метра, ростъ тростника ослабляется и на обмелевшемъ водоемѣ появляются новыя уже болотныя растенія съ господствомъ хвоща иловатаго и болотнаго (*Equisetum limosum*, *E. palustre*).

Къ хвощу примѣшиваются: плакунъ-трава (*Lythrum salicaria*), камышъ лѣсной (*Scirpus silvestris*), манникъ водный (*Glyceria aquatica*), водяной хрѣнь (*Nasturtium amphybium*), гречиха (*Polygonum amphybium*), бѣлокрыльникъ (*Calla palustris*) и др. При этомъ происходитъ полное заторфованіе покрытой перечисленными растеніями части водоема (рис. 11).

Торфъ описанной (хвощевой) формации отличается значительною грубостью и присутствіемъ крупныхъ растительныхъ остатковъ, хотя размельченіе и переработка растительныхъ остатковъ животными организмами и здѣсь играетъ существенную роль. При весеннихъ половодьяхъ, когда въ водоемъ вливаются мутныя потоки и уровень воды въ немъ поднимается, на торфѣ этой формации могутъ отлагаться наносы ила, образующіе тонкіе прослойки.

Поднятіе поверхности торфа надъ обычнымъ лѣтнимъ горизонтомъ воды влечетъ за собою дальнѣйшія измѣненія въ флорѣ поверхности, характеризующіяся развитіемъ осокъ (*Carex*'ы).

По наблюденіямъ Р. П. Аболина, преобладающей въ этой стадіи развитія являются осока пузырчатая и рѣжущая (*Carex gracilis*, *C. Vesicaria*). Между осоками растутъ: манникъ водный (*Glyceria aquatica*), канареечникъ тростниковый (*Phalaris arundi-*





Рис. 6. Заростаніе тростникомъ озера Свержень, Могилевской губ., Сѣненскаго у.



Рис. 7. Заростаніе р. Нижней Кривины, Могилевской губ., Сѣненскаго уѣзда.



паса), вѣйникъ (*Calamagrostis lanceolata*), хвощъ иловатый и болотный (*Equisetum limosum*, *E. palustre*), вербейникъ обыкновен-

ный (*Lysimachia vulgaris*), бѣлокрыльникъ (*Calla palustris*), сабельникъ болотный (*Comarum palustre*), курслѣпъ (*Caltha palustris*), плакунъ-трава (*Lythrum salicaria*), череда трехраздѣльная (*Bidens tripartita*), водяной хрѣнь (*Nasturtium amphybium*), вероника (*Veronica Becabungia*, *V. Scutellaria*, *V. longifolia*), касатикъ водяной (*Yris pseudacorus*), подмаренникъ болотный (*Galium palustre*, *G. uliginosum*), звѣздчатка (*Stellaria glauca*.)

Кромѣ того, образуется моховой покровъ изъ гипновыхъ мховъ рода *Calliergon* и *Drepanocladus*, появляются кусты ивы (*Salix pentandra* и др.) и ольхи (*Alnus glutinosa*).

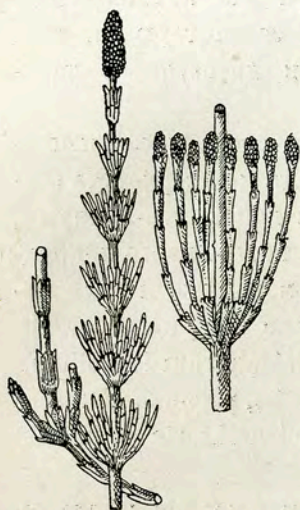


Рис. 8. Хвощъ болотный.  
*Equisetum palustre*.

Вода покрываетъ болото въ этой стадіи развитія только на время половодья, когда можетъ происходить намываніе илистыхъ и песчаныхъ частицъ (рис. 12).

Растительность этой формации идетъ уже въ сельскохозяйственное пользованіе, давая осоковое сѣно плохого качества, но достаточное по количеству. Правильное осушеніе осоковаго болота увеличиваетъ процентъ растущаго здѣсь вѣйника и канареечника, а занесенія сѣмянъ полевицы и др. кормовыхъ травъ можетъ обратить таковое болото послѣ осушенія въ удовлетворительный лугъ.

Указанное выше появленіе древесной растительности и буйный ростъ осокъ вызываютъ постепенное возвышеніе торфяника надъ уровнемъ воды, вмѣстѣ же съ этимъ постепенно измѣняются условія питанія растений.

Водные бассейны, на которыхъ происходятъ вышеописанные процессы заростанія, сравнительно богаты питательными для ра-



Рис. 9. Плакунъ трава.  
*Lythrum salicaria*.



стей веществамъ, въ которыхъ нуждается осоковая растительность.

По мѣрѣ возвышенія торфяника содержаніе питательныхъ веществъ въ немъ уменьшается, осоки и сопутствующія имъ растенія замѣняются гипновыми мхами и древесными породами.

Иногда вмѣшательство человѣка (пастьба скота и сѣнокосеніе) уничтожаетъ развитіе древесныхъ породъ и поверхность осоковаго болота покрывается насыщеннымъ водой мхомъ-гипнумъ, при этомъ получается моховая зыбкая топь, часто припод-



Рис. 10. Бѣлокрыльникъ.  
*Calla palustris*.

нятая водою; на такомъ моховикѣ кромѣ перечисленныхъ ранѣе уже видовъ растеній развиваются: пушица (*Eriophorum latifolium*), клюква (*Oxycoccus palustris*), росянка (*Drosera longifolia*), шейхцерія (*Scheuchzeria palustris*) и др.

На такомъ болотѣ встрѣчаются мѣста съ болѣе тонкимъ моховымъ покровомъ, не выдерживающимъ тяжести человѣка, или даже свободныя отъ покрова мѣста, такъ называемыя окна. Во время копки осушительныхъ канавъ такіа болота даютъ чрезвычайно много воды, затопляющей нижележащія сѣнокосы.

Если же вмѣшательства человѣка нѣтъ, то развитіе лѣса продолжается; сначала распространяются главнымъ образомъ кусты ивъ (*Salix cinerea*, *S. pentandra*), вокругъ которыхъ, благодаря уплотненію торфа и развитію пышной сфагновой растительности, пастьбы скота и пр., образуются кочки; на кочкахъ укрѣпляется черная ольха и береза (Рис. 18).

Замѣняемая развивающейся ольхой ива постепенно вымираетъ, получаютъ заросли черной ольхи-ольховая топь. Травяная растительность между ольхами разнообразна; на кочкахъ встрѣчаются растенія лѣсовъ: грушанка (*Pirola secunda*), звѣздчатка (*Stellaria galericulata*), черника, папоротникъ и др.; между кочками же растутъ растенія топкихъ болотъ: вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*), бѣлокрыльникъ (*Calla palustris*), сабельникъ (*Comarum palustre*), осоки и др., гипновые мхи (*Drepanocladus vernicosus*, *Calliergon cuspidatum*) и др., и сфагновые мхи.





Рис. 11. Заросшее русло р. Усвижи, Могилевской губ., Сѣнненскаго уѣзда.



Рис. 12. Осоковое болото съ кустами ивы-лозы по р. Свѣчѣ, Могилевской губ., Сѣнненскаго уѣзда.



Дальнѣйшее увеличеніе мощности торфа и связанное съ этимъ обѣдненіе почвы обусловливаютъ вытѣдреніе въ ольховую заросль березы и сосны, которыя затѣмъ совершенно вытѣсняють ольху.

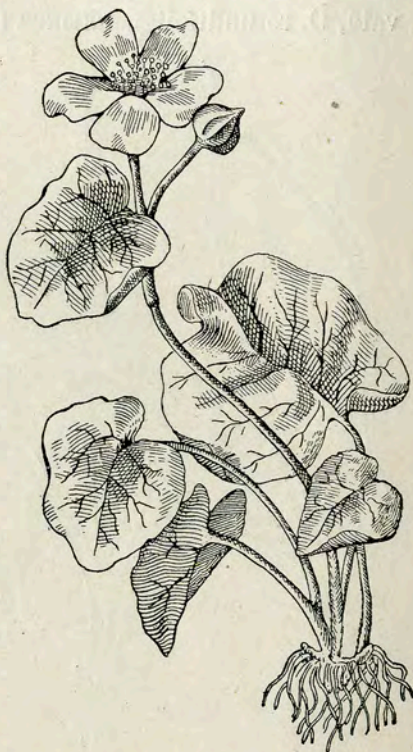
Эта стадія называется переходною, и болото, покрытое березовою и сосновою зарослью, на глубокомъ торфяникѣ называется болотомъ переходнаго типа. Поверхность почвы занята обычно сплошнымъ покровомъ сфагновыхъ мховъ. Изъ травяной растительности здѣсь особое развитие получаетъ осока (*Carex filiformis*) и вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*); встрѣчаются орхидеи (*Orchis maculata*) и др. (рис. 21).

Ежегодный приростъ древесныхъ породъ невеликъ и корни ихъ, въ виду высокаго стоянія почвенной воды, стелются близъ поверхности торфа, но все же, при умѣренной влажности могутъ развиваться и большія деревья; опадающіе листья, вѣтки и самые стволы деревьевъ образуютъ слой древеснаго торфа, въ которомъ кора березы и отдѣльные просмоленные стволы сосны могутъ сохраняться очень долгое время.

Въ тѣни лѣса поверхностный слой почвы становится болѣе влажнымъ, образуются даже лужи воды, чѣмъ снова создаются условія благопріятныя для роста растений, требующихъ большого количества воды.

Однако, вслѣдствіе бѣдности торфа питательными веществами, здѣсь не появляются уже осоки и тростники, а развиваются самыя малотребовательныя растенія—бѣлые сфагновые мхи.

Многочисленные виды сфагновыхъ мховъ обладаютъ особыми полостями для задержанія въ себѣ запасовъ воды; вода хорошо удерживается также между тѣсно прилегающими другъ къ другу стеблями мховъ; поэтому мохъ переноситъ долгіе періоды



Гис. 13. Курослѣнь болотный.  
*Caltha palustris*.



засухи и, благодаря затруднительности проникновения воздуха через налитанный влагою слой живого мха и быстрого роста мха, процесс нарастания болота въ высоту идетъ въ этой стадіи быстро. На ряду со сфагновыми мхами появляются: болотная шейхцерія (*Scheuchzeria palustris*), образующая вмѣстѣ съ пушицей (*Eriophorum vaginatum*) иногда самостоятельные слои торфа вахта трилистная (*Menyanthes trifoliata*), росянка (*Drosera obovata*, *D. rotundifolia*), клюква (*Vaccinium Oxycoccus*), подбѣлъ (*An-*



Рис. 14. Вѣйникъ. *Calamagrostis Epigeios*.

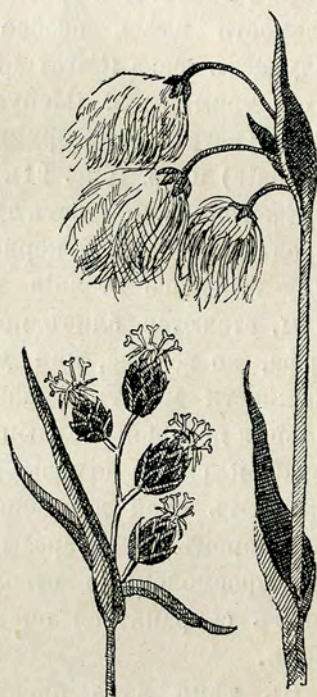


Рис. 15. Пушица.  
*Eriophorum latifolium*.

*dromeda polifolia*), багунь (*Cassandra calyculata*), багульникъ (*Ledum palustre*), верескъ (*Calluna vulgaris*), морозка (*Rubus chamaemorus*) и другія. Отмѣченное растеніе, росянка, интересно въ томъ отношеніи, что по нему можно опредѣлить нарастаніе мохового ковра за послѣднія нѣсколько лѣтъ. Ежегодно на поверхности мха росянка образуетъ розетку листьевъ въ то время, какъ стебель ея растетъ въ высоту. Розетка эта покрывается мхомъ, а въ слѣдующемъ году на поверхности этого мха образуется новая розетка листьевъ. Такимъ образомъ, разстояніе



между розетками равняется ежегодному нарастанію мохового ковра.

Схема дальнѣйшаго процесса развитія болота излагается въ книгѣ В. Берша <sup>1)</sup> слѣдующимъ образомъ:

„Сфагнумъ, развиваясь въ сыромъ лѣсу, покрываетъ въ видѣ густого, пропитаннаго водой, покрова пространства между соснами и березами и растетъ по нимъ, затрудняя доступъ воздуха къ корнямъ, отъ чего древесные стволы отмираютъ. На гра-

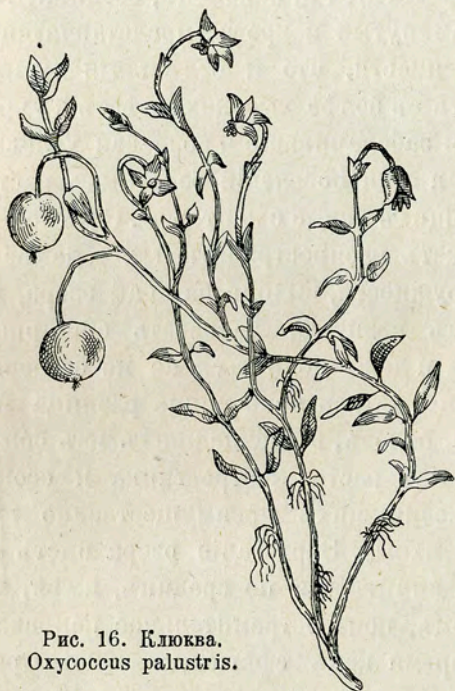


Рис. 16. Клюква.  
*Oxycoccus palustris*.

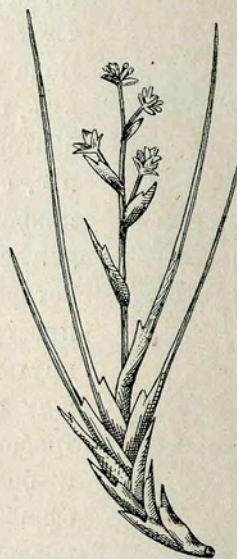


Рис. 17. Шейхперія.  
*Scheuchzeria palustris*.

ницѣ мохового покрова стволы, тамъ гдѣ они становятся попере-мѣнно то влажными, то сухими, загниваютъ, падаютъ и, наконецъ, погребаются подъ надвигающимся на нихъ покровомъ (рис. 25).

Почти всегда со сфагновыми мхами встрѣчается одноголовая пушица (*Eriophorum vaginatum*), также принимающая участіе въ образованіи торфа. Однако, въ то время, какъ малоразложившійся сфагнумъ образуетъ рыхлый и свѣтлый, а хорошо разложившійся—тяжелый и темный торфъ, представляющій однородную массу, остатки пушицы, ея корневища и волокна, сохраняются

<sup>1)</sup> Руководство по культурѣ болотъ В. Бершъ. Переводъ съ нѣмецкаго 1914 г.



очень хорошо, и ясно распознаются даже и въ старомъ торфѣ въ видѣ пучковъ отъ свѣтло до темнокоричневаго цвѣта, образующихъ нерѣдко прослойки или гнѣзда.

Сфагновые мхи растутъ, группируясь въ небольшія возвышенія-кочки, пропитанныя, какъ мы уже упомянули, водой. Избытокъ воды, которую мохъ не можетъ удержать, стекаетъ къ краямъ кочки, заболачивая почву, вслѣдствіе чего и здѣсь поселяются моховыя растенія; моховыя кочки постепенно разрастаются и, наконецъ, соединяются въ общій замкнутый покровъ, представляющій тѣ же особенности, что и отдѣльныя кочки. Вода стекаетъ съ болѣе высокихъ мѣстъ къ краямъ, вызывая заболачиваніе и создавая условія, благопріятныя для поселенія болотныхъ растеній, образующихъ новые слои торфа. Сфагновый покровъ можетъ распространяться все далѣе и далѣе по окружности, выходя за край озера, на которомъ онъ возникъ,—завоевать обширныя пространства и даже подняться на не особенно крутые склоны. Здѣсь ясно видна разница между ростомъ болотъ, происшедшихъ изъ болѣе требовательныхъ растеній—тростника и осоки, и болотъ, возникшихъ преимущественно изъ сфагновыхъ мховъ. Заростаніе озера идетъ съ краевъ и заканчивается по срединѣ, имѣя, такимъ образомъ, центростремительное направленіе, въ то время какъ сфагновое болото распространяется отъ середины къ краямъ, т.-е. въ центробѣжномъ направленіи.

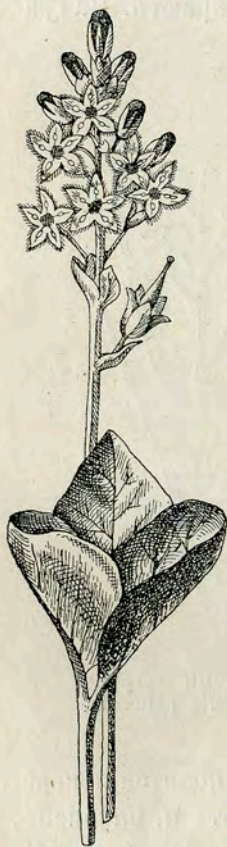


Рис. 19. Вахта трилистная, *Menyanthes trifoliata*.

Безпрепятственный ростъ сфагновыхъ болотъ зависитъ отъ присутствія достаточнаго количества влаги, доставляемой атмосферными осадками. Съ наступленіемъ продолжительныхъ сухихъ періодовъ развитіе сфагновыхъ мховъ затрудняется и даже можетъ совсѣмъ остановиться“.

Вмѣстѣ съ наростаніемъ мохового болота часто поднимается и уровень воды въ озерѣ, такъ какъ всѣ истоки изъ него тоже заростають, и вода изъ озера поступаетъ въ такихъ случаяхъ исключительно на питаніе сфагнума. Такимъ образомъ, при раз-





Рис. 18. Нивелирный ходъ черезъ заросли, ивы-лозы и крушины на болотѣ.



Рис. 21. Болото переходнаго типа съ зарослью березы.



ростаніи этихъ болотъ верховья ручьевъ исчезаютъ и питаніе рѣкъ уменьшается.

Примѣровъ такихъ заростаній на нашемъ сѣверѣ и западѣ множество: какъ на рельефный примѣръ можно указать на Святое озеро въ Кострецкой казенной дачѣ, Тверской губерніи, гдѣ площадь озера съ 310 десят. уменьшилась до 166 десятинъ, а уровень воды поднялся на 2 саж. слишкомъ. Бывшій же истокъ воды исчезъ подъ торфомъ, и поверхность его совершенно сравнялась съ окружающимъ моховымъ болотомъ. (Планъ болота и озера помѣщены во 2-й части книги).

Но бываютъ и случаи, когда озера образуются среди сфагновыхъ болотъ вновь, и именно при заростаніи стоковъ воды изъ какого-либо источника. Вода послѣднего, не имѣя выхода, начинаетъ скопляться, образуя сначала небольшое озеро, которое, по мѣрѣ наростанія торфа, увеличиваетъ свои размѣры въ ту сторону, гдѣ мохъ еще не образовался; затѣмъ, если вода озера мало минерализована, мохъ вступаетъ въ борьбу съ озеромъ и оно начинаетъ заростать.

Кромѣ того, на сфагновыхъ моховыхъ болотахъ съ первоначально ровной поверхностью въ конечной стадіи ихъ развитія начинается дифференцировка поверхности; въ иногда случайно появляющихся мокрыхъ впадинахъ на моховомъ коврѣ быстро растущіе мхи (*Sphagnum fuscum*) замѣняются мхами съ меньшимъ приростомъ органической массы (*Sphagnum balticum*, *Sph. cuspidatum*) <sup>1)</sup>, вслѣдствіе чего мелкое пониженіе поверхности превращается въ западину, наполняется водою и постепенно образуетъ посреди моховика вторичное озеро.

Такъ какъ въ климатическихъ условіяхъ сѣверной половины Имперіи выпадающей атмосферной влаги повидимому больше, чѣмъ испареніе ея съ мохового болота, то получающійся, осо-



Рис. 20. Гипновый мохъ.

<sup>1)</sup> Р. П. Аболинъ. Опытъ эпигенологической классификаціи болотъ.



бенно въ сырые годы, излишекъ воды на моховомъ болотѣ ищетъ выхода, образуя постепенно въ поверхностныхъ слояхъ торфа русла вторичныхъ рѣчекъ, берущихъ иногда начало изъ вторичныхъ озеръ; по берегамъ этихъ протоковъ на моховомъ покровѣ изъ *Sph. recurvum* появляется осока *Carex amphilaeca*.

Впослѣдствіи дренирующее дѣйствіе образовавшагося вторич-



Рис. 22. Бѣлый мохъ. *Sphagnum*.



Рис. 23. Рослянка. *Drosera rotundifolia*.

наго русла можетъ оказаться столь замѣтнымъ, что торфъ начнетъ уплотняться и на немъ появляется вновь болотная сосна и кустарники (рис. 24).

Такимъ образомъ, на мѣстѣ первоначальнаго водоема образуется въ теченіе неопредѣленно долгаго времени сначала травяное болото, затѣмъ лѣсное и, наконецъ, моховое болото.

**Образованіе и развитіе болотъ на суходолахъ.** Значительныя площади торфяныхъ болотъ образовались не на мѣстахъ бывшихъ водоемовъ, а непосредственно на минеральномъ грунтѣ;





Рис. 24. Моховое болото съ зарослью сосны.



Рис. 25. Моховое болото съ гибнущей сосной.



образование болота въ этомъ случаѣ можетъ идти двумя главнѣйшими путями.

а) Заболачиваніе суходольнаго луга вслѣдствіе выхода

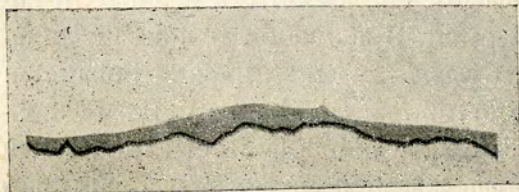


Рис. 26. Разрѣзъ мохового болота Кострецкой лѣсной дачи, Тверской губ.

или поднятія грунтовыхъ водъ, вызваннаго или искусственнымъ загражденіемъ водотека или надвиганіемъ мохового болота. Такое заболачиваніе идетъ обычно не широкой полосой и характерными растеніями этого

процесса являются хвощъ болотный (*Equisetum palustre*), осоки (*Carex filiformis*, *C. limosa*, *C. Vesicaria*, *C. rostrata*), пушицы (*Eriophorum*); изъ деревьевъ здѣсь встрѣчаются кусты черной ольхи и березы.

Въ началѣ этой стадіи мхи имѣютъ слабое распространеніе; постепенное утолщеніе торфяного слоя вызываетъ обѣдненіе растительности, замѣняющейся сначала развитіемъ осокъ, а затѣмъ мховъ (*Sphagnum recurvum*) и шейхцеріи (*Scheuchzeria palustris*). Далѣе процессъ идетъ въ описанномъ уже порядкѣ развитія моховыхъ болотъ.

б) Часто даже на возвышенныхъ ровныхъ песчаныхъ почвахъ, на мѣстахъ вырубокъ лѣса начинается образовываться сразу моховое болото. Въ лѣсахъ этому способствуетъ отложеніе въ подпочвѣ непроницаемаго ортштейноваго слоя.



Рис. 27. Верескъ. *Calluna vulgaris*.

На такихъ песчаныхъ мѣстахъ, при отсутствіи известковыхъ солей, заселяются неприхотливыя растенія, какъ: верескъ (*Calluna vulgaris*), багульникъ (*Ledum palustre*), подбѣлъ (*Andromeda polifolia*), восквникъ (*Myrica Gale*), росянка (*Drosera*) и др.



Отмирающія растенія образуютъ мажущуюся массу, которая закупориваетъ поры песка и дѣлаетъ его водоупорнымъ. Скопляющаяся на поверхности атмосферная вода, не проникая болѣе внутрь, задерживается въ своемъ стоѣ густымъ войлокомъ полусгнившихъ остатковъ растеній. При значительномъ количествѣ влаги здѣсь заселяются сфагновые мхи, именно *Sphagnum cuspidatum* и *Sphagnum recurvum*, а вслѣдъ за ними появля-



Рис. 28. Багульникъ болотный.  
*Ledum palustre*.

ются *Sph. cymbifolium*. Они обыкновенно сопровождаются рядомъ растеній изъ семейства Сурегасеае, какъ напр., сыть (*Cyperus*), а также пушицею (*Eriophorum*), нѣкоторыми осоками, а также и камышами. При дальнѣйшемъ нарастаніи мха, большинство изъ этихъ растеній исчезаетъ. Постепенно отмирающія нижнія части ихъ, находясь въ водѣ, не перегниваютъ вполне, и образуютъ торфъ, медленно уплотняющійся по мѣрѣ увеличенія давленія нарастающими массами мха.

Далѣе процессъ идетъ въ общемъ порядкѣ жизни моховыхъ болотъ.

**Классификація болотъ.** Описанныя стадіи образованія и роста болотъ обычно соединяютъ въ три главныя группы, въ основу различія которыхъ кладется характеръ растительности и родъ питанія.

По характеру растительности болота дѣлятся на: травяныя, смѣшанныя и моховыя. Къ травянымъ относятъ стадіи развитія отъ начала заростанія водоема тростникомъ до появленія на болотѣ березовыхъ и сосновыхъ зарослей. Эти болота служатъ обычно сѣнокосными угодіями и имѣютъ обширное распространеніе въ долинахъ рѣкъ съ засореннымъ русломъ и малымъ уклономъ. Смѣшанными называютъ болота, на коихъ обычно въ періоды покрытія ихъ березовою и сосновою зарослью, происходитъ вытѣсненіе луговой растительности моховымъ сфагновымъ покровомъ. Эти болота служатъ часто пастбищами. Моховымъ болотомъ называютъ болото со сплошнымъ покро-



вомъ мха родомъ сфагнумъ, среди котораго лишь держатся чахлая сосна и отдѣльныя березки и перечисленные ранѣе немногіе роды травяной растительности. Эти болота являются обычно совершенно неудобными землями, служатъ населенію лишь мѣстомъ сбора ягодъ.

По роду питанія водою болота дѣлятся также на три группы: низовыя, переходныя и верховыя.

Низовымъ болотамъ свойственно постоянное или періодическое затопленіе озерной или рѣчной водою и связанное съ этимъ обогащеніе торфа намывнымъ растительнымъ и минеральнымъ иломъ и растворенными въ водѣ зольными элементами.



Рис. 29. Восковникъ обыкновен. *Myrica Gale*.



Рис. 30. Сыть. *Cyperus*.

Переходнымъ болотамъ свойственно нѣкоторое незначительное возвышеніе надъ среднимъ и даже высшимъ горизонтомъ воды сосѣдняго водоема или рѣки и потому растительность такого болота питается находящейся въ избыткѣ грунтовой водою; къ этой группѣ относятся болота описанныхъ, болѣе позднихъ стадій водоемнаго образованія (отъ покрытыхъ зыбкимъ гипновымъ ковромъ до покрытыхъ ивовыми, ольховыми, березовыми и сосновыми зарослями), также начальныя стадіи суходольнаго заболачиванія.

1) По изложенію Р. П. Аболина. Болотовѣдѣніе 1914 г., № 3—4. Опытъ эпигенетической классификаціи болотъ.



Верховымъ болотомъ называютъ болото съ большой мощностью торфяной залежи, которая значительно возвышается надъ горизонтомъ приточныхъ грунтовыхъ водъ и потому питается лишь чистыми водами атмосферныхъ осадковъ, подобно выставленной на воздухъ губкѣ.

Такъ какъ характеръ растительности зависитъ преимущественно отъ условій питанія ея, то понятно, что классификація болотъ по растительному покрову и по условіямъ питанія должна давать въ общемъ однѣ и тѣ же группы. Поэтому болото травяное есть тоже и болото низовое, болото смѣшанное <sup>1)</sup> есть обычно и переходное, болото сфагновое—есть болото верховое.

**Кочки.** Рельефъ поверхности болота и мокраго луга можетъ быть характеризуемъ еще какъ ровный или какъ кочковатый. По роду образованія и строенію кочки могутъ быть раздѣлены на двѣ основныя группы: кочки земляныя и кочки растительныя.

Кочки земляныя образуются двояко.

1) Работою подземныхъ животныхъ, выбрасывающихъ при рытьѣ ходовъ землю на поверхность сухихъ луговъ (кроты, землеройки); покрываясь затѣмъ травяною растительностью, такія кочки тверды, холмообразны, сохраняютъ на долго свою величину и форму; при обращеніи луга подъ культуру, они легко распахиваются, такъ какъ тѣло ихъ первоначально образовано рыхлою землею. Такія кочки могутъ быть названы насыпными.

2) Пасущимся скотомъ на сырыхъ мѣстахъ; мѣста пастбищъ прорѣзываются тропами пасущихся животныхъ—между тропами образуются кочки плоской формы, большихъ размѣровъ въ длину и ширину; на нихъ, вслѣдствіе осушающаго дѣйствія ходовъ успѣшно развиваются травы. При продолженіи пастбы скотъ выбиваетъ все новыя и новыя тропы, разрѣзая болотистый лугъ на болѣе мелкія кочки.

Собственно новымъ образованіемъ здѣсь являются не кочки, а прорѣзы, тропы между ними, и потому такія кочки могутъ быть названы грунтовыми.

Вторая группа кочекъ, кочки растительныя, можетъ быть, по строенію, также раздѣлена на двѣ подгруппы, образуемыя:

<sup>1)</sup> Приведенное сопоставленіе смѣшанное-переходное правильно лишь при данномъ ранѣе опредѣленіи смѣшаннаго типа. При пониманіи же подъ смѣшанною растительностью смѣси, напр., осоки и тростника, такое сопоставленіе, конечно, неправильно.



1) Пнями срубленныхъ деревьевъ и кустарниковъ. Пни обрастаютъ грибами и мхомъ, возлѣ нихъ укрѣпляются и травы; въ концѣ концовъ все это срастается, скопляется органическое вещество и образуется кочка съ древеснымъ скелетомъ изъ дерева ольхи, березы, ивы, ели или сосны. Истребленіе этихъ кочекъ, называемыхъ древесными, требуетъ затраты большого труда, особенно если они образовались на корняхъ ольхи сѣрой и ивы, дающихъ корневую поросль, крѣпко держащую материнское растеніе.

2) Разрастаніемъ кустовыхъ осокъ и злаковъ на топкихъ лугахъ. Здѣсь образуются травяныя кочки, характерныя высотой и узкимъ основаніемъ; между такими кочками остаются ходы, замкнутые разросшимися сверху травами. Кочки эти не устойчивы, состоятъ въ основаніи лишь изъ массы отмершихъ вверху живыхъ растеній. Обмываніе водою мертвыхъ и разложившихся стеблей основанія кочки и является, повидимому, причиною постепеннаго его суженія, при чемъ болѣе быстрое разложеніе основанія вызывается частымъ смачиваніемъ и высыханіемъ его, вслѣдствіе колебанія уровня воды на болотѣ.

При осушеніи болота кочки насыпныя и грунтовыя, могущія находиться лишь на болотахъ съ мелкимъ торфомъ, существеннаго измѣненія сами по себѣ не претерпѣваютъ; кочки съ древеснымъ скелетомъ, глубоко укоренившимся въ торфу или въ подстилающемъ болото минеральномъ грунтѣ, послѣ осушенія, вслѣдствіе осадки торфа, выдѣляются на болотѣ съ большою рельефностью, какъ бы вылѣзаютъ изъ торфа. Наконецъ, кочки травяныя осѣдаютъ вмѣстѣ съ поверхностью торфа, вывѣтриваются (перегниваютъ) въ основаніи, падаютъ. Вслѣдствіе создаваемыхъ осушеніемъ благопріятныхъ условій дальнѣйшаго развитія грубыхъ осокъ, новыхъ кочекъ такого типа на осушенномъ болотѣ не образуется и болото само собою очищается отъ травяныхъ кочекъ.

**Строеніе торфяныхъ болотъ.** Каждая растительная формація, уступая мѣсто слѣдующей, остатками своими участвуетъ въ нарастаніи торфяной массы, давая ей особый видъ и свойства, по которымъ на вертикальныхъ разрѣзахъ можно возстановить вышеописанную исторію развитія болота.

Схема расположенія формаціи торфа на болотѣ, образовавшемся заростаніемъ бассейна, представлена Веберомъ въ слѣдующемъ видѣ (рис. 31).







Болѣе детальная общая схема болотныхъ формаций, мѣста и порядокъ образованія ихъ представлена Р. П. Аболинымъ для болотъ Новгородской губерніи въ слѣдующемъ видѣ (латинскія названія измѣнены на русскія) (рис. 32).

Физическія свойства торфяныхъ образованій, происшедшихъ отъ одного и того же вида растений, бываютъ весьма различны въ зависимости отъ степени разложенія ихъ и уплотненія; такъ, напр., слой молодого мха существенно отличается отъ плотнаго разложившагося мха. Въ торфяной толщѣ отложеній низинныхъ формаций часто встрѣчаются, кромѣ того, особыя минеральныя образованія.

Если вода, питавшая болото, была богата желѣзистыми солями, то подѣ торфянымъ слоемъ образуется прочное соединеніе окиси желѣза съ пескомъ въ видѣ красной руды, называемой орштейномъ.

Желѣзистыя соединенія въ водѣ входятъ также въ соединенія съ фосфорной кислотой, выдѣляемой гниющими растеніями, въ результатъ чего въ торфѣ образуются прослойки мелкозернистой, мучнистаго строенія синей руды.

Кромѣ того, въ низинномъ торфѣ можно найти обыкновенно остатки животныхъ, занесенныхъ въ него разливами, какъ то: ракушки, кости рыбъ и т. п.

**Ростъ болотъ.** Мощность торфяныхъ образованій колеблется, въ зависимости отъ ихъ возраста и внѣшнихъ воздѣйствій, отъ 20 сантиметровъ до десятковъ метровъ. Наибольшая извѣстная глубина—24,6 метра опредѣлена на моховомъ болотѣ въ Пентлактѣ, недалеко отъ Норденбурга, въ восточной Пруссіи. Измѣренія у Шехстедта, при проведеніи канала Императора Вильгельма, показали мощность торфяного слоя въ 20 метровъ. Въ Австріи наибольшая глубина была найдена: въ одномъ моховомъ болотѣ восточной Галиціи въ 13 метровъ и въ низинномъ болотѣ близъ Оссиахерскаго озера въ Керntenѣ—11,5 метра <sup>1)</sup>.

Въ Оршинской казенной дачѣ Тверской губерніи опредѣлена мощность торфа въ 10 метровъ. Обычная глубина торфа на изслѣдуемыхъ въ сельскохозяйственныхъ цѣляхъ торфяникахъ Имперіи колеблется между 0,5—1,0 сажени; однако и глубины въ 2 сажени не рѣдки.

---

<sup>1)</sup> Бершъ. Руководство по культурѣ болотъ. Переводъ съ нѣмецкаго 1914 года.



Ежегодный приростъ болота въ высоту, за отсутствіемъ специально поставленныхъ наблюдений, опредѣляется лишь предположительно. Наша литература указываетъ на наблюдения, произведенныя надъ ростомъ сфагновыхъ болотъ въ Тверской, Новгородской и Псковской губерніяхъ. Въ другихъ мѣстахъ наблюдения производились попутно съ общими изслѣдованіями болотъ въ Россіи и въ нихъ имѣются данныя, доказывающія разрастаніе болотъ безъ указанія на какую-либо опредѣленную величину этого роста; такъ, напр., Г. Танфильевъ <sup>1)</sup> указываетъ на разрастаніе болотъ въ Петербургской губерніи, А. Флеровъ <sup>2)</sup> описываетъ заболачиваніе въ Владимирской губерніи, В. Сукачевъ <sup>3)</sup> сообщаетъ о томъ же въ Озерной области; затѣмъ А. Левицкій указываетъ на интересное явленіе въ Амурской области, гдѣ, по его наблюдениямъ, болота распространяются за счетъ тайги.

По наблюдениямъ, произведеннымъ надъ ростомъ сфагновыхъ болотъ въ Тверской, Новгородской и Псковской губерніяхъ, получились слѣдующія данныя относительно роста болотъ въ высоту.

Въ Тверской губерніи, въ Кострецькой казенной дачѣ, Р. Спарро указываетъ на годовой приростъ отъ 2 сант. до 3,5 сант., при чемъ наблюдения производились надъ верхней толщей торфа въ 60 сант. В. Сукачевъ, производившій наблюдения на Федосихинскомъ болотѣ Новгородской губерніи, даетъ ежегодный приростъ торфа *Sphagnum medium* въ среднемъ отъ 0,68 до 1,82 сант., при чемъ въ отдѣльные годы приростъ доходилъ до 3 сантиметровъ. М. Юрьевъ изъ наблюдений на Полистовскихъ болотахъ Псковской губерніи приводитъ средній ежегодный приростъ торфа (*Sphagnum medium*) въ размѣрѣ отъ 0,74 до 4,64 сант. <sup>4)</sup>.

По наблюдениямъ инж. Брудастова въ Петровско-Шатурской лѣсной дачѣ, Рязанской губ., средній приростъ торфяного слоя, состоящаго изъ *Sphagnum*'а, за время съ 1875 по 1914 годъ составилъ 1 сантиметръ въ годъ.

<sup>1)</sup> 1) Г. Танфильевъ. О болотахъ Петербургской губерніи. Тр. Вольно-Экон. Общ. 1884 г.

<sup>2)</sup> 2) А. Флеровъ. Образование болотъ и заростаніе озеръ въ сѣв.-зап. части Владим. губ. Землев. 1894 г.

<sup>3)</sup> 3) Сукачевъ. Матеріалы къ изученію болотъ и торфяниковъ Озерной области. Тр. прѣсноводн. біолог. станціи Слб. Общ. Ест. П. 1906 г.

<sup>4)</sup> 4) А. П. Левицкій. Къ вопросу объ эволюціи болотъ Амурской области. Почвов. № 1. 1910 г.



Результаты этихъ наблюденій показываютъ лишь небольшую разницу. Здѣсь однако слѣдуетъ указать, что съ нарастаніемъ торфа происходитъ его уплотненіе и поэтому средній приростъ за большое количество лѣтъ долженъ дать меньшія цифры.

Изъ помѣщенныхъ въ заграничной литературѣ данныхъ о ростѣ болотъ наиболѣе важны: наблюденія Вебера <sup>1)</sup> на болотѣ Аугстумальскомъ, въ дельтѣ рѣки Меммеля, повышенія поверхности болота за 10 лѣтъ на 20—25 сант. Borggreve для Финляндскихъ торфяниковъ указываетъ на ростъ въ 30 сант. за 30 лѣтъ.

Эти данныя близко совпадаютъ съ данными, полученными при наблюденіяхъ въ Россіи. Однако одновременно съ нарастаніемъ вверхъ торфяная масса въ нижнихъ своихъ слояхъ, вслѣдствіе дальнѣйшаго процесса торфообразованія и давленія верхнихъ слоевъ, уплотняется, вслѣдствіе чего абсолютный ростъ торфяника въ высоту за значительный періодъ времени значительно менѣе, чѣмъ 1 сант. въ годъ.

На Лейбахскомъ болотѣ <sup>2)</sup> въ Германіи была произведена раскопка части идущей черезъ болото дороги, покрытой мѣстами слоемъ торфа въ 1,2 метра толщины.

На этой дороги была найдена римская монета чеканки 41 года послѣ Р. Х. Если предположить, что дорогой не пользовались въ теченіе 1800 лѣтъ, въ каковой промежутокъ времени образовался слой торфа въ 1,2 метра толщины, то средній годовой приростъ торфяной массы будетъ 0,7 мм. Это число показываетъ насколько незначителенъ въ общемъ приростъ торфяной массы, если принимать во вниманіе лишь образующійся торфъ, а не верхнюю живую или недавно отмершую растительность.

**Химическій составъ торфа.** Сырая масса торфа состоитъ изъ воды и сухого вещества; сухое вещество состоитъ изъ органической и минеральной или зольной частей. Зольная часть состоитъ изъ калия, извести, окиси желѣза, азота, фосфорной кислоты, сѣрной кислоты, кремневой кислоты и др. нерастворимыхъ

<sup>1)</sup> М. М. Юрьевъ. Къ вопросу о быстротѣ нарастанія сфагнового ковра. Тр. студ. научн. кружковъ ф.-м. фак. П. Спб. Университетъ 11 вып. 1910 г.

<sup>2)</sup> Weber. Ueber die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal 1902. Borggreve. Ueber die Messung des Wachstums von Hochmoorn 1889.

<sup>3)</sup> Извлечено изъ „Руководства по культурѣ болотъ“. Бершъ. Переводъ съ нѣмецкаго 1914 года.



| Виды торфа.                                      | Органическа-<br>го вещества. | Чистой золы. | Калия. | Извести. | Окиси желѣза<br>и глинозема. | Фосфорной<br>кислоты. | Сѣрной кис-<br>лоты. | Кремневой кислот.<br>и нерастворимых<br>веществъ. | Азота. |
|--------------------------------------------------|------------------------------|--------------|--------|----------|------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------------------|--------|
| <b>Тростниковый торфъ.</b>                       |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
| Неразложившійся . . . . .                        | 85.35                        | 14.65        | 0.244  | 0.945    | 4.173                        | 0.167                 | 1.188                | 7.511                                             | 1.86   |
| Мало разложившійся . . . . .                     | 88.20                        | 11.80        | 0.053  | 3.021    | 1.104                        | 0.169                 | 1.980                | 5.229                                             | 2.29   |
| Сильно разложившійся . . . . .                   | 89.54                        | 10.46        | 0.035  | 4.998    | 0.496                        | 0.176                 | 1.329                | 3.162                                             | 3.07   |
| Совершенно разложившійся. . . . .                | 87.15                        | 12.85        | 0.262  | 0.456    | 2.573                        | 0.092                 | 0.789                | 8.497                                             | 1.88   |
| <b>Осоковый торфъ.</b>                           |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
| Неразложившійся . . . . .                        | 96.16                        | 3.84         | 0.061  | 1.774    | 0.424                        | 0.063                 | 0.761                | 0.594                                             | 2.19   |
| Мало разложившійся . . . . .                     | 96.03                        | 3.97         | 0.048  | 0.507    | 1.405                        | 0.071                 | 0.284                | 1.565                                             | 1.63   |
| Сильно разложившійся. . . . .                    | 96.49                        | 3.51         | 0.042  | 1.522    | 0.999                        | 0.059                 | 0.468                | 0.296                                             | 2.10   |
| Совершенно разложившійся. . . . .                | 94.32                        | 5.68         | 0.035  | 2.538    | 1.470                        | 0.049                 | 0.287                | 1.092                                             | 1.32   |
| <b>Гипновый торфъ.</b>                           |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
| Неразложившійся . . . . .                        | 92.39                        | 7.61         | 0.128  | 3.001    | 0.370                        | 0.077                 | 2.254                | 1.462                                             | 2.06   |
| Мало разложившійся. . . . .                      | 94.27                        | 5.73         | 0.088  | 0.432    | 1.780                        | 0.089                 | 0.426                | 2.739                                             | 2.25   |
| Сильно разложившійся. . . . .                    | 96.68                        | 3.32         | 0.058  | 1.145    | 1.292                        | 0.053                 | 0.426                | 0.268                                             | 2.08   |
| <b>Ольховый торфъ . . . . .</b>                  |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
|                                                  | 98.40                        | 1.60         | 0.055  | 0.543    | 0.347                        | 0.046                 | 0.320                | 0.208                                             | 1.37   |
| <b>Березовый торфъ.</b>                          |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
| Мало разложившійся . . . . .                     | 97.82                        | 2.18         | 0.052  | 0.537    | 0.438                        | 0.051                 | 0.490                | 0.509                                             | 1.60   |
| Сильно разложившійся. . . . .                    | 96.56                        | 3.44         | 0.033  | 0.394    | 1.763                        | 0.145                 | 0.284                | 0.685                                             | 2.29   |
| <b>Торфъ изъ шейхцерн.</b>                       |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
| Мало разложившійся. . . . .                      | 96.20                        | 3.80         | 0.048  | 0.241    | 0.766                        | 0.319                 | 0.110                | 2.195                                             | 2.62   |
| Съ небольшимъ количествомъ<br>волоконъ . . . . . | 97.76                        | 2.24         | 0.146  | 0.330    | 0.722                        | 0.255                 | 0.148                | 0.494                                             | 2.15   |
| <b>Торфъ изъ пушицы.</b>                         |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
| Мало разложившійся . . . . .                     | 99.41                        | 0.59         | 0.057  | 0.116    | 0.162                        | 0.027                 | 0.124                | 0.058                                             | 0.85   |
| Съ небольшимъ количествомъ<br>волоконъ . . . . . | 99.47                        | 0.53         | 0.038  | 0.069    | 0.134                        | 0.044                 | 0.078                | 0.141                                             | 1.26   |
| <b>Сфагновый торфъ.</b>                          |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
| Неразложившійся . . . . .                        | 98.07                        | 1.93         | 0.119  | 0.288    | 0.275                        | 0.066                 | 0.150                | 0.946                                             | 0.89   |
| Мало разложившійся. . . . .                      | 99.36                        | 0.64         | 0.062  | 0.120    | 0.070                        | 0.055                 | 0.088                | 0.186                                             | 0.79   |
| Сильно разложившійся. . . . .                    | 96.79                        | 3.21         | 0.052  | 1.789    | 0.337                        | 0.058                 | 0.305                | 0.491                                             | 1.35   |
| Совершенно разложившійся. . . . .                | 96.08                        | 3.92         | 0.104  | 0.089    | 0.443                        | 0.043                 | 0.111                | 3.047                                             | 0.88   |
| <b>Вересковый торфъ.</b>                         |                              |              |        |          |                              |                       |                      |                                                   |        |
| Изъ Calluna и Vaccinium . . . . .                | 89.99                        | 10.01        | 0.128  | 0.290    | 1.425                        | 0.220                 | 0.182                | 7.650                                             | 2.28   |
| Изъ Erica tetralix и Calluna. . . . .            | 93.09                        | 6.91         | 0.081  | 0.220    | 0.728                        | 0.137                 | 0.258                | 5.153                                             | —      |



веществъ. Насколько различенъ химическій составъ сухого вещества различныхъ видовъ торфа, видно изъ слѣдующей таблицы, составленной на основаніи изслѣдованій Цейлера и Вилька и приведенной въ руководствѣ по культурѣ болотъ Берша (стр. 32).

Для сужденія о пригодности болота подъ культуры важно знать содержаніе въ немъ четырехъ главныхъ питательныхъ для растений веществъ: азота, калия, извести и фосфорной кислоты. Среднее содержаніе этихъ веществъ въ главнѣйшихъ видахъ торфа по Флейшеру таково:

|                       | Съ мохового болота. | Съ травяного болота. |
|-----------------------|---------------------|----------------------|
| Азота . . . . .       | 1%                  | 2,5%                 |
| Калия . . . . .       | 0,04%               | 0,1%                 |
| Извести . . . . .     | 0,25%               | 4,0%                 |
| Фосфорной кислоты . . | 0,07%               | 0,2%                 |

Изъ таблицы можно видѣть, что при обращеніи болотъ въ культурныя площади, т.-е. при ихъ осушеніи, травяныя низинныя болота, содержа въ себѣ значительно больше питательныхъ веществъ, чѣмъ моховыя, должны быть поставлены въ первую очередь.

**Вредъ и польза болотъ.** Вредъ, наносимый болотами, очень значителенъ. Въ особенности онъ сталъ замѣтенъ у насъ въ послѣднее время, когда переселеніе въ Сибирь и разселеніе на хутора стали возрастать въ большей степени.

Обширныя болота захватили и захватываютъ громадныя площади, въ особенности нашего сѣвера и средней полосы Россіи. По даннымъ Центрального Статистическаго Комитета, въ нечерноземныхъ губерніяхъ Европейской Россіи имѣются слѣдующія количества неудобныхъ земель:

| Губерніи.                | Площадь губерніи<br>въ десятинахъ. | Количество десятинъ<br>болотъ. | Болотъ въ ‰ къ<br>общей площади. |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Московская . . . . .  | 2.954.606                          | 166.184                        | 5,6                              |
| 2. Тверская . . . . .    | 5.613.041                          | 677.484                        | 12,2                             |
| 3. Владимірская . . . .  | 4.209.531                          | 327.485                        | 7,75                             |
| 4. Рязанская . . . . .   | 3.737.353                          | 252.165                        | 6,7                              |
| 5. Костромская . . . . . | 7.491.948                          | 596.053                        | 7,95                             |
| 6. Ярославская . . . . . | 3.071.070                          | 212.019                        | 6,9                              |
| 7. Псковская . . . . .   | 3.696.461                          | 615.715                        | 16,8                             |
| 8. Новгородская . . . .  | 10.087.188                         | 1.944.244                      | 19,4                             |



| Губерніи.                | Площадь губерніи<br>въ десятинахъ. | Количество десяти-<br>тинъ болотъ. | Болотъ въ ‰ къ<br>общей площади. |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 9. С.-Петербургская. . . | 3.787.365                          | 624.884                            | 16,5                             |
| 10. Эстляндская . . . .  | 1.645.041                          | 244.400                            | 14,8                             |
| 11. Курляндская . . . .  | 2.427.635                          | 207.554                            | 8,5                              |
| 12. Минская. . . . .     | 7.712.592                          | 1.690.366                          | 21,79                            |
| 13. Могилевская. . . .   | 4.189.322                          | 655.615                            | 15,3                             |
| 14. Гродненская. . . .   | 3.297.815                          | 423.644                            | 12,8                             |
| 15. Виленская. . . . .   | 3.525.070                          | 449.802                            | 12,7                             |
| 16. Ковенская. . . . .   | 3.607.420                          | 299.484                            | 8,3                              |
| 17. Витебская. . . . .   | 3.815.404                          | 679.626                            | 17,8                             |
| 18. Смоленская. . . . .  | 4.824.325                          | 446.175                            | 9,22                             |
| 19. Калужская. . . . .   | 2.781.372                          | 117.249                            | 4,2                              |
| 20. Олонецкая. . . . .   | 12.035.353                         | 1.464.564                          | 12,9                             |
| 21. Вятская. . . . .     | 13.963.524                         | 450.582                            | 3,25                             |
| 22. Пермская. . . . .    | 29.815.548                         | 2.077.269                          | 6,95                             |
| 23. Вологодская. . . .   | 36.499.918                         | 1.910.788                          | 5,25                             |
| 24. Архангельская. . .   | 71.878.226                         | 38.948.393                         | 54,2                             |
|                          | 256.268.129                        | 55.481.754 <sup>1)</sup>           | 21,6                             |

Обслѣдованіе Центрального Статистическаго Комитета производилось въ 1887 году.

Съ тѣхъ поръ, несомнѣнно, площадь болотъ значительно увеличилась. Такъ, на примѣръ, въ Кашинскомъ уѣздѣ, гдѣ были произведены изслѣдованія болотъ въ 80 годахъ, общее количество болотъ въ то время достигало всего 9.779 десятинъ; въ настоящее время при гидротехническомъ обслѣдованіи болотъ выяснилось, что площадь заболоченныхъ земель въ этомъ уѣздѣ не менѣе 20.000 десятинъ.

Далѣе, по даннымъ Центрального Статистическаго Комитета въ Вологодской губерніи площадь болотъ равняется 1.910.798 десятинамъ; по свѣдѣніямъ же, собраннымъ въ 1910 году, болота въ этой губерніи занимаютъ площадь свыше 7.000.000 десятинъ.

Столь значительное увеличеніе площади болотъ объясняется, конечно, частью и тѣмъ обстоятельствомъ, что послѣдняя регистрація ихъ была болѣе тщательна.

<sup>1)</sup> Если исключить неудобныя земли Архангельской губерніи, состоящія, главнымъ образомъ, изъ тундръ, то площадь болотъ будетъ равна 16.533.361 десятинѣ, или 9‰ общей площади.



Кромѣ того, почти при каждомъ обследованіи какого-либо болота приходится констатировать, что за послѣднее время оно увеличилось въ своихъ размѣрахъ за счетъ погибающаго лѣса и другихъ культурныхъ площадей, поглощаемыхъ болотами.

Въ большинствѣ случаевъ изысканія выясняютъ, что на мѣстѣ болотъ, и главнымъ образомъ моховыхъ, въ прежнее время росъ хорошій лѣсъ; при этомъ лѣсовозобновленіе на глубокихъ моховикахъ трудно достижимо, вслѣдствіе бѣдности торфа въ питательныхъ веществахъ и невыгодности вносить удобреніе подъ лѣсныя культуры.

Громадныя количества влаги, поглощаемыя болотами, остающіяся въ нихъ безъ движенія и испаряющіяся въ атмосферу уменьшаютъ стокъ воды въ рѣки; при осушеніи болотъ, стокъ воды съ болотъ увеличивается не только при таяніи снѣговъ, но и во время меженнаго стоянія воды.

Въ р. Оршѣ, послѣ осушенія части Оршинскихъ болотъ Тверской губерніи, расходъ воды (уже въ теченіе 15 лѣтъ) настолько увеличился, что мельница, стоящая на рѣкѣ, въ настоящее время работаетъ болѣе продолжительное время, чѣмъ прежде.

Болота увеличиваютъ лѣсные пожары; въ жаркое сухое время верхній слой мохового ковра пересыхаетъ и чрезвычайно легко воспламеняется. Брошенной тлѣющей сички достаточно для начала пожара. Съ болотъ пожаръ передается на сосѣдніе лѣса и часто служитъ причиной опустошительныхъ лѣсныхъ пожаровъ.

Наконецъ, сосѣдство большихъ болотныхъ пространствъ вызываетъ различныя заболѣванія какъ у людей, такъ и у скота. У скота, пасущагося на заболоченныхъ лугахъ, бываютъ часто сплошныя заболѣванія ящуромъ и другими эпидемическими болѣзнями.

Дикое болото приноситъ значительную пользу лишь при выработкѣ на немъ торфа. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ торфяныя болота (съ небольшимъ содержаніемъ въ торфѣ золы) расположены близко къ населеннымъ пунктамъ, они доставляютъ сравнительно дешевое и хорошее топливо.

Кромѣ того, верхній слой торфа даетъ въ сельскомъ хозяйствѣ хорошій матеріалъ для подстилки на скотныхъ дворахъ. Но и въ такихъ случаяхъ нѣтъ основанія оставлять болота безъ поверхностной осушки. На той части болота, которой разработка торфа еще не коснулась, сельскохозяйственныя культуры, при



надлежащемъ осушеніи, вполне возможны безъ ущерба качеству торфа нижнихъ слоевъ. Точно также возможна сельскохозяйственная культура и на выработанныхъ площадяхъ (карьеряхъ) (такъ называемая феновая культура въ Голландіи).

Это краткое описаніе различныхъ типовъ болотъ, ихъ происхожденія и роста, вреда, и лишь въ единичныхъ случаяхъ пользы, выясняетъ необходимость обращенія болотъ и заболоченныхъ площадей въ культурныя площади и первой работой при этомъ должно быть надлежащее осушеніе этихъ земель.

---



## ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

### Цѣли и типы осушенія.

Конечною цѣлью всякаго частнохозяйственнаго земельного улучшенія является получение экономической выгоды отъ него, путемъ созданія лучшихъ условій обработки почвы, роста растений и сбора урожая на соотвѣтствующемъ участкѣ земли.

Въ территоріи всякаго частнаго или общественнаго владѣнія, а также уѣзда и губерніи могутъ быть отличаемы, обычно, три различныя, въ отношеніи интенсивности хозяйственнаго пользованія, категоріи угодій: на низшей ступени будутъ такія угодія, на которыя не прилагается со стороны человѣка никакого труда для ихъ обработки и эксплуатаціи и которыя, въ то же время, не приносятъ хозяйству никакихъ продуктовъ; сюда относятся тѣ земли, которыя принято называть «неудобными», т.-е. болота, пески, каменистыя почвы и крутые склоны овраговъ въ первоначальномъ своемъ видѣ; среднюю ступень составляютъ такія угодія, которыя приносятъ человѣку тѣ или иные продукты, растущіе на нихъ только въ силу наличности естественныхъ природныхъ условій, безъ предварительной затраты труда со стороны человѣка на созданіе этихъ условій, къ этой категоріи угодій относятся естественныя луга, выгоны и, въ большинствѣ случаевъ, у насъ лѣсъ. Наконецъ, третью группу составляютъ угодія, приносящія человѣку продукты при предварительномъ приложеніи труда съ его стороны на созданіе или улучшеніе существующихъ условій произрастанія растений; это будутъ посѣвные и улучшенные сѣнокосы, поля, огороды, посѣвной лѣсъ, сады и пр. интенсивныя культуры.

Всѣ три группы угодій могутъ страдать отъ избытка влаги и потому нуждаться въ осушеніи. При общей естественной цѣли осушенія—уменьшеніе содержанія влаги въ почвѣ—каждое осушеніе имѣетъ и свое специальное экономическое значеніе, состоящее въ томъ, что обычно, съ устройствомъ осушенія, угодіе изъ низшей



группы переходить въ высшую, т.-е., напр., болото, не дающее въ естественномъ состояніи никакихъ продуктовъ, осушается съ цѣлью обращенія его подъ лѣсъ, лугъ или пастбище съ такимъ пользованіемъ, которое не требуетъ предварительной затраты труда на дальнѣйшую обработку и посѣвъ. Естественный лугъ, т.-е. угодіе второй группы, осушается уже въ цѣляхъ созданія посѣвнаго луга или пашни и, наконецъ, угодія третьей группы осушаются для возможности перехода отъ менѣе интенсивной къ болѣе интенсивной обработкѣ участка, или для перехода къ другой болѣе интенсивной культурѣ на немъ, напр., съ пашни на огородъ.

Отступленія отъ только что изложенной схемы переходовъ вмѣстѣ съ осушеніемъ на болѣе интенсивное хозяйство чаще бываютъ экономически нерациональными, т.-е. не окупаются денежно. Такъ, напр., осушеніе луга безъ дальнѣйшей культуры его, или осушеніе пахотнаго участка безъ послѣдующаго перехода къ лучшей обработкѣ его или къ посѣву другого, болѣе цѣннаго растенія на немъ, можетъ оказаться невыгоднымъ, такъ какъ представляетъ неполное использованіе меліорациі; но и противоположный случай, т.-е. попытка получить, съ устройствомъ осушенія, изъ участка 1-й категоріи, не приносящаго никакого дохода, сразу участокъ 3-ей категоріи съ обработкою почвы подъ интенсивную культуру также оказывается часто нерациональнымъ; до того совершенно безплодное или залитое водою травяное болото рѣдко бываетъ въ такихъ условіяхъ выгодно обратить сразу въ пашню, такъ какъ это требуетъ значительныхъ единовременныхъ затратъ, какъ на самое осушеніе, такъ и на вспашку и искусственное удобреніе его.

Экономическій результатъ осушительныхъ работъ можетъ получиться, въ свою очередь, только какъ результатъ устраненія тѣхъ вредныхъ физико-естественныхъ факторовъ, которые имѣли мѣсто на земельномъ участкѣ, вслѣдствіе избыточнаго, до его осушенія, содержанія влаги въ почвѣ, такъ какъ избытокъ влаги въ почвѣ влечетъ за собою цѣлый рядъ неблагоприятныхъ явленій:

- 1) Вода, занимая промежутки между частицами почвы, затрудняетъ доступъ воздуха въ почву, что не только замедляетъ и останавливаетъ химическіе и біологическіе процессы перехода содержащихся въ почвѣ неусвояемыхъ растеніями веществъ въ формы усвояемыя, но и вызываетъ явленіе обратное—переходъ, содержащихся въ почвѣ готовыхъ питательныхъ для растеній веществъ.



въ вещества неусвояемыя и даже вредныя (закисныя соединенія) для растеній.

2) Изъ почвы, болѣе богатой влагой, больше ея и испаряется а, какъ указано уже, при испареніи воды поглощается значительное количество тепла изъ остающейся воды, прилегающихъ слоевъ воздуха и изъ самой почвы. Низкая же температура почвы влечетъ за собою рядъ неблагопріятныхъ для хозяйства послѣдствій: а) процессы перехода не усвояемыхъ для растеній веществъ въ почвѣ въ усвояемыя формы замедляются, б) прорастаніе сѣмянъ растеній происходитъ значительно медленнѣе, в) дальнѣйшій ростъ культурнаго растенія идетъ также медленно, что увеличиваетъ опасность заростанія пахотнаго участка менѣе требовательными сорными травами; г) при ночномъ пониженіи весною общей температуры воздуха ниже нуля, и температура воздуха у поверхности почвы опускается ниже этого предѣла, вслѣдствіе чего молодое растеніе гибнетъ отъ заморозка.

3) Весенняя обработка полей можетъ быть начата на низменныхъ сырыхъ мѣстахъ только значительно позднѣе нормального времени и, кромѣ того, сопряжена со значительными трудностями; а обработка мокрыхъ луговъ, не говоря о болотахъ, оказывается вовсе невозможной.

4) Качество сѣна на лугахъ и корма на пастбищахъ не можетъ быть хорошимъ на сырыхъ мѣстахъ, такъ какъ здѣсь преобладаютъ грубыя травы изъ семейства осоковыхъ; засѣянный злаками и другими кормовыми растеніями сырой искусственный лугъ вновь покрывается дикими травами въ болѣе короткое время.

5) Нѣкоторые изъ культурныхъ растеній вовсе не мирятся съ избыткомъ влаги въ почвѣ и потому культура ихъ на этого рода почвахъ исключается.

6) Значительныя пространства почвъ, вслѣдствіе избытка влаги, обращаются въ болота, недоступныя не только для какой-либо культуры, но и для прохода и проѣзда.

7) Районы съ обширными заболоченными пространствами для человѣка не только нездоровы вслѣдствіе ежедневныхъ тумановъ, но бываютъ и гибельны вслѣдствіе развитія опасныхъ болѣзней (малярія и разныя другія мѣстныя болѣзни).

8) Наконецъ, неканализованныя болота, высыхая въ засушливые годы путемъ испаренія не менѣе, чѣмъ канализованныя болота, но будучи въ то же время менѣе плотными, чѣмъ послѣднія,



легче воспламеняются въ эти годы съ поверхности и быстрѣе пропускаютъ пламя вглубь; распространенію же пламени въ горизонтальномъ направленіи на неканализованномъ болотѣ вовсе нѣтъ преградъ.

Въ зависимости отъ причины заболачиванія и рельефа поверхности, а также отъ самой цѣли меліораціи, на данной мѣстности для осушенія ея или для прекращенія роста заболачиванія примѣняется одинъ изъ нижеслѣдующихъ типовъ осушительныхъ работъ:

1) Прегражденіе доступа какъ верховой, такъ и грунтовой воды на участокъ извнѣ окопкою его по периферіи такъ называемыми нагорными канавами, попадая въ которыя всѣ эти воды будутъ отводиться въ ближайшую рѣку, магистральный каналъ и т. п.

2) Отводъ преимущественно верховой воды съ участка рѣдкою сѣтью открытыхъ каналовъ-канавъ, выводимыхъ въ рѣчку.

3) Отводъ преимущественно грунтовой воды съ участка густою сѣтью канавъ или подземныхъ дрена (дрены фашинные, торфяныя, каменные, деревянные, гончарныя трубы).

4) Уничтоженіе всѣхъ искусственныхъ загражденій рѣки: мельничныхъ плотинъ, узкихъ отверстій мостовъ, прочистка русла отъ заваловъ, загражденій для рыбной ловли и пр.

5) Огражденіе затопляемаго рѣчною (озерною и морскою) водою участка дамбою съ выпускомъ воды изъ него самотекомъ во время низкаго стоянія горизонта воды въ рѣкѣ или съ искусственнымъ перекачиваніемъ ея въ рѣку.

6) Абсолютное повышеніе поверхности земли участка кольматажемъ (осажденіемъ взмученныхъ частицъ земли изъ воды, коей затопляется участокъ), навозкою земли со стороны или насыпкою широкихъ параллельныхъ грядъ-полосъ землею, вынимаемою на томъ же участкѣ при рытьѣ канавъ между грядами.

7) Буреніемъ подпочвы до водопроницаемаго слоя, который могъ бы принять въ себя черезъ пробуравленное отверстіе воду съ поверхности (Голландскій способъ), при чемъ можетъ быть устроено или одно хорошо обдѣланное отверстіе, къ которому подводятся воды канавами, или масса отверстій малаго діаметра.

8) Посадкою растений сильно испаряющихъ воду, напр., подсолнечника и эвкалипта.

Въ обычныхъ условіяхъ сельскаго хозяйства въ Россіи находятъ примѣненіе пока только четыре первые типа работъ, каждый въ отдѣльности и всѣ вмѣстѣ взятыя; такъ, напр., при устрой-



ствѣ подземнаго дренажа всегда необходимы и открытыя канавы въ роли приѣмниковъ воды и иногда оказывается нужнымъ пониженіе уровня воды въ рѣкѣ, прилегающей къ дренируемому участку. Осушеніе открытыми каналами-канавами и осушеніе подземными каналами-дренами суть два наиболѣе распространенныхъ вида осушенія и могутъ примѣняться одинъ вмѣсто другого на томъ же участкѣ; поэтому вопросъ о недостаткахъ и преимуществахъ осушенія канавами и дренами ставится обычно на первомъ мѣстѣ, причемъ указывается рядъ недостатковъ и неудобствъ осушенія канавами:

1) Открытыя канавы занимаютъ нѣкоторую площадь земли, пропадающую въ смыслѣ сельскохозяйственнаго использованія ея.

2) Сообщение по участку, прорѣзанному канавами и обработка его значительно затрудняются, несмотря даже на устройство перѣздовъ, требующихъ при томъ особыхъ затратъ.

3) Для поддержанія канавъ въ исправности требуется частый ремонтъ ихъ, какъ вслѣдствіе сползанія откосовъ ихъ, такъ и зарастанія дна и стѣнокъ растеніями.

4) Откосы и берега канавъ являются разсадниками сорныхъ травъ, которыя быстро переходятъ на поля и развиваются здѣсь въ ущербъ культивируемымъ растеніямъ.

5) При морозахъ дренирующее дѣйствіе канавъ иногда совершенно прекращается, а между тѣмъ, въ это время (зимою и раннею весною) оно наиболѣе необходимо.

Въ силу указанныхъ недостатковъ, многими авторами признается, что осушеніе канавами есть приѣмъ устарѣлый, вообще не рациональный, и потому его слѣдуетъ избѣгать, примѣняя лишь подземныя дрены; исходя изъ этого, въ руководствахъ по сельскохозяйственнымъ меліорациямъ изложенію осушенія открытыми каналами удѣляется обычно весьма мало вниманія. Однако это распространенное мнѣніе о нерациональности осушенія канавами неправильно какъ вообще, такъ и въ частности по отношенію къ экстенсивнымъ условіямъ хозяйства въ Россіи.

Неправильно вообще потому, что устройство открытыхъ каналовъ необходимо и иногда незамѣнимо подземнымъ дренажемъ въ мѣстахъ:

1) гдѣ нуженъ быстрый отводъ большого количества поверхностной воды, собирающейся отъ дождей и таянія снѣговъ не только на данномъ участкѣ, но и притекающей со стороны,



2) гдѣ поверхность земли имѣетъ уклонъ недостаточно большой для движенія воды по подземнымъ трубамъ (уклонъ подземныхъ линій долженъ быть не менѣе 0,002, уклонъ дна канавъ—0,0002),

3) гдѣ нѣтъ приемниковъ для дренажной воды—рѣкъ, овраговъ и т. п., въ коихъ горизонтъ меженней воды стоялъ бы достаточно низко отъ поверхности земли (0,6—0,8 саж.),

4) гдѣ наряду съ осушеніемъ, необходимъ, при засухѣ, и искусственный подъемъ воды для орошенія; при осушеніи канавами, это достигается простымъ шлюзованіемъ ихъ; при осушеніи подземными дренами это возможно только путемъ устройства сложныхъ приспособленій, и при томъ съ опасностью быстрого засоренія дренъ,

5) гдѣ по условіямъ экономическимъ (условія сбыта, наличность капитала и пр.) и физическимъ (свойства почвы и пр.) возможны только экстенсивная форма хозяйства, и потому лишь малыя затраты на меліорацію и гдѣ необходима легкость наблюденія и простота ремонта.

Общее игнорированіе приемовъ осушенія открытыми канавами неправильно и въ частности, такъ какъ всѣ перечисленные ранѣе недостатки и неудобства, проистекающіе отъ проведенія канавъ, имѣютъ мѣсто только въ условіяхъ интенсивнаго хозяйства, въ условіяхъ же экстенсивнаго хозяйства указанныя отрицательныя стороны открытыхъ канавъ совершенно ступшевываются, а нѣкоторыя обращаются даже въ положительныя, такъ какъ:

1) При осушеніи значительныхъ торфяныхъ водныхъ болотъ, въ цѣляхъ обращенія ихъ въ сѣнокосы, осушительныя канавы проводятся обычно на разстояніи 300—500 саж. (см. далѣе о разстояніи между осушительными канавами) другъ отъ друга <sup>1)</sup>. При ширинѣ канавы по верху 1,5—2 саж., потеря площади, при томъ весьма малоцѣнной, совершенно ничтожна; даже при интенсивномъ осушеніи луговъ подъ культуру съ разстояніемъ между канавами до 25 саж., потеря площади при ширинѣ канавъ по верху 1 саж. составляетъ всего 4%.

2) Вынимаемая изъ канавъ земля можетъ служить для устройства вдоль канавъ, на нѣкоторомъ разстояніи отъ нихъ, сѣно-

---

<sup>1)</sup> При работахъ бывшей Западной Экспедиціи по осушенію болотъ и нынѣ Отдѣла Земельныхъ Улучшеній.



возныхъ дорогъ, вслѣдствіе чего проведеніе открытыхъ канавъ не затруднить, а, напротивъ, облегчить сообщеніе по болоту; устройство моста черезъ обычную канаву обходится не дороже 75 рублей.

3) При періодическомъ ремонтѣ канавъ черезъ каждые 4 года съ затратою не болѣе 35 рублей на версту протяженія, осушительная сѣть будетъ вѣчна; притомъ всякое засореніе канавы въ отдѣльныхъ мѣстахъ легко устранимо; подземный же дренажъ, рѣдко требуя частичныхъ ремонтовъ, приходитъ черезъ нѣкоторое время (20—30 лѣтъ, а въ условіяхъ неблагопріятныхъ и при фашинномъ дренажѣ и гораздо скорѣе) въ совершенное разстройство и требуетъ перекладки заново.

4) Откосы и бровки канавъ, при экстенсивномъ осушеніи болотъ, не являются разсадниками сорныхъ травъ; напротивъ, на нихъ появляются болѣе культурныя, чѣмъ растущія на болотѣ, травы, и именно, отъ канавъ можетъ начинаться замѣна болотной флоры луговой; даже первоначальная болѣе интенсивная культура осушенныхъ болотъ, напр., посадка капусты, начинается на кавальерахъ (валахъ изъ земли, вынутой изъ канавъ).

5) На торфяныхъ болотахъ дренирующее дѣйствіе канавъ часто не прекращается всю зиму <sup>1)</sup>; вода въ канаву просачивается черезъ дно и нижнюю часть откосовъ ихъ, которые обычно не замерзаютъ, такъ какъ, во-первыхъ, защищены снѣгомъ, наполняющимъ канавы до верху, а, во-вторыхъ, непрерывный токъ просачивающейся воды грунтовой содержитъ достаточно въ себѣ тепла, чтобы предохранить дно канавы въ торфяномъ болотѣ отъ замерзанія.

Изъ изложеннаго ясно, что въ условіяхъ хозяйства сѣверной половины и частью западной Европейской Россіи, гдѣ насущнѣйшею меліорациею является осушеніе болотъ въ цѣляхъ обращенія ихъ въ сѣнокосы, устройство открытыхъ осушительныхъ каналовъ на нихъ является пріемомъ меліорации не устарѣлымъ, а напротивъ, и экономически и технически раціональнымъ, а во многихъ случаяхъ даже единственно возможнымъ.

---

<sup>1)</sup> По наблюденіямъ Раменской казенной гидрометрической станціи въ Московской губерніи и др.



## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

### Изысканія.

При намѣчаніи обширныхъ осушительныхъ работъ прежде, чѣмъ приступить къ подробнымъ инструментальнымъ изслѣдованіямъ, необходимо ознакомиться болѣе или менѣе детально съ общимъ характеромъ района и лишь въ зависимости отъ данныхъ этого обслѣдованія намѣтить инструментальныя изысканія.

Такое предварительное общее обслѣдованіе крайне важно, такъ какъ бываютъ случаи, что данныя этихъ обслѣдованій выясняютъ нецѣлесообразность намѣчаній и такимъ образомъ предохраняютъ отъ напрасныхъ затратъ времени и труда. Напримѣръ, общія обслѣдованія могутъ указать, что водопріемникъ (рѣчка, озеро и пр.) находятся въ такомъ состояніи, что на его урегулированіе, пониженіе уровня, расчистку и пр. придется затратить такія крупныя средства, которыя совершенно не подѣ силу предпринимателю или же ложатся слишкомъ большими расходами, экономически невыгодными, на площадь намѣченной меліорации. Или же, что очень часто бываетъ, встрѣчаются юридическія осложненія: при общихъ обслѣдованіяхъ выясняется иногда, что для надлежащаго проведенія меліорации необходимо распространить осушительную сѣть и на земли сосѣднихъ владѣльцевъ, не дающихъ на то своего согласія или ставящихъ при согласіи такія условія, которыя являются явно невыгодными для предпринимателя. Въ такихъ случаяхъ изысканія и ограничиваются этими, давшими отрицательные результаты, общими предварительными обслѣдованіями.

Эти предварительныя обслѣдованія, однако, необходимы не только при намѣчаніи обширныхъ, захватывающихъ большія территоріи, но въ большинствѣ случаевъ и при намѣчаніи отдѣльныхъ, сравнительно небольшихъ по площади меліораций.



И здѣсь необходимо выясненіе положенія и состоянія водопріемника, установленіе вліянія осушительныхъ работъ на сосѣднія земли и проч.

Такимъ образомъ, въ общемъ, изысканія подраздѣляются на общія и спеціальныя.

**Общія изысканія** имѣютъ цѣлью выясненіе характера района, заключающаго въ своихъ предѣлахъ предполагаемыя къ осушенію болотныя площади, какъ въ отношеніи ихъ пригодности для сельскохозяйственной культуры, такъ и въ отношеніи топографическомъ, климатическомъ, гидрологическомъ, геологическомъ, почвенномъ, ботаническомъ и общеэкономическомъ и, наконецъ, во многихъ случаяхъ юридическомъ. Кромѣ того, общія изысканія имѣютъ цѣлью выясненіе главныхъ водоотводовъ для осушенія болотныхъ площадей даннаго района.

Разъ произведенное всесторонне общее изслѣдованіе района должно быть положено въ основу всѣхъ слѣдующихъ затѣмъ въ теченіе многихъ лѣтъ частныхъ изысканій для осушенія отдѣльныхъ болотъ, принимая, конечно, во вниманіе лишь измѣненіе обще-экономическихъ условій этого района; поэтому такое общее изысканіе, если оно предпринято, требуетъ тщательности, продолжительности и слагается изъ слѣдующихъ работъ:

1) Рекогносцировочнаго осмотра района съ имѣющимися въ продажѣ картами Главнаго Штаба въ масштабѣ 2 и 3 версты въ дюймѣ, въ цѣляхъ опредѣленія направленія будущихъ ходовыхъ линій, отысканія мѣстоположенія существующихъ и назначенія мѣстъ новыхъ основныхъ реперовъ и установленія программы дальнѣйшихъ работъ.

2) Изученія метеорологическихъ элементовъ (атмосферныя осадки, температура, испареніе и пр.) района путемъ собиранія записей существующихъ въ районѣ метеорологическихъ станцій <sup>1)</sup>, а также устройства новыхъ дождемѣрныхъ постовъ, если въ изучаемомъ районѣ никакихъ метеорологическихъ наблюденій не имѣется.

3) Выясненіе высшихъ горизонтовъ воды въ рѣкахъ и озерахъ района помощью устройства временныхъ водомѣрныхъ по-

---

<sup>1)</sup> Свѣдѣнія о метеорологическихъ станціяхъ и о данныхъ наблюденій на нихъ печатаются въ „Ежемесячныхъ метеорологическихъ бюллетеняхъ“ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи и въ „Годовыхъ сводкахъ“.



стовъ на нихъ черезъ опредѣленное разстояніе другъ отъ друга (5—10 верстъ) и опредѣленія расходовъ воды на нихъ при различныхъ горизонтахъ.

4) Топографическаго изслѣдованія района общео нивеллировкою по намѣченнымъ ходовымъ линіямъ съ установкою примѣрно черезъ каждыя 5 верстъ прочныхъ реперовъ и взятіемъ высотъ: а) горизонтовъ воды въ пересѣкаемыхъ ходовыми линіями рѣкахъ, ручьяхъ и озерахъ; б) слѣдовъ намоинъ отъ вышнихъ горизонтовъ воды на деревьяхъ, мостовыхъ сваяхъ, береговыхъ обрывахъ и т. п. мѣстахъ; в) уровней воды въ колодцахъ; г) мостовыхъ настиловъ и частей.

Нивеллировка должна производиться замкнутыми полигонами, при чемъ невязка по линіямъ, по которымъ выставляются основные реперы, подлежащіе опубликованію, должна быть въ саженьяхъ не болѣе  $0,003 \cdot \sqrt{L} + 0,0003 \cdot L$ , гдѣ  $L$ —число пройденныхъ верстъ.

Для нивеллировокъ линій второстепенныхъ величина допускаемой невязки не должна превосходить  $0,005 \cdot \sqrt{L} + 0,0005 \cdot L$ . Напримѣръ, при длинѣ сторонъ замкнутого полигона въ 9 верстъ, допускаемая невязка при общихъ изысканіяхъ вычисляется такъ:

$$0,005 \cdot \sqrt{9} + 0,0005 \cdot 9 = 0,015 + 0,0045 = 0,0195 \text{ сажени.}$$

5) Геологическаго изслѣдованія района устройствомъ специальныхъ буровыхъ скважинъ и изученіемъ породъ, извлеченныхъ ранѣе изъ существующихъ въ районѣ скважинъ и по существующимъ обнаженіямъ.

6) Изученія почвы, растительности и водъ района, состоящаго изъ: а) выясненія видовъ встрѣчающейся растительности въ лѣсахъ, на поляхъ, лугахъ и болотахъ района; б) собиранія гербарія; в) взятія образцовъ почвы; г) взятія пробъ воды изъ рѣкъ, прудовъ и колодцевъ; д) производства анализа взятыхъ образцовъ почвы и воды.

7) Собиранія общихъ экономическо-статистическихъ данныхъ для сужденія по нимъ и по имѣющимся печатнымъ матеріаламъ о своевременности, потребности и выгоды осушительныхъ работъ въ районѣ; при этомъ необходимо выяснить: 1) родъ существующей эксплуатаціи заболоченныхъ мѣстъ и прочихъ угодій района и, если таковыя имѣются, осушенныхъ болотъ; 2) доходность всякаго рода угодій; 3) мѣста сбыта добываемыхъ продуктовъ.

8) Выясненія границъ землевладѣній.



По каждой категоріи работъ общихъ изысканій или изслѣдованій выработаны детальныя программы и обширныя инструкціи, изложеніе которыхъ не входитъ въ спеціальную книгу осушенія болотъ.

Главнѣйшими подробными программами и инструкціями общихъ изслѣдованій, выпущенными отдѣльными брошюрами являются:

Инструкція Отдѣла Земельныхъ Улучшеній для производства изысканій съ цѣлью осушенія болотъ и заболоченныхъ угодій открытыми канавами.

Инструкція Гидрометрической Части Отдѣла Земельныхъ Улучшеній:

Выбора мѣстъ подъ водомѣрные посты.

Устройства простѣйшихъ типовъ водомѣрныхъ постовъ.

Наблюденій за горизонтомъ водъ.

Изученія поверхностнаго стока.

Устройства створныхъ сѣченій.

Наблюденія надъ интенсивностью таянія снѣга.

Программы и инструкціи Управленія работъ и изысканій въ среднемъ и нижнемъ Поволжьѣ:

Гипсометрическое обслѣдованіе.

Гидрогеологическое изслѣдованіе.

Гидрометрическія и метеорологическія изслѣдованія.

Агрономическое и почвенное изслѣдованіе.

Изученіе водопользованія.

Гидромодульныя изслѣдованія.

Экономическое и Статистическое обслѣдованіе.

Спеціальныя изслѣдованія.

Программы гидрологическаго изслѣдованія и изученія воднаго хозяйства Тульской губерніи. Изданіе Тульского Губернскаго Земства.

**Спеціальныя изысканія** для осушенія болотъ производятся въ районахъ, какъ ранѣе изслѣдованныхъ общими изысканіями по указанной выше схемѣ, такъ и въ районахъ, гдѣ таковыхъ изслѣдованій не производилось. Въ обоихъ случаяхъ предварительно осушенія требуется составленіе техническаго проекта со смѣтою, для чего необходимо производство на мѣстѣ детальныхъ изысканій помощью спеціальныхъ инструментовъ. Такія изысканія должны распространяться, по возможности, на всю водосборную площадь подлежащаго осушенію болота. Изъ природы болотъ явствуется, что при осушеніи болотъ моховыхъ—площадь водосбора иногда совпадаетъ съ площадью болота, при осушеніи низинныхъ болотъ—нивелировку, при тщательномъ составленіи проекта осушенія, необходимо продолжить за предѣлы болота до водораздѣловъ, съ которыхъ вода стекаетъ въ болото.

Для составленія проекта сѣтки канавъ необходимо, прежде всего, выяснить направленіе уклона поверхности земли, подлежащей осушенію. При незначительныхъ заболоченныхъ пространствахъ,



расположенныхъ въ долинахъ или котловинахъ съ опредѣленнымъ выходомъ, или даже началомъ русла протока, направленіе уклона поверхности опредѣляется безъ всякихъ инструментальныхъ работъ; на ровныхъ же, не ограниченныхъ холмами заболоченныхъ пространствахъ, особенно покрытыхъ зарослями растений, а тѣмъ болѣе лѣсомъ, или же расположенныхъ на водораздѣлахъ какъ, на примѣръ, моховыя болота, часто на значительной площади незамѣтно ни русла рѣчки, ни движенія воды. Опредѣленіе уклоновъ на глазъ въ этихъ случаяхъ совершенно невозможно; на чистомъ мѣстѣ паденіе въ 1 саж. на 500 саж. (уклонъ 0,002), считающееся при проектированіи каналовъ значительнымъ, замѣтить можно только опытнымъ глазомъ; если же пространство покрыто зарослью выше роста человѣка, то и такого уклона глазомъ поймать не удастся. По сообщенію инженера Рудинскаго <sup>1)</sup> паденіе менѣе 1 арш. на 500 саж. не улавливается въ степи даже опытными туземцами въ Туркестанѣ. Глазъ даетъ столь сбивчивыя впечатлѣнія, что человѣкъ, ставъ въ долинѣ на мосту черезъ незначительный ручей съ весьма большимъ уклономъ, не можетъ иногда сказать, куда этотъ ручей течетъ, не взглянувъши внимательно въ движеніе воды; нерѣдко очертанія береговъ долины бываютъ таковы, что кажется, что ручей бѣжитъ въ гору. Кромѣ того, при составленіи обоснованнаго проекта, недостаточно знать только направленіе уклона поверхности, а необходимо знать и величину этого уклона; при слишкомъ большомъ уклонѣ (о величинѣ сказано будетъ далѣе) магистральныя каналы, во избежаніе размывовъ, иногда слѣдуетъ вести не по линіи наибольшаго склона, а подъ острымъ угломъ къ горизонталямъ, или устраивать на нихъ перепады и т. п.; при маломъ уклонѣ осушка безъ устройства особыхъ сооружений можетъ оказаться столь несовершенной, что лучше вовсе отъ нея отказаться. Поэтому, при проектированіи цѣлой сѣти канавъ, какъ это обычно имѣетъ мѣсто на большихъ болотахъ, необходимо имѣть ясное представленіе не только о главномъ направленіи стока, которыхъ можетъ быть при томъ нѣсколько, но и о всѣхъ второстепенныхъ, т.-е. необходимо знать точно рельефъ мѣстности. Далѣе, при проектированіи линій канавъ имѣетъ значеніе не только рельефъ поверхности, но и мощность торфяного слоя, о чемъ

---

<sup>1)</sup> Курсъ Ирригаціи, изд. 1902 г.



будетъ указано далѣе, и, наконецъ, для опредѣленія размѣровъ канавъ необходимо знать количество воды, которое будетъ по нимъ проходить. Изъ изложеннаго ясно, что при составленіи проекта необходимо, кромѣ представленія о цѣли самаго осушенія, имѣть данныя о величинахъ и направленіяхъ уклоновъ, о характерѣ грунта, въ частности о мощности торфяного слоя, объ остаткахъ въ этомъ слоѣ (корни бывшихъ деревьевъ), о слоѣ, подстилающемъ торфъ, о растительности, о притокѣ воды съ прилегающихъ земель и характерѣ того пріемника, въ который предполагается пустить воду съ осушаемой площади, иначе говоря, необходимо произвести подробный осмотръ мѣста, геодезическую съемку, если нѣтъ плана, нивелировку поверхности и зондировку грунта. Кромѣ того необходимо собрать данныя, указывающія на экономическую рациональность предполагаемыхъ работъ.

**Осмотръ мѣста** выясняетъ, прежде всего, мѣстонахожденіе и родъ пріемника для главной осушительной канавы. Весьма часто при работахъ обычнаго масштаба, т.-е. на землѣ одного владѣльца, будь то частное лицо, крестьянская община или государство, пріемникъ главной канавы, рѣка, находится внѣ границъ даннаго владѣнія; это обстоятельство сразу осложняетъ не только самое проведеніе канавъ, но даже и инструментальныя изысканія, такъ какъ безъ разрѣшенія владѣльца земли нельзя, не соблюдая продолжительныхъ формальностей, производить на его землѣ и изысканій (см. далѣе о существующемъ законѣ), если бы даже этимъ не причинялось ему никакого вреда. Слѣдовательно, при наличности такого обстоятельства, необходимо заручиться согласіемъ владѣльцевъ, на землю коихъ направлень стокъ воды, на производство инструментальныхъ изысканій по ихъ землямъ до ясно выраженнаго пріемника, русла рѣчки. Изысканія здѣсь будутъ заключаться обычно только въ промѣрѣ и нивелированіи линіи магистральной канавы вплоть до рѣки.

Осмотръ мѣста выясняетъ, далѣе, наличность или отсутствіе руселъ протоковъ на заболоченномъ пространствѣ и возможность или невозможность воспользоваться ими при проведеніи канавъ; во многихъ случаяхъ на болотахъ имѣются слѣды прежнихъ канавъ (сдѣланныхъ, какъ обычно объясняютъ, во время крѣпостного права) или зачатки руселъ протоковъ воды, особенно на травяныхъ болотахъ; обычно, или прямо по нимъ или рядомъ,



пересѣкая извилины ихъ, приходится намѣчать и новыя осушительныя каналы; во всякомъ случаѣ, зачатки руселъ значительно облегчаютъ выборъ мѣста прохожденія магистральныхъ каналовъ. Однако необходимо помнить, что на болотѣ съ мощнымъ торфомъ видимое русло протока въ торфяномъ грунтѣ иногда значительно перемѣщено относительно прежняго русла въ минеральномъ грунтѣ. Между тѣмъ прорытіе магистралі по спрямленію прежняго русла является технически обычно болѣе цѣлесообразнымъ, чѣмъ прорытіе ея по линіи русла, образовавшагося послѣ напластованія торфа.

Невозможность произвести осушеніе безъ примѣненія дорогихъ техническихъ работъ или безъ уничтоженія существующихъ сооружений, часто также выясняется уже при первомъ осмотрѣ мѣстности; водяныя мельницы, давая дешевую энергію для мукомольи и другихъ мелкихъ сельскихъ техническихъ производствъ, въ то же время подтопляютъ обычно значительныя площади сѣнокосовъ, обращая ихъ въ болота; рытье каналовъ на такомъ затопленномъ лугу, понятно, совершенно бесполезно; надо или понизить порогъ водослива мельницы или, что еще дѣло будущаго, ограждать эти луга дамбами. Добиться добровольнаго пониженія порога водослива мельницы обычно бываетъ невозможно и потому отъ работы приходится на время, до благопріятнаго окончанія судебного дѣла, отказываться.

Предварительный осмотръ выясняетъ, затѣмъ, условія дальнѣйшихъ инструментальныхъ изысканій; пространство чистое отъ зарослей, не покрытое кочками и верховою водою представляетъ наиблагопріятнѣйшія условія работы; мѣсто, покрытое кочками, работы не задерживаетъ, но требуетъ при изысканіяхъ гораздо большихъ физическихъ усилій при ходьбѣ; лѣсъ на болотѣ бываетъ обычно рѣдокъ и удаленіе (рубка или спиливаніе) отдѣльныхъ деревьевъ идетъ довольно быстро; худшія условія создаетъ кустарникъ, особенно густой ивнякъ (лоза), трудно поддающійся топору при массѣ гибкихъ вѣтвей на единицѣ площади; въ этихъ условіяхъ въ рабочій день проходится пикетажемъ всего около полуторы версты.

Причины заболачиванія также часто выясняются уже при общемъ осмотрѣ мѣста; замѣчается значительный притокъ воды со стороны при отсутствіи оформленнаго русла потока, выходъ у склона горы грунтовыхъ водъ, медленно стекающихъ затѣмъ къ



серединѣ долины, выдѣляя часто минеральныя соединенія (ржавчину), загрязняющія траву, подпоръ плотиною, желѣзнодорожнымъ или другого рода мостомъ, устройство по ручью загражденій въ цѣляхъ рыбной ловли (язы, язи), въ видѣ плетней, передъ которыми набрасываются еще, для большей непроницаемости, кочки и пр., устройство переѣздовъ и переходовъ черезъ русла наваливаніемъ въ нихъ хвороста, навоза, сѣна.

Общій осмотръ значительно облегчается предварительнымъ изученіемъ мѣстности сначала по картѣ, а затѣмъ по планамъ. Для этой цѣли служатъ карты Генеральнаго Штаба, составленныя въ масштабѣ 3 версты въ дюймѣ—для большинства губерній Европейской Россіи и 2 версты въ дюймѣ для нѣкоторыхъ губерній (Московской).

На этихъ картахъ, продающихся отдѣльными листами, нанесены всѣ селенія, дороги, самыя незначительныя рѣчки, отмѣчены условными знаками лѣса, кустарники, возвышенности и болота; одно уже внимательное разсмотрѣніе такой карты, особенно масштаба 2 версты въ дюймѣ, выясняетъ, если дѣло идетъ объ осушеніи значительной площади, направленіе стока воды и родъ пріемника для магистральной канавы.

Однако для многихъ губерній (восточная часть Европейской Россіи) существуютъ карты только въ масштабѣ 10 верстъ въ дюймѣ, по которымъ уже ориентироваться на болотѣ невозможно.

Разсмотрѣніе, затѣмъ, плановъ земель, составленныхъ обычно въ масштабѣ 100 саж. въ дюймѣ, выясняетъ границы владѣній, площади болотъ отдѣльныхъ владѣльцевъ, приблизительное протяженіе магистральной канавы и даже, часто, протяженіе боковыхъ къ ней стрѣлокъ.

Если нѣтъ плановъ земель у владѣльцевъ ихъ, что часто наблюдается по владѣніямъ крестьянскихъ обществъ, то таковыя планы возможно бываетъ найти въ Губернскихъ Чертежныхъ.

**Съемка и пикетажъ.** За общимъ осмотромъ заболоченнаго пространства слѣдуетъ разбивка ходовыхъ линій для нивелировочной съемки болота.

Вдоль болота, приблизительно по срединѣ его, гдѣ предполагается магистральная канава, прокладывается главная ходовая линія, начиная сверху или снизу болота. Въ начальной точкѣ забивается пикетный коль, по возможности, прочнѣе и большего



діаметра, съ затескою для надписи. Въ курсахъ геодезіи указывается, при изложеніи отдѣла о нивелировкѣ, забивка на каждомъ пикетѣ двухъ кольевъ: одного, называемаго точкою, вровень съ землею для установки на немъ рейки, другого, называемаго сторожкомъ, рядомъ съ первымъ, верхушкою выше поверхности земли для надписи номера (рис. 33).

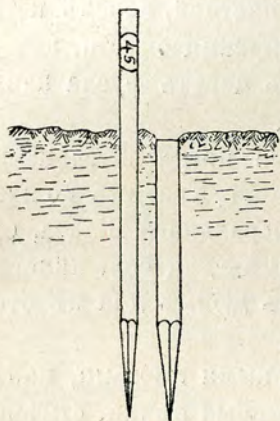


Рис. 33.

При нивелированіи болотъ чаще принято забивать на пикетѣ одинъ колъ съ зарубкою, на которую устанавливается рейка. Колъ долженъ быть забитъ настолько, чтобы зарубка приходилась на уровнѣ почвы, ниже мохового покрова (рис. 34); въ топкихъ мѣстахъ колъ забивается такъ, чтобы подошва ноги, опирающаяся одною половиною на зарубку кола, другою половиною

ощущала бы подъ собою сопротивленіе торфяной массы. Верхняя часть его (выше зарубки) должна быть настолько длинна, чтобы колъ не затерялся между травою и кочками; обычно для этого достаточна длина въ  $\frac{3}{4}$  аршина; длина нижней части зависитъ всецѣло отъ грунта: для песчаного, глинистаго грунта достаточна длина  $\frac{3}{8}$  аршина, для плотнаго торфяного—1 аршинъ, для зыбкаго грунта длина дѣлается 2 и болѣе аршина, такимъ образомъ, чтобы колъ возможно менѣе колебался вмѣстѣ съ поверхностью болота. Діаметръ кола отъ 1 до  $1\frac{1}{2}$  вершковъ. При работахъ Западной Экспедиціи по осушенію болотъ пикеты приготовлялись иногда длиною до  $1\frac{1}{2}$  сажень, діаметромъ 3—4 вершка. Заготавливаются колья обычно на мѣстѣ работы изъ растущихъ здѣсь же на болотѣ березъ, сосенокъ и ольхи, такъ какъ подвозка ихъ по топкому болоту невозможна, а подтаскиваніе слишкомъ тяжело. Рабочіе принаравливаются сначала вытесывать на деревѣ зарубку и верхнюю часть для надписи, а затѣмъ уже срубить дерево, а не наоборотъ, такъ какъ срубленное дерево на зыбкомъ болотѣ обдѣлывать труднѣе, чѣмъ на корню. Отъ начальнаго, нулеваго пикета, поставивъ на немъ вѣшку,

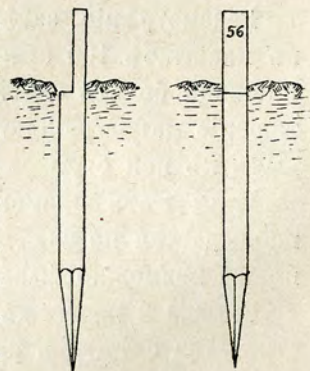


Рис. 34.



по выбранному направленію промѣряется 50 или 100 сажень, гдѣ ставится пикетъ № 1 и вторая вѣшка; для лучшей видимости на вѣшки насаживаются горсти мха. Затѣмъ идутъ по продолженію двухъ первыхъ точекъ, ставя пикеты и далѣе черезъ 50 или 100 сажень. При изысканіяхъ чинами Западной

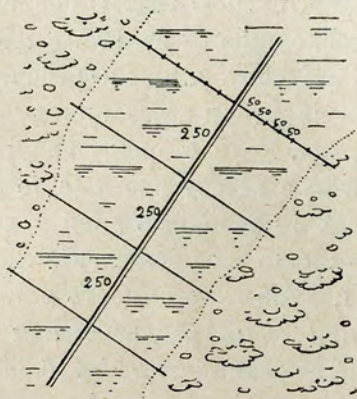


Рис. 35.

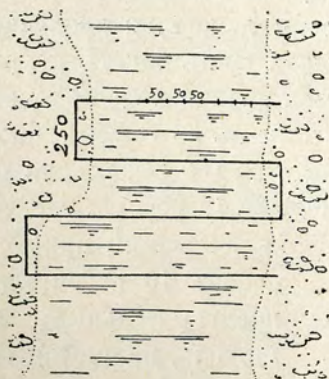


Рис. 36.

Экспедиціи пикеты ставились на ровномъ болотѣ черезъ 100 сажень другъ отъ друга.

Направленіе ходовой линіи намѣчается или ранѣе по имѣющемуся плану, или берется на глазъ такъ, чтобы она проходила по срединѣ болота. Сажень чрезъ 250—500, смотря по рельефу и площади болотъ, назначаются поперечные ходы, отъ края до края болота съ забивкою однородныхъ же пикетовъ (черт. 35.) При трудно проходимомъ болотѣ, когда человекъ погружается до таза, ходовую линію можно вести не по срединѣ болота, а по краямъ переходя въ этомъ случаѣ болото только поперечными ходами, какъ указано на чертежѣ № 36. Вслѣдствіе удлиненія ходовой линіи, въ этомъ случаѣ увеличивается погрѣшность нивелированія. Для устраненія этого недостатка предпочтительнѣе обойти болото замкнутымъ полигономъ, какъ указано на черт. 37. Въ случаѣ совершенно непроходимаго по своей топкости болота ходовая линія прокладывается по краю, чѣмъ удастся все же опредѣлить уклонъ поверхности воды на

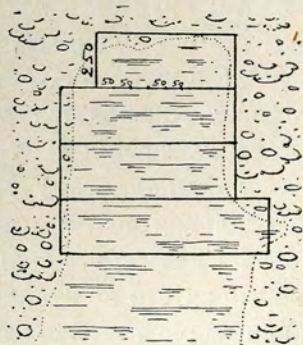


Рис. 37.



немъ. Въ лѣсахъ разбитыхъ на кварталы, ходовыя линіи общихъ изысканій прокладываются обычно по квартальнымъ просѣкамъ.

Разбивка поверхности болота ходовыми линіями на квадраты, какъ то иногда рекомендуется въ курсахъ, обычно не производится, такъ какъ это сопряжено съ значительною тратою времени, труда и денегъ, а практической необходимости въ этомъ нѣтъ. Большая часть болотъ покрыта кустарникомъ и при 10 рабочихъ удастся пройти въ день въ этихъ условіяхъ, при разстояніи между пикетами въ 50 сажень, около 3 верстъ. Если стороны квадрата принять за 100 сажень, то на квадратную версту протяженіе линій будетъ 12 верстъ, т.-е. потребуется 40 рабочихъ дней только на общія изысканія; прибавивъ сюда еще на проложеніе линій



канавъ 10 рабочихъ дней, получимъ стоимость однихъ предварительныхъ работъ при цѣнѣ рабочаго дня въ 1 рубль, не считая оплаты труда техника, въ 50 рублей на одну квадратную версту.

Для измѣренія линій служить обыкновенная землемѣрная десятисаженная цѣпь или стальная лента такой же длины. Цѣпь должна быть составлена изъ возможно болѣе легкихъ звеньевъ и притомъ соединенныхъ между собою промежуточными кольцами, (черт. 38). Первое условіе облегчаетъ работу измѣренія, а второе предохраняетъ звенья отъ сгибанія при складываніи и разборкѣ цѣпи; далѣе, въ цѣпи должно быть возможно менѣе выступающихъ частей, какъ то: крупныхъ бляхъ съ указаніемъ саженей, крупныхъ колецъ въ соединеніяхъ, такъ какъ на болотѣ онѣ задѣваютъ за пеньки вырубленнаго кустарника, за срубленные деревья и т. п., на нихъ набирается трава, мохъ и сучья—все это дѣлаетъ работу измѣренія ею труднѣе и медленнѣе; тащить такую цѣпь по болоту подъ силу только взрослому рабочему.

Стальная лента имѣетъ значительное преимущество передъ цѣпью въ томъ, что благодаря малому вѣсу и гладкой поверхности, она, ни за что не задѣвая, легко скользитъ по поверхности болота и измѣреніе ею могутъ безъ труда производить подростки. Недостатокъ же лентъ заключается въ ихъ ломкости; на крутыхъ поворотахъ и послѣ стоянокъ, когда лента спутывается, а затѣмъ неосторожно натягивается, она оказывается часто скрученной и въ срединѣ ея образуются петли, на которыхъ, при порывистомъ



натягиваніи, происходитъ легко разрывъ ленты. Починка же разорванной ленты труднѣе починки разорванной цѣпи, въ которой она можетъ быть сдѣлана всегда на мѣстѣ работъ веревкою или проволокою. Широкія ленты подвергаются поломкѣ рѣже узкихъ.

Для починки ленты на мѣстѣ работъ необходимо имѣть съ собой особые щипцы, пробивающіе въ лентѣ отверстія по ея краямъ, въ которые вставляются заклепки, закрѣпляемыя этими же щипцами.

Направленія всѣхъ линій опредѣляются гониометромъ, отсчитывая румбы ихъ и внутренніе углы.

Пикеты подписываются цвѣтнымъ или чернымъ карандашомъ, если тотчасъ же послѣ общихъ изысканій будетъ намѣчаться и сѣтъ каналовъ, или краскою (голландская сажа, сурикъ и др.) если надписи должны сохраниться до слѣдующаго года.

При описанной разбивкѣ ходовыхъ линій необходимо рабочихъ: для мѣры линій цѣпью или стальной лентой—2, для забивки кольевъ—1, для прочистки линій отъ зарослей, смотря по густотѣ—1, 2, 3,—всего, слѣдовательно, не менѣе 5 человѣкъ.

**Опредѣленіе глубины торфа.** Одновременно съ описанными измѣреніями можетъ производиться и измѣреніе толщины торфяного слоя у каждаго пикета помощью металлическаго зонда. Простѣйшій зондъ для быстрого опредѣленія глубины торфа состоитъ изъ навинчивающихся одна на другую сплошныхъ штангъ, длиною  $1\frac{1}{2}$  аршина каждая, діаметра около  $\frac{1}{2}$  дюйма. Штанги раздѣлены на четверти аршина или десятыя доли сажени; наконечникъ имѣетъ незначительное расширеніе съ полостью, которая захватываетъ при поворачиваніи зонда частицу грунта (черт. 39). Такой зондъ свободно проходитъ торфяной слой и нѣсколько входитъ въ подстилающую породу—песокъ, глину; о подстилающей породѣ и свойствахъ торфа возможно судить при работѣ этимъ зондомъ лишь приблизительно, такъ какъ образцовъ ихъ не захватывается. Для работы имъ и переноски нуженъ одинъ рабочій.

Кромѣ описаннаго простѣйшаго зонда предложенъ и употребляется рядъ болѣе сложныхъ типовъ, отличающихся преиму-

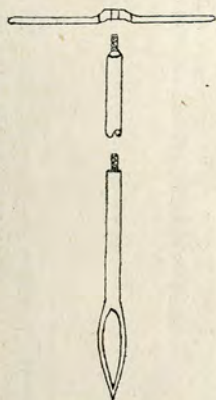


Рис. 39.



щественно конструкціей наконечника. Имѣють распространіе слѣдующіе типы:

Бурь—зондъ Сытина, изображенный на рисункѣ 40 и употребляемый при изслѣдованіи не только глубины, но и качества торфяныхъ залежей.

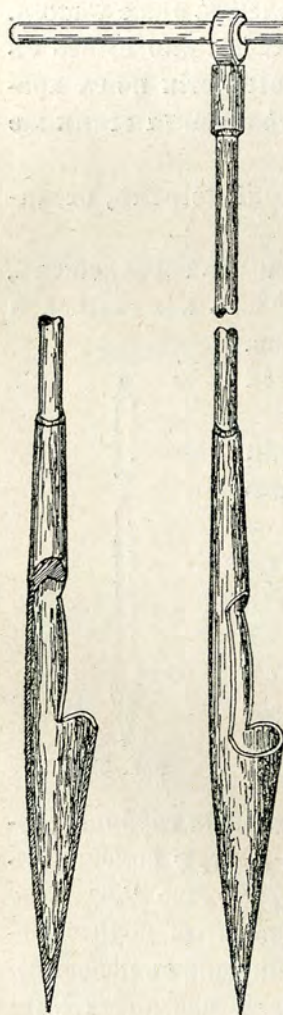


Рис. 40.

Наконечникъ его представляетъ собою расширенный въ верхней части и заостренный книзу пустотѣлый конусъ. При опусканіи наконечника внизъ онъ остается пустымъ, при подниманіи онъ захватываетъ массу торфа съ той глубины, откуда началось его подниманіе. Для лучшаго захватыванія торфа возможно верхнее отверстіе конуса снабдить спиральнымъ придаткомъ, который при поворачиваніи зонда въ торфѣ срѣзаетъ образецъ торфа на глубинѣ своего положенія. Длина наконечника около 7 дюймовъ, діаметръ  $1\frac{1}{2}$  дюйма. Наконечникъ наворачивается на штанги, соединенныя между собою круглыми или прямоугольными муфтами. Недостатками зонда Сытина являются: 1) трудность захватить верхній слой подпочвы, что необходимо при проектированіи осушенія, 2) нарушеніе естественнаго строенія образца торфа, 3) возможность при извлеченіи зонда захватыванія торфа изъ верхнихъ слоевъ болота.

Хозяйственный буръ Войслава (рис. 41) снабженъ для захватыванія образца торфа полымъ цилиндромъ-ложкою съ продольнымъ прорѣзомъ, черезъ который забирается въ цилиндръ образецъ торфа при поворачиваніи бура. Цилиндръ снабжается винтовымъ или лопастнымъ придаткомъ, втягивающимъ буръ вглубь при поворачиваніи его. Штанги соединены помощію круглыхъ муфтъ. При удачной конструкціи цилиндра имъ можно извлекать съ глубины образцы плотнаго торфа съ сохраненіемъ естественнаго строенія ихъ. Образцы же жидкаго торфа этимъ буромъ извлечь не удастся.



Для тщательнаго взятія образцовъ торфа съ разныхъ глубинъ употребляется буръ Гиллера (рис. 42), имѣющій нако-  
нечникъ въ видѣ цилиндра большаго діаметра, чѣмъ штанги и

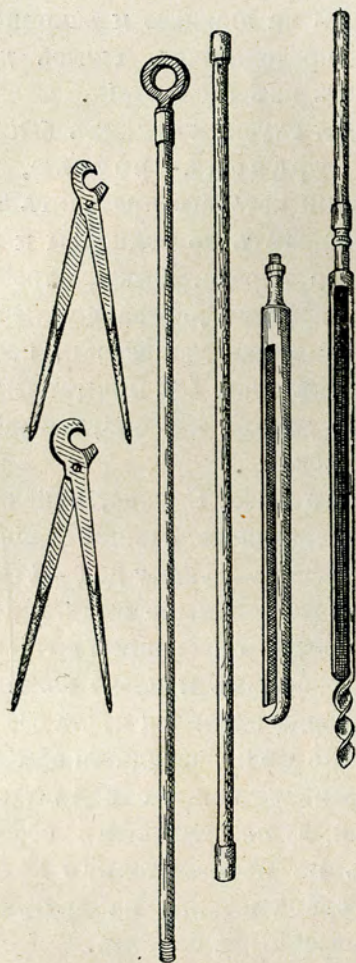


Рис. 41.

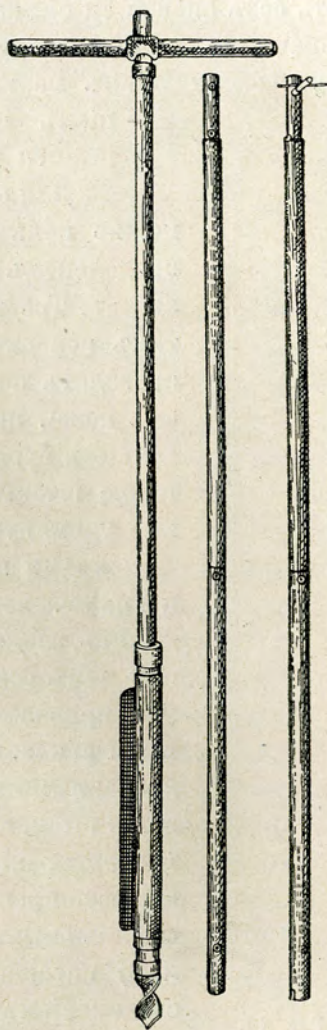


Рис. 42.

вмѣщающій торфа объемомъ до одного литра. \*) Цилиндръ за-  
крывается посредствомъ небольшой выдвижной дверки, снабжен-  
ной выступающей планкой. При вращеніи прибора вправо (при  
введеніи бурава) планка упирается въ слои торфа и цилиндръ  
остается закрытымъ. При вращеніи влѣво—выдвижная дверка

\*) Описаніе бура извлечено изъ книги „Руководство по культурѣ болота“ Берша.



открывается и торфяная масса наполняет находящуюся въ цилиндрѣ полость. Вращеніемъ вправо цилиндръ снова закрывается и образецъ можетъ быть поднять, такимъ образомъ, на поверхность безъ опасности смѣшать его съ торфомъ верхнихъ слоевъ. Наконечникъ прикрѣпляется къ штангѣ и штанги другъ къ другу насаживаніемъ верхней штанги на нижнюю и закрѣпленіемъ винтомъ, проходящимъ сквозь двѣ штанги въ мѣстахъ ихъ соединенія.

Для опредѣленія глубины мелкихъ болотъ можно пользоваться буромъ-тростью, въ продольномъ направленіи котораго проходитъ желобокъ. Трость проталкиваютъ до подпочвы и затѣмъ поворачиваютъ ее вправо. Вынувъ трость, проводятъ по желобку кускомъ дерева или лезвіемъ ножа, при чемъ вынимается профиль пройденныхъ буромъ слоевъ (рис. 43). Примѣняются также штанги, длиною до 2-хъ метровъ, снабженные упомянутымъ желобкомъ.

Зондами простѣйшаго типа, Сытина, Войслава и Гиллера возможно производить, навинчиваніемъ штангъ, зондировку торфа на глубину до 3—4 саж. при чемъ соединеніе и разъединеніе штангъ должно производиться по мѣрѣ опусканія и вытаскиванія зонда. Самымъ опаснымъ и плохо конструированнымъ мѣстомъ зонда являются мѣста соединенія штангъ. Соединеніе это производится обычно: 1) ввертываніемъ суженнаго конца одной штанги въ расширение другой, 2) ввертываніемъ обоихъ соединяемыхъ штангъ въ промежуточную муфту и 3) насаживаніемъ одной штанги на другую и соединеніемъ ихъ поперечнымъ болтомъ.

Свинчиваніе и развинчиваніе штангъ производятся руками или помощію клещей и ключей. Такая работа на каждомъ пикетѣ, помимо кропотливости, влечетъ быстрое изнашиваніе рѣзбы, особенно вслѣдствіе загрязненія ея торфомъ и пескомъ, а также при вставленіи иногда штанги въ муфту наискось, при каковомъ положеніи рѣзба искажается. Вслѣдствіе этого, при глубинахъ торфа до одной сажени, рабочіе часто вытаскиваютъ зондъ не развинчивая штангъ и въ такомъ видѣ.

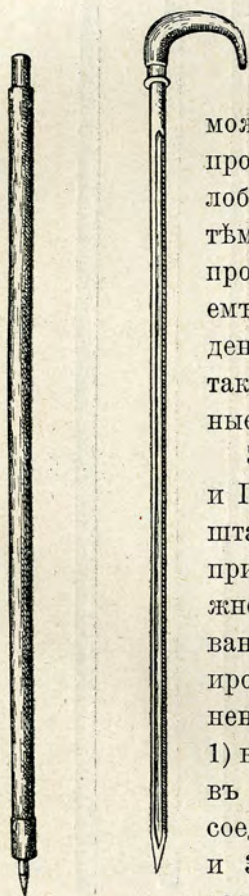


Рис. 43.



переносить для опусканія къ слѣдующему пикету; это значительно ускоряетъ работу, но влечетъ изгибъ зонда и частую поломку его въ мѣстахъ соединенія штангъ.

Передъ употребленіемъ новаго бура, изготовленнаго въ неспеціальныхъ мастерскихъ, необходимо убѣдиться, что нарѣзки на муфтахъ и штангахъ устроены въ такомъ направленіи, что при привычномъ, по ходу солнца, повертываніи зонда въ торфу при его опусканіи и взятіи образца торфа, штанги не вывертываются изъ муфтъ, а, напротивъ, закрѣпляются въ нихъ; при обратномъ направленіи нарѣзки часть зонда можетъ остаться въ глубинѣ болота.

**Нивеллированіе.** Нивелиръ — основной инструментъ гидротехника и какъ ни проста и однообразна работа имъ, однако только послѣ нѣсколькихъ мѣсяцевъ непрерывной работы, человѣкъ имѣетъ право сказать, что онъ можетъ вѣрно нивеллировать. Замкнутые полигоны на топкихъ болотахъ далеко не всегда увязываются и у опытныхъ нивелировщиковъ; происходитъ это чаще по одной изъ двухъ причинъ: отъ ошибки при отсчетѣ по рейкѣ или отъ небрежности рабочихъ, держащихъ рейки; вмѣсто установки на зарубку или вершину кола, рабочій ставитъ, напримѣръ, при одномъ отсчетѣ рейку на поверхность болота, а при другомъ отсчетѣ на зарубку кола, умалчивая о допущенной неправильности.

Наиболѣе распространенными нивеллирами для работъ на болотѣ являются нивелиры съ перекладными трубами (нивелиръ системы Эго), съ дальномѣрными нитями и съ треногами высотой не менѣе  $2\frac{1}{2}$  аршинъ. Привернутые къ ножкамъ деревянные уступы для надавливанія на нихъ, при установкѣ треноги, ногой, лучше отвернуть, такъ какъ при нихъ треногу, глубоко всаженную въ торфяную массу, трудно вытаскивать. При работѣ нивелиръ устанавливается приблизительно или точно по серединѣ между пикетами, обязательно двумя винтами по ходовой линіи; ножки треноги вдавливаются въ торфяную массу рукою. При узкой разстановкѣ ножекъ ихъ можно глубже загнать въ грунтъ, слѣдовательно, нивелиръ будетъ стоять прочнѣе, но въ этомъ случаѣ точки опоры его будутъ ближе къ нивелировщику и его движенія на зыбкой поверхности болота легче воспринимаются треногой; при широкой разстановкѣ ножекъ онъ менѣе загоняется въ грунтъ, но концы ихъ дальше отъ нивелировщика и потому менѣе чувствительны къ его передвиженію



у нивеллира; послѣдній приемъ предпочтительнѣе. На глубокихъ зыбкихъ болотахъ забиваются въ болото свайки и на зарубки въ нихъ устанавливается штативъ нивеллира (рис. 44), загнавъ ножки штатива такъ, чтобы крестовина, ихъ соединяющая, приняла бы на глазъ горизонтальное положеніе, закрѣпляютъ зажимные винты, соединяющіе ноги съ крестовиною штати-

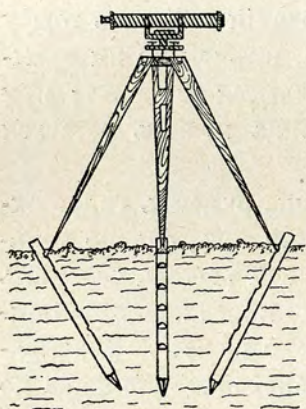


Рис. 44.

ва треноги; ставятъ трубу по линіи хода и устанавливаютъ подъемными винтами № 1 и № 2 (рис. 45) пузырекъ уровня нивелира на средину, поворачиваютъ трубку перпендикулярно къ линіи хода и вновь устанавливаютъ пузырекъ, вращая винтъ (3), поворачиваютъ трубу снова по ходу и т. д. до тѣхъ поръ, пока пузырекъ уровня будетъ оставаться на срединѣ при всякомъ положеніи трубы.

Установивъ нивеллиръ, дѣлаютъ отсчетъ не сходя съ мѣста; нагибаясь къ трубѣ, нивелировщикъ все же надавливаетъ одною ногою на поверхность болота болѣе, чѣмъ другою; пузырекъ на зыбкомъ грунтѣ сходитъ въ этомъ случаѣ съ середины; одновременно вращая оба винта по линіи хода нивелированія, приводятъ его на средину, оставаясь въ наклонномъ положеніи, въ которомъ производится отсчетъ; сдѣлавъ отсчетъ на заднюю рейку, повертываютъ нивеллиръ вокругъ вертикальной оси на  $180^\circ$  и направляютъ на переднюю; въ это время нивелировщикъ, наклонясь для отсчета съ другого конца, оставаясь на томъ же мѣстѣ, переступаетъ однако на другую ногу и пузырекъ снова сходитъ съ середины. Ни въ какомъ случаѣ нельзя отсчитывать, когда пузырекъ стоитъ не на срединѣ (зная, сколькимъ дѣленіямъ рейки соотвѣтствуетъ, при данномъ разстояніи, отклоненіе пузырька на одно дѣленіе уровня, можно отсчитывать, не добываясь центрального положенія пузырька, но при этомъ очень легко сбиться въ прибавленіи или вычитаніи поправки); установку же производить опять одновременнымъ вращеніемъ двухъ винтовъ. Среди нѣкоторыхъ техникъ существу-

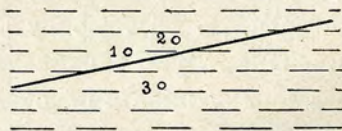


Рис. 45.



еть мнѣніе, что разъ нивеллиръ установленъ, то всѣ отсчеты на данной стоянкѣ должны быть произведены безъ подвертыванія винтовъ, чтобы не измѣнялся горизонтъ инструмента; эти опасенія совершенно неосновательны, такъ какъ при одинаковомъ одновременномъ подвертываніи въ разныя стороны двухъ винтовъ, высота инструмента не измѣнится замѣтнымъ образомъ; даже отъ подвертыванія одного винта онъ измѣнится на величину неувимую, отсчетъ же и при незначительномъ отклоненіи пузыря отъ середины, при разстояніи рейки въ 25 саж., отличается отъ истиннаго уже на нѣсколько тысячныхъ долей сажени.

На зыбкихъ мѣстахъ полученіе точныхъ результатовъ облегчается участіемъ въ установкѣ инструмента второго лица, хотя бы рабочаго; нивелировщикъ, установивъ нивеллиръ, принимаетъ положеніе, удобное для отсчета и смотреть въ трубу, поручая въ это время рабочему наблюдать за пузырькомъ и, дѣйствуя винтами, поправлять его положеніе; при этомъ оба лица могутъ совершенно не двигаться; въ моментъ, когда пузырекъ по указанію рабочаго стоитъ на срединѣ, производится точный отсчетъ <sup>1)</sup>. Чтобы при отсчетахъ возлѣ нивеллира не было никакихъ измѣненій въ распредѣленіи давленія на зыбкій грунтъ необходимо, въ крайнемъ случаѣ, участіе двухъ нивелировщиковъ; одинъ дѣлаетъ отсчетъ назадъ, второй въ это время наблюдаетъ за уровнемъ, затѣмъ второй дѣлаетъ отсчетъ впередъ, первый наблюдаетъ за уровнемъ; при этомъ оба могутъ оставаться безъ малѣйшаго измѣненія положенія. Для уменьшенія колебанія грунта можно становиться на положенныя специально у штатива жерди.

Порядокъ дѣйствій при отсчетахъ, слѣдовательно, таковъ:

Отсчетъ по задней рейкѣ,

повертываніе инструмента на 180°,

отсчетъ по передней рейкѣ,

перекладка трубы нивеллира (поднявъ трубу, повернуть инструментъ на 180° и вновь положить трубу),

снова отсчетъ по передней рейкѣ,

отсчетъ по задней рейкѣ.

---

<sup>1)</sup> При нѣкоторыхъ нивеллирахъ имѣется надъ уровнемъ боковое зеркальце, по которому во время отсчетовъ нивелировщикъ можетъ слѣдить за уровнемъ, не мѣняя своего положенія.



Требуется, чтобы одноименные отсчеты не отличались другъ отъ друга болѣе, чѣмъ на 0,002 саж. при разстояніи между пикетами въ 50 сажень и на 0,004 саж. при разстояніи въ 100 саж. Если нивеллирь не точно вывѣренъ, то разности отсчетовъ при перекладываніи трубы получаются систематически большія, что, однако, не всегда вызываетъ ошибки въ результатахъ нивелированія; напримѣръ, нивеллиромъ, у котораго ось уровня не параллельна оптической оси трубы, работать вполне можно, но обязательно съ перекладываніемъ трубы.

Правильная установка реекъ имѣетъ существенное вліяніе на точность нивелированія и потому отсчетъ долженъ производиться только при вертикальномъ положеніи ихъ. Правильное положеніе рейки въ плоскости перпендикулярной къ линіи хода повѣряется по вертикальному волоску въ трубѣ нивеллира; правильное же положеніе рейки въ плоскости нивелирнаго хода можетъ быть повѣрено слѣдующимъ образомъ: заставляютъ рабочаго, держащаго рейку, слегка покачивать ее взадъ и впередъ и записываютъ меньшій отсчетъ по ней. При покачиваніи рейка легко соскользаетъ съ зарубки кола, на что необходимо всегда обращать вниманіе рабочаго, а для возможности покачиванія рейки приходится пикетныя колья забивать съ небольшимъ наклономъ къ заду.

Неточность отсчета при наклонномъ положеніи рейки увеличивается съ увеличеніемъ высоты установки нивеллира.

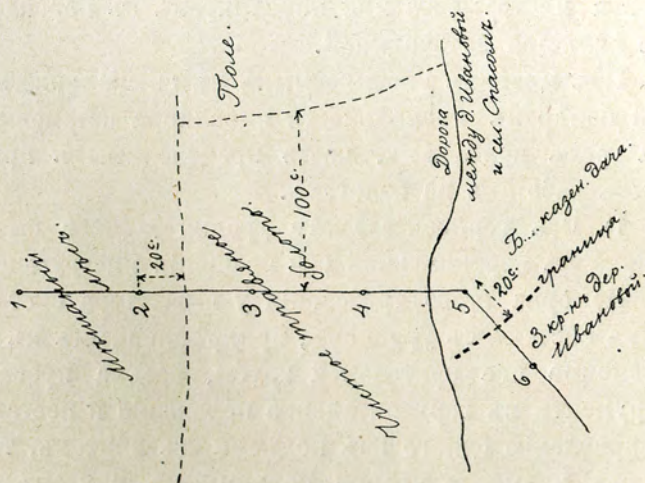
Записи отсчетовъ удобно вести въ журналъ слѣдующаго образца, въ коемъ имѣется мѣсто и для веденія абриса нивелирнаго хода (стр. 63).

Произведя отсчеты, нивелировщикъ закрѣпляетъ нажимной винтъ, препятствующій вращенію верхней части инструмента вокругъ вертикальной оси, ослабляетъ винты, соединяющіе ножки штатива съ крестовиною, снимаетъ трубу съ обоймицъ и несетъ ее въ рукахъ до слѣдующей стоянки; рабочій вытаскиваетъ поочередно ножки штатива изъ грунта и слѣдуетъ съ инструментомъ за нивелировщикомъ: передній реечникъ остается на томъ же пикетѣ, поворачивая только рейку лицомъ впередъ, задній реечникъ идетъ впередъ, становясь черезъ пикетъ, напримѣръ, со второго на четвертый, т. е. дѣлается переднимъ; этимъ уничтожаются погрѣшности отъ неправильности реекъ. Двойная уста-



5 июля 1908 года.

| Номера<br>копьевъ.                    | Расстоянія. | Показанія рейки. |            |           |     | Условная<br>отмѣтки. | Глубина<br>торфа. | Примѣчаніе. |
|---------------------------------------|-------------|------------------|------------|-----------|-----|----------------------|-------------------|-------------|
|                                       |             | Взгляды.         |            | Средніе.  |     |                      |                   |             |
|                                       |             | Частные.         | Задній.    |           |     |                      |                   |             |
|                                       |             | Передній.        | Задній.    | Передній. |     |                      |                   |             |
| 01                                    |             | 352              |            | 352       |     |                      | 0,60              |             |
| СВ: 120°                              | 50          | 353              |            |           |     |                      |                   |             |
| 2                                     |             | 628              | 372        | 627       | 372 |                      | 0,55              |             |
|                                       | 50          | 627              | 372        |           |     |                      |                   |             |
| 3                                     |             | 450              | 640        | 451       | 640 |                      | 0,65              |             |
|                                       | 50          | 452              | 641        |           |     |                      |                   |             |
| 4                                     |             | 533              | 465        | 533       | 466 |                      | 0,45              |             |
|                                       | 20          | 533              | 467        |           |     |                      |                   |             |
| 05                                    |             | 525              | 550        | 525       | 550 |                      | 0,50              |             |
| СВ: 431 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° | 30          | 526              | 550        |           |     |                      |                   |             |
| 6                                     |             |                  | 538<br>539 |           | 538 |                      | 0,55              |             |





новка инструмента при нивеллирахъ съ перекладными трубами не является необходимой.

Изъ многихъ указываемыхъ въ специальныхъ курсахъ геодезій повѣрокъ правильности нивеллира остановимся здѣсь лишь на трехъ повѣркахъ, часто производимыхъ при нивеллировочныхъ работахъ на болотахъ.

1) Ось горизонтальнаго уровня должна быть перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія инструмента.

Повѣрка этого требованія у нивеллира системы Эго и другихъ системъ съ уровнемъ, прикрѣпленнымъ къ инструменту независимо отъ зрительной трубы, весьма проста. Приведя инструментъ въ горизонтальное положеніе и поставивъ уровень по направленію одного изъ подъемныхъ винтовъ, точно устанавливаютъ пузырекъ уровня подъемнымъ винтомъ инструмента на средину трубки. Повернувъ, послѣ этого, верхнюю часть инструмента вокругъ вертикальной оси на  $180^\circ$  (на половину круга) наблюдаютъ положеніе пузырька уровня. Если пузырекъ ушелъ со средины уровня, то это означаетъ, что ось уровня не перпендикулярна съ осью вращенія инструмента. Тогда имѣющимся въ ящикѣ ключемъ повертываютъ исправительный винтъ уровня на столько, чтобы пузырекъ занялъ положеніе среднее между замѣченнымъ отклоненіемъ его и серединою уровня. Такъ какъ при повертываніи весьма легко нарушается первоначальное положеніе инструмента, то необходимо повѣрку продѣлать еще разъ, т.-е. приведя снова подъемнымъ винтомъ инструмента пузырекъ уровня на средину, вращаютъ инструментъ снова на  $180^\circ$  и наблюдаютъ положеніе пузырька и т. д., до тѣхъ поръ, пока пузырекъ при повертываніи инструмента не будетъ отклоняться отъ средины уровня.

2) Точка пересѣченія срединныхъ нитей въ зрительной трубѣ должна находиться дѣйствительно въ срединѣ ея, т.-е. ось визирная (направленіе по которому производится отсчетъ) должна совпадать съ геометрической осью трубы. Установивъ правильно инструментъ, наводимъ точку пересѣченія нитей на какой-либо предметъ, закрѣпляемъ винтами положеніе инструмента и карандашемъ замѣчаемъ (второе лицо) на этомъ предметѣ мѣсто пересѣченія нитей; повертываемъ трубу въ лагерахъ (вокругъ горизонтальной оси) на  $180^\circ$  и вновь смотримъ на предметъ. Если середина пересѣченія нитей не сошла съ нанесенной карандашемъ



точки, значить оси совпадаютъ. Въ противномъ случаѣ мелкими винтиками въ окулярномъ концѣ трубы (обращенномъ къ глазу) перемѣщаютъ кольцо съ нитями на половинное разстояніе между точкою на предметѣ и пересѣченіемъ нитей. Затѣмъ повѣрка производится вторично и т. д. до тѣхъ поръ, пока никакого расхожденіе точекъ замѣчаться не будетъ.

3) Ось трубы должна быть перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія инструмента (или, иначе, ось трубы должна быть параллельна оси уровня). Установивъ правильно инструментъ и наведя трубу на рейку, производятъ отсчетъ по ней; затѣмъ перекладываютъ трубу въ лагерахъ и производятъ второй отсчетъ. Если оба отсчета одинаковы,—значить, ось трубы перпендикулярна оси вращенія инструмента. Если получилась разница въ отсчетахъ, то половина этой разницы уничтожается опусканіемъ или подниманіемъ одной изъ подставокъ трубы вращеніемъ помощью ключа винта въ подставкѣ. Послѣ этого повторяется повѣрка.

Указанныя три повѣрки необходимо производить послѣ каждого переѣзда на новое мѣсто работъ, такъ какъ отъ сотрясенія при переѣздахъ винты нивелира легко

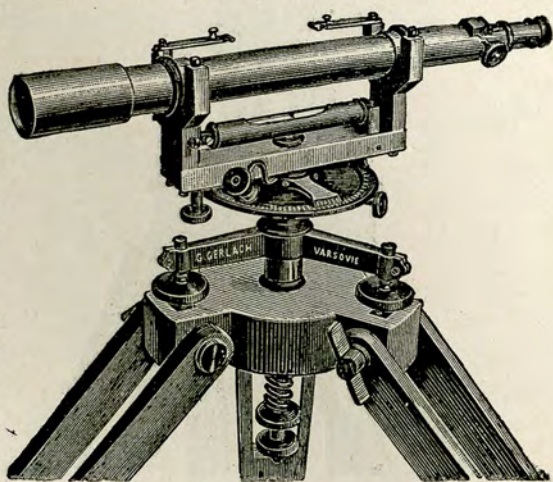


Рис. 46.

выходятъ изъ первоначальнаго своего положенія.

За послѣдніе годы входятъ въ употребленіе при изслѣдованіи болотъ нивелиры Цейса. Изъ фотографическихъ снимковъ видно, насколько компактнѣе этотъ нивелиръ сравнительно съ нивелиромъ системы Эго (рис. 46 и 47). Еще большая разница между объемомъ ящика для нивелира сист. Эго (Фирмы Герляха въ Варшавѣ), равнымъ 0,0256 куб. метра, и объемомъ ящика для нивелира Цейса (большаго размѣра)—0,0072 куб. метра; разница въ объемѣ въ  $3\frac{1}{2}$  раза весьма существенна при частыхъ перевозкахъ инструмента, и въ этомъ отношеніи нивелиръ Цейса имѣетъ большое преимущество; кромѣ того, этотъ нивелиръ при навѣскѣ быстрѣе



Въ первомъ случаѣ, когда рѣчка течетъ въ высокихъ берегахъ, имѣетъ значительный уклонъ и величину водосборной площади, во много разъ превышающую водосборную площадь предполагаемой осушительной сѣти, иногда бываетъ достаточно рекогносцировочнаго осмотра, чтобы убѣдиться въ томъ, что спускъ воды изъ канавы въ рѣчку не вызоветъ никакихъ нежелательныхъ измѣненій въ режимѣ рѣчки, т. е. не повыситъ замѣтнымъ образомъ уровня рѣчки, не вызоветъ ни подтоплений, ни затоплений, а также не повліяетъ на увеличеніе отложений наносовъ. Въ такихъ случаяхъ достаточно бываетъ пронивеллировать рѣчку отъ устья канала внизъ лишь на небольшомъ протяженіи, чтобы убѣдиться, что вода рѣчки не будетъ подпираетъ воду осушительнаго канала; кромѣ того, при этомъ нужно выяснитъ высоту уровня весенняго разлива рѣчки.

Гораздо чаще бываютъ случаи, гдѣ рѣчка течетъ въ уровень съ берегами и даже долина ея заболочена.

Здѣсь требуется произвести подробныя изслѣдованія. Необходимо пронивеллировать рѣчку до того мѣста, гдѣ она течетъ въ достаточно высокихъ берегахъ; при этомъ слѣдуетъ въ характерныхъ мѣстахъ и не рѣже, чѣмъ черезъ каждыя 100 сажень, брать поперечныя сѣченія рѣчки съ опредѣленіемъ живого сѣченія и съ измѣреніемъ скорости. Въ случаѣ рѣчка заболочена и, кромѣ того, уровень ея настолько высокъ, что несомнѣнно будетъ подпираетъ воду осушительнаго канала, слѣдуетъ при нивелировкѣ имѣть въ виду необходимое, посредствомъ спрямленія, расчистки и углубленія рѣчки, пониженіе ея уровня. При встрѣчѣ мостовъ слѣдуетъ измѣрить ихъ пролѣты и высоту надъ дномъ русла и горизонтомъ воды и отмѣтить конструкцію и состояніе моста. Подъ шоссевыми и желѣзнодорожными мостами кромѣ того замѣтить, укрѣплено ли дно и чѣмъ; это имѣетъ значеніе для рѣшенія вопроса о характерѣ работъ въ случаѣ необходимости углубленія дна при наличности подпора. При встрѣчѣ на рѣкѣ различныхъ загражденій, устанавливаемыхъ для рыбной ловли, слѣдуетъ отмѣчать и выяснять величину вызываемыхъ ими подпоровъ, отложений наносовъ или размывовъ береговъ; это имѣетъ значеніе какъ для вычисленія работъ по расчисткѣ рѣчекъ, такъ и на указаніе въ проэктѣ на незаконность установки такихъ загражденій. Всякіе завалы, переходы и т. п. должны быть отмѣчены. При встрѣчѣ на рѣкѣ мельницы, замѣтитъ высоту



верхняго и нижняго горизонтовъ воды, высоту порога мельничной плотины, ширину отверстія и, если допустимо, діаметръ колеса для сужденія о возможности и невозможности пониженія порога водоспуска. Желательно здѣсь опредѣлить расходъ воды и выяснитъ, можетъ ли мельница работать непрерывно, или лишь накопляемой за ночь водою.

Площадь водосборныхъ бассейновъ рѣчекъ опредѣляютъ по картамъ, изданнымъ Генеральнымъ Штабомъ въ масштабѣ 2 и 3 версты въ дюймѣ; въ случаѣ неясности водораздѣловъ на этихъ картахъ, желательно въ важныхъ случаяхъ опредѣлять ихъ, въ дополненіе къ выясненію ихъ по картамъ, рекогносцировочнымъ осмотромъ и даже иногда, если проектъ требуетъ совершенно точнаго опредѣленія водосборной площади, поперечной нивелировкой.

При проектируемомъ выпускѣ воды въ существующую канаву, необходимо точно опредѣлить размѣры ея въ различныхъ мѣстахъ и выяснитъ также состояніе водопріемника этой канавы. Въ случаѣ недостаточности размѣровъ канавы, необходимо произвести точную нивелировку для опредѣленія количества земляныхъ работъ по уширенію и углубленію канавы.

При этомъ также необходимо войти въ соглашеніе съ землевладѣльцемъ, которому принадлежитъ канава, и получить отъ него согласіе, какъ на примкнутіе новой осушительной сѣти, такъ и, въ случаѣ надобности, на производство работъ по увеличенію размѣровъ канавы. Въ случаѣ же отказа владѣльцемъ въ согласіи, возможно, на основаніи закона отъ 20 мая 1902 г. объ устройствѣ канавъ и другихъ водопроводныхъ сооружений на чужихъ земляхъ (см. приложение), возбудить ходатайство о принудительномъ производствѣ работъ на его землѣ.

Если водопріемникомъ должно служить озеро или вообще какое-либо водовмѣстилище, то необходимо имѣть въ виду, что: 1) когда берега озера или водовмѣстилища находятся полностью въ чужомъ владѣніи, 2) когда водовмѣстилище не имѣетъ достаточнаго стока и 3) когда оно устроено искусственно не на проточной водѣ, то впускъ воды въ такое водовмѣстилище закономъ 20-го мая 1902 года не разрѣшенъ. Въ такихъ случаяхъ работа возможна лишь при добровольномъ согласіи на то всѣхъ владѣльцевъ береговой полосы озера.

Предпринявшему осушеніе земель допускается безпрепятственный впускъ воды въ озеро лишь въ томъ случаѣ, если берегъ



озера, въ мѣстѣ производства работъ, принадлежитъ ему, если стокъ воды изъ озера обезпеченъ на столько, что послѣ впуска воды съ болота въ озеро горизонтъ воды въ озерѣ не повысится.

Вообще же слѣдуетъ впускать каналы въ водовмѣстилища лишь при отсутствіи другихъ водопріемниковъ. Желательно, если возможно, обходить водовмѣстилища стороной и впускать канаву непосредственно въ истокъ изъ водовмѣстилища; такъ какъ въ большинствѣ случаевъ впускъ воды въ водовмѣстилище изъ осушительныхъ канавъ вызываетъ нежелательныя явленія: повышение уровня, измѣненіе качествъ воды, иногда вліяющее на исчезновеніе рыбы, засореніе озера выносами и пр.

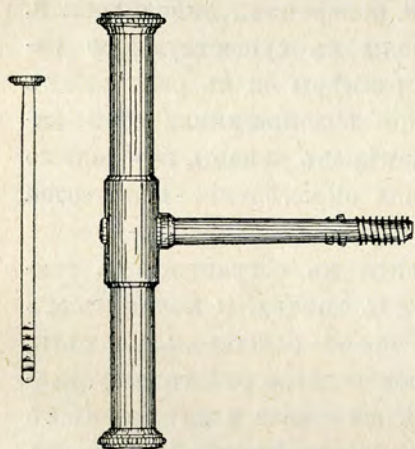


Рис. 49.

**Собирание свѣдѣній.** Во время производства изысканій слѣдуетъ собирать свѣдѣнія о высотѣ весеннихъ разливовъ и лѣтнихъ паводковъ, чтобы затѣмъ обозначить заливаемую ими площадь на планѣ, а также и свѣдѣнія, которыми можно обосновать цѣлесообразность работы: родъ использованія болота въ настоящее время и предполагаемое послѣ осушенія—пастбище, покосъ, добываніе торфа; количество собираемаго съ десятины заболоченнаго пространства сѣна, качества его и рыночная цѣна, время косьбы, спо-

собы уборки сѣна, стоимость аренды десятины болота и стоимость рабочихъ рукъ. Тѣ же свѣдѣнія собрать и съ десятины незаболоченныхъ луговъ. Если предполагается произвести осушеніе площади подъ лѣсомъ, то сначала нужно выяснитъ обезпеченность сбыта лѣсного матеріала, возможность устройства сплавныхъ путей или же, наконецъ, возможность предохраненія лѣса отъ усыханія; затѣмъ, собрать матеріалъ о ростѣ лѣса. Для этой цѣли спиливается нѣсколько пробныхъ деревьевъ (сосна или ель), замѣчается ихъ вся длина до кроны, глубина торфа на этомъ мѣстѣ, характеръ подпочвы, моховой покровъ, густота насажденія; изъ спиленныхъ деревьевъ выпиливаются черезъ опредѣленное разстояніе (одинъ метръ, одна сажень) кружки;



перечетъ годовичныхъ слоевъ и величины ихъ дадутъ понятіе о возрастѣ и ходѣ роста.

Для опредѣленія прироста въ толщину также можетъ служить Пресслеровскій буравъ (рис. 49), которымъ изъ растущихъ деревьевъ на высотѣ груди высверливается цилиндрикъ въ направленіи перпендикулярномъ къ оси дерева; по этому цилиндрику опредѣляется приростъ дерева.

**Репера.** При изысканіяхъ на значительныхъ площадяхъ необходимо на нѣкоторыхъ мѣстахъ, въ пересѣченіяхъ ходовыхъ линій, у дорогъ, на квартальныхъ просѣкахъ и т. п., устройство прочныхъ знаковъ—реперовъ. Западная Экспедиція по осушенію болотъ ставила ихъ въ видѣ дубовыхъ столбовъ длиною около 1 сажени, толщиною до 6 вершковъ; такой столбъ, съ прикрѣпленной къ нижней части крестовиной, зарывался до половины длины въ землю; на разстояніи 0,2 сажени надъ поверхностью земли дѣлалась зарубка (пилою), горизонтъ которой считался отмѣткою репера; верхняя часть столба, по зарубку, стесывалась для надписи; надпись масляною краскою должна содержать номеръ репера, годъ и день постановки, инициалы фамиліи лица, или названія учрежденія, производившаго работу. Репера на высокихъ, обдѣланныхъ пняхъ срубленныхъ деревьяхъ не долговѣчны, такъ какъ подвержены быстрому гніенію, вслѣдствіе выдѣленія растительныхъ соковъ (береза). Въ послѣднее время при работахъ правительственнаго персонала начали ставить металлическіе репера въ видѣ желѣзныхъ трубъ длиною въ 1 саж. съ винтовымъ наконечникомъ (рис. 50) и въ видѣ массивныхъ чугунныхъ пустотѣлыхъ отливокъ. Трубы ввертываются въ землю деревянными хомутами на глубину 2—3 аршинъ; горизонтомъ служитъ верхъ закругленнаго конца трубы (стоимось и установка 15—20 руб.). Трубы ввинчиваются въ землю на глубину  $\frac{3}{4}$  своей длины. Чугунныя отливки опускаются въ вырываемыя для нихъ ямы, которыя затѣмъ съ утрамбовкою засыпаются. Положеніе подобныхъ реперовъ необходимо точно описывать; для облегченія отыскиванія ихъ желательно устройство надъ ними изъ 3—4 жердей пирамиды.

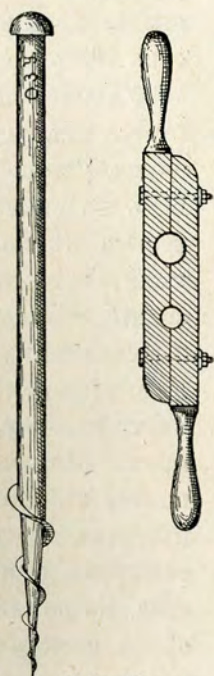


Рис. 50.



Вслѣдствіе того, что пріобрѣтеніе, перевозка и установка металлических реперовъ кропотливы и дороги, ихъ ставятъ лишь основными реперами, одинъ на всемъ данномъ болотѣ, или одинъ на площади величинсю до 500 десят. Кромѣ нихъ устанавливаются еще многочисленныя деревянныя репера, необходимыя для повѣрокъ и связыванія нивелировокъ въ теченіе всего времени производства гидротехническихъ работъ на данномъ участкѣ.

Чтобы работа имѣла значеніе для составленія впослѣдствіи рельефной карты района, необходимо всю нивелировку привязать двойною нивелировкой къ реперу, высота котораго извѣстна надъ уровнемъ моря (напр., къ маркѣ желѣзной дорогѣ).

Удовлетвореніе всѣхъ перечисленныхъ выше пожеланій требуетъ отъ лица, производящаго изысканія, массу физическаго труда, упорной настойчивости, времени и наличности суммъ денегъ на наемъ рабочихъ. Дѣйствительная обстановка изысканій весьма рѣдко даетъ эти условія. Правительственныя гидротехники, которыми производится подавляющее большинство изысканій, а также и земскіе, должны за рабочій періодъ произвести изысканія на массѣ болотъ, и уже по этому одному часто не имѣютъ времени на точное выясненіе водосбора, на подробную нивелировку, на точное установленіе цѣнъ на землю, сѣно и проч., безъ чего проекты не могутъ считаться составленными полно; къ этому присоединяется вторая, еще болѣе тормозящая причина, именно, необходимость работать иногда съ очередными рабочими или нанятыми отъ частнаго лица, крестьянскаго общества, на земляхъ которыхъ предполагается осушеніе; трата на общія изысканія въ этихъ случаяхъ встрѣчаетъ противодѣйствіе иногда и по основательнымъ причинамъ, такъ какъ для частнаго владѣльца нѣтъ, на примѣръ, никакой надобности, въ цѣляхъ проведенія осушительныхъ канавъ, производить нивелировку до желѣзнодорожнаго репера, чтобы знать высоту своего болота надъ уровнемъ моря. Крестьяне же часто недовѣрчиво относятся, когда, на просьбу намѣтить канавы, пріѣхавшій гидротехникъ начнетъ нивелировать границы болота, рѣчку внѣ предѣловъ ихъ владѣній, узнавать цѣну на землю и врывать репера. Въ смыслѣ полноты изысканій, работы на казенныхъ земляхъ обставлены лучшими условіями, такъ какъ на нихъ отпускаются денежныя средства, и потому рабочимъ совершенно безразлично, гдѣ и сколько времени производить эти измѣренія; однако и



въ этомъ случаѣ не все зависитъ отъ гидротехника; опредѣленіе водосбора требуетъ нивелированія чужихъ владѣній; то же самое часто и при изслѣдованіи рѣчки; согласіе же даже на изысканія по чужимъ землямъ не всегда дается владѣльцами ихъ.

**Рабочій планъ.** Всѣ проложенныя по болоту ходовыя линіи наносятся на черновой планъ по румбамъ, въ масштабѣ 100 саж. въ дюймъ; этотъ масштабъ даетъ возможность указывать на планѣ всѣ пикеты; линіи наносятся фіолетовой краской, пикеты отмѣчаются черными точками, номера ихъ подписываются черною тушью, существующія канавы и протоки проводятся лазурью, площадь, заливаемая весенними водами, обводится синимъ пунктиромъ (см. знаки, утвержденные Техническимъ Комитетомъ Отдѣла Земельныхъ Улучшеній). Обработка нивелирнаго журнала начинается съ выписыванія въ соотвѣтствующія графы журнала среднихъ отсчетовъ, затѣмъ вычисляются отмѣтки пикетовъ, начиная отъ репера, высота котораго надъ уровнемъ моря извѣстна; если привязки къ такому реперу не производилось, то вычисленіе начинаютъ съ одного изъ нижнихъ пикетовъ, давая ему условную отмѣтку 10,000 саж., съ такимъ расчетомъ, чтобы не было отмѣтокъ отрицательныхъ. Вычисленныя отмѣтки пишутся въ журналъ и подписываются съ точностью до 0,01 саж. на рабочемъ планѣ, тутъ же подписываются и глубины торфа. Все это должно быть сдѣлано, не выѣзжая съ мѣста работы, такъ какъ при вычисленіяхъ обнаруживаются ошибки нивелированія или неполнота изысканій, что необходимо тутъ же исправить или дополнить. При нивелированіи замкнутыхъ полигоновъ получается, разумѣется, невязка въ отмѣткахъ.

По инструкціи Отдѣла Земельныхъ Улучшеній для производства изысканій (1914 г.), величина допускаемой невязки по второстепеннымъ линіямъ между временными реперами не должна превосходить величины:  $\Delta = 0,005 \cdot \sqrt{L} + 0,0005 \cdot L$ , гдѣ  $\Delta$  величина невязки въ саженьяхъ,  $L$ —число пройденныхъ верстъ.

Напримѣръ, при длинѣ проnivelлированной линіи въ 5 верстъ, допускаемая невязка не должна превышать:

$$\Delta = 0,005 \cdot 2,236 + 0,0005 \cdot 5 = 0,014 \text{ сажени.}$$

Приведенная формула не учитываетъ числа стоянокъ инструмента, которое однако на точность нивелированія вліяетъ; этотъ



факторъ учитывается формулою <sup>1)</sup>:

$$\Delta = m \cdot \sqrt{2n},$$

гдѣ  $m$ —допускаемая ошибка при этомъ отсчетѣ,  $n$ —число стоянокъ инструмента.

При длинѣ пронивеллированной линіи въ 5 верстѣ и разстояніи между пикетами въ 50 сажень невязка не должна превышать:

$$\Delta = 0,002 \cdot \sqrt{2 \cdot 49} = 0,002 \cdot 9,9 = 0,020 \text{ саж.}$$

Приведенныя величины допускаемой невязки, примѣнимыя при работѣ на минеральномъ грунтѣ, являются при работѣ на торфяномъ болотѣ слишкомъ высокотребовательными для практическихъ цѣлей.

Исчисленная выше по первой формулѣ наибольшая допускаемая невязка или погрѣшность на 5 верстѣ нивелировки въ 0,014 саж. измѣняетъ уклонъ болота (паденіе на протяженіи одной сажени) на  $0,014 : 2500 = 0,0000056$ , т.-е. на величину столь малую, что на скорость движенія воды, подпоръ и пр., какъ то въ слѣдующихъ главахъ будетъ указано, она никакого вліянія не окажетъ.

Если нивелировка имѣетъ частный характеръ, т.-е. производится на земляхъ одного лица, то для этого лица, для составленія проекта осушительныхъ работъ, неправильность въ уклонѣ линіи въ 0,00002, при отсутствіи подпора, никакого значенія не имѣетъ; отсюда допускаемая невязка на протяженіи 5 верстѣ считается для таковой, имѣющей частное значеніе, нивелировки въ  $0,00002 \times 2500 = 0,050$  саж.; необходимо имѣть въ виду, что при частныхъ работахъ допустимы невязки тѣмъ большія, чѣмъ больше уклонъ поверхности. Невязка раскладывается затѣмъ постепенно на всѣ пикеты нивелирнаго хода.

Если поперечныя нивелирные ходы брались по болоту не рѣже, какъ черезъ 250 сажень, то на основаніи вычисленныхъ высотъ всѣхъ пикетовъ, можно, затѣмъ, на планѣ болота точно провести горизонталы, т.-е. линіи соединяющія мѣста одинаковой высоты; при обычныхъ малыхъ уклонахъ поверхности болота, горизонталы проводятся съ разностью высотъ въ 0,1 саж.; въ

<sup>1)</sup> Нѣсколько видоизмѣненная формула, указанная въ „Практикѣ низшей геодезіи“. Виноградовъ, Орловъ, Смиренинъ, Шеляпинъ 1912 г.



этомъ случаѣ, при паденіи мѣстности на протяженіи 1000 сажень въ 2 саж. (уклонъ 0,002), на планѣ, въ масштабѣ 100 сажень въ дюймѣ, на длинѣ 1 дюйма будутъ проводиться 2 горизонтали. Въ иныхъ случаяхъ, кромѣ поверхности болота можно представить въ горизонталяхъ, по даннымъ произведенныхъ зондировокъ, и поверхность подстилающаго торфъ грунта; этимъ иногда обнаруживается значительное несоотвѣтствіе рельефа поверхности существующаго болота съ рельефомъ подстилающаго песчаного или глинистаго грунта, который когда-то до начала торфообразования представлялъ поверхность земли; примѣромъ такого несоотвѣтствія можетъ служить часть Кострецкой казенной дачи Тверской губерніи, изображенной въ двухъ рельефныхъ планахъ: подпочвы и поверхности болота. Планы дачи въ горизонталяхъ помѣщены во второй части книги, въ главѣ: Заблачиваніе площадей наростаніемъ *Sphagnum*'а.

Въ мѣстахъ пересѣченія горизонталей поверхности болота и подпочвы глубина торфа опредѣляется вычитаніемъ высоты горизонтали подпочвы изъ высоты горизонтали поверхности.

На рабочемъ планѣ, руководствуясь горизонталями и глубинами торфа, намѣчается сѣтъ осушительныхъ канавъ; дѣлается это обычно, не выѣзжая съ мѣста работъ, чтобы тотчасъ же намѣченные на планѣ каналы проложить на самомъ болотѣ, не предпрѣлая пока ихъ размѣровъ. Только въ случаѣ большихъ изысканій, когда расположеніе сѣти осушительныхъ канавъ можетъ быть различно скомбинировано, или когда дѣло затрудняется выходомъ грунтовыхъ водъ, подпоромъ снизу и т. п., или когда не установлена еще окончательно цѣль осушенія, планъ общихъ изысканій представляется предварительно на сужденіе руководителя работы и владѣльца земли; въ этомъ случаѣ проложеніе линій канавъ на болотахъ откладывается иногда до слѣдующаго года. Назначивъ на рабочемъ планѣ, руководствуясь помимо горизонталей еще и далѣе указанными соображеніями, сѣтъ канавъ и опредѣливъ транспортиромъ на планѣ румбы ихъ, переносятъ намѣченные линіи на мѣстность, что называется трассировкою канавъ.

**Трассировка канавъ** состоитъ въ точномъ на мѣстѣ обозначеніи и въ нивелированіи линій ихъ. Начинаютъ обычно съ магистральной канавы. Если линія ея совпадаетъ съ главною осью предварительныхъ изысканій, пройденной по срединѣ болота и отмѣченной большими видными пикетными кольями, то ра-



бота проложенія магистральной канавы оказывается почти исполненной; слѣдуетъ въ устьѣ ея установить реперъ и сдѣлать на немъ, кромѣ обычной надписи, еще надпись „устье такой-то магистральной канавы.“ При этомъ необходимо имѣть въ виду, что самая работа по осушенію болотъ исполняется часто, особенно на казенныхъ земляхъ, черезъ нѣсколько лѣтъ послѣ изысканій. За это время просѣки маскируются разросшимися кронами сосѣднихъ деревьевъ, часть пикетовъ, а если на участкѣ производится пастба скота, то почти всѣ, ломаются или вытаскиваются; оставшіеся принимаютъ темнобурю окраску и потому трудно видимы среди кочекъ, кустовъ и пней. Поэтому по линіи канавъ должно быть оставлено возможно болѣе знаковъ и они должны быть возможно солиднѣе. Пикеты по линіи канавъ слѣдуетъ ставить не рѣже 50 сажень.

На каждомъ поворотѣ забивается, кромѣ кола пикетнаго, еще отдѣльный столбикъ, или дѣлается вырубка на деревѣ, съ надписью „поворотъ право“ или „поворотъ лѣво“, смотря снизу вверхъ, т.-е. въ томъ направленіи, въ которомъ будетъ производиться рытье канавы. Въ началѣ канавы забивается также отдѣльный столбъ, рядомъ съ пикетнымъ, съ надписью „начало такой-то канавы“. Если линія магистральной канавы не совпадаетъ съ осью изысканій, то приходится производить прорубку зарослей, пикетажъ, нивелировку и опредѣленіе мощности торфяного слоя, какъ это было описано въ производствѣ общихъ изысканій. Номерацію пикетовъ удобнѣе вести отъ устья: 0,1,2.. Направленія линій канавъ берутся уже по румбамъ, опредѣленнымъ на планѣ транспортиромъ. Нивелировка въ мѣстахъ пересѣченія проектируемыхъ канавъ съ линіями общихъ изысканій связывается съ пикетами общихъ изысканій. При устьѣ каждой боковой канавы ставится, помимо кола пикетнаго, еще отдѣльный съ надписью „устье боковой канавы №“; этотъ колъ служить и реперомъ. На поворотахъ и при началахъ боковыхъ канавъ, такъ же какъ и при трассировкѣ магистралей, дѣлаются соотвѣтствующія надписи.

Общее расположеніе всѣхъ знаковъ на болотѣ, вполне подготовленномъ къ прорытію осушительныхъ канавъ, представляется въ видѣ, изображенномъ на чертежѣ 51. Иногда бываетъ необходимо отступать отъ линій, намѣченныхъ на рабочемъ планѣ, такъ какъ общія изысканія не могутъ уловить всѣхъ измѣ-



неній рельефа; песчаные бугры, попадающіеся на болотахъ, желательнo, гдѣ возможно, обходить, если это не связано съ значительнымъ изгибомъ и удлинениемъ канавы; откосы канавы въ песчаномъ грунтѣ, оставленные безъ укрѣпленія, тотчасъ же обваливаются и дно канавы засоряется не только въ этомъ мѣстѣ но и ниже, такъ какъ водою песокъ переносится по дну; поэтому передъ бугромъ образуется застой воды.

Если общихъ изысканій не производилось, вслѣдствіе незначительной площади болота, уости долины и пр., то трассировка канавъ сопряжена съ большими заботами и идетъ медленнѣе, такъ какъ приходится идти не по заранее опредѣленному направлению, а искать его ощупью, посылая или идя лично впередъ для осмотра мѣстности, ставя высокія вѣхи и пр. При трассировкѣ канавъ въ журналѣ отмѣчается, какъ и при общихъ изысканіяхъ, всѣ пересѣкаемыя границы владѣній, дороги, гати, высота и ширина ихъ, горизонтъ воды на болотѣ, характеръ поверхности, растительность и проч.

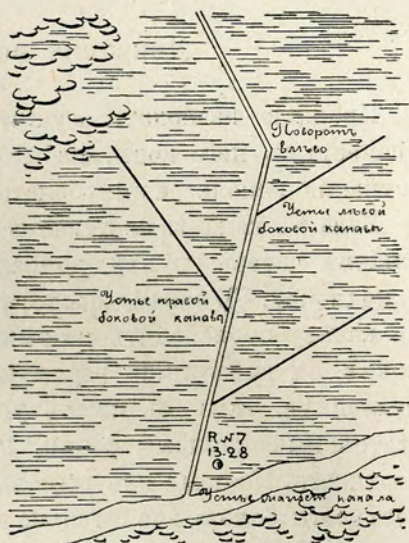


Рис. 51.

Нивелировка provádяется вычислениемъ невязки, если линіи канавъ связаны съ линіями общихъ изысканій; если же общихъ изысканій было произведено недостаточно и потому привязка къ нимъ не вездѣ могла быть сдѣлана, то такія линіи канавъ, при большихъ работахъ и при маломъ уклонѣ, слѣдуетъ нивелировать два раза.

Написавъ отмѣтки пикетовъ канавъ на планѣ, можно провести горизонтали уже болѣе точно, чѣмъ это было сдѣлано по однимъ общимъ изысканіямъ. Изложеннымъ кончается задача полученія всего матеріала для составленія проекта работъ и его выполнения.



## ГЛАВА ПЯТАЯ.

### Движеніе воды на болотѣ.

Прорытіе на болотѣ осушительныхъ каналовъ имѣетъ цѣлью удаленіе съ него воды, избыточной для предполагаемаго послѣ осушенія использованія болота.

Вода въ каналы поступаетъ по поверхности болота и просачиваніемъ черезъ грунтъ, подразумѣвая подъ послѣднимъ почву и подпочву. Движеніе по торфяной почвѣ поверхностной воды въ канаву происходитъ по тѣмъ же законамъ, какъ и по всякой почвѣ, съ тѣмъ лишь различіемъ, что стокъ съ болота обычно медленнѣе, чѣмъ съ иныхъ угодій; причиною тому—густой растительный войлокъ, кочки, пни и обычно малый уклонъ поверхности. Поэтому изъ выпадающихъ осадковъ стекаетъ по поверхности болота значительно меньшая часть ихъ, чѣмъ съ почвы минеральной.

Движеніе же воды въ торфяной почвѣ на болотѣ отличается какъ съ количественной, такъ и съ качественной стороны отъ того же процесса въ дренированныхъ минеральныхъ почвахъ.

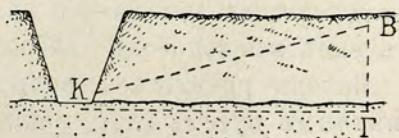
Съ количественной стороны лабораторные опыты надъ просачиваніемъ воды черезъ различнаго рода грунты указываютъ, что торфъ есть самая малопроницаемая для воды почва; съ качественной стороны движеніе воды въ торфѣ болота должно отличаться уже потому, что структура торфа обычно не однородна: въ горизонтальномъ направленіи замѣчается иногда плотная слоистость, въ вертикальномъ направленіи—остатки неразложившихся стеблей крупныхъ растений, пней и корней деревьевъ и т. п. Это обстоятельство, помимо законовъ гидравлики, значительно вліяетъ на направленіе движенія воды. Кромѣ того, дальнѣйшее изложеніе указываетъ еще на рядъ обстоятельствъ, существенно измѣ-



няющихъ направленіе движенія воды въ торфяномъ болотѣ по сравненію съ минеральными грунтами.

Изслѣдованіе болотъ указываетъ, что подъ разнородными торфяными слоями, общеою толщиною въ Центральной и Западной Россіи обычно отъ 0,5 до 1,5 саж., залегаетъ чаще песчаный, рѣже глинистый или сцементированный горизонтъ; иногда эти горизонты отдѣлены отъ торфяной массы уплотненнымъ иломъ.

Если торфяную толщу прорѣзать до минеральнаго грунта водоотводнымъ каналомъ, то происходитъ до опредѣленной степени осушеніе болота путемъ стока воды съ болота въ водоотводный каналъ. Движеніе воды съ поверхности болота въ каналъ происходитъ въ теченіе нѣсколькихъ дней лишь въ весеннее время и послѣ ливней; остальное время вода идетъ въ каналъ черезъ грунтъ. Для выясненія какимъ образомъ вода идетъ въ каналъ изъ торфяного грунта, рассмотримъ путь до канала нѣкоторой капли воды В (связанной съ непрерывной массой капель) находящейся близъ поверхности болота и на растояніи, напр., 5 саж. отъ канала, прорѣзывающаго болото, съ глубиною торфа 0,5 саж., до подстилающаго песчаного грунта. Кратчайшій путь въ каналъ былъ бы по одной изъ прямыхъ линій В-К, наклоненныхъ къ горизонту



Чертежъ 52.

(см. черт. 52). На этомъ пути вода должна преодолѣть сопротивленіе торфяной массы мощности 5 сажень и при томъ, обычно, поперекъ волоконъ ея. Второй путь мыслимъ по ломаной линіи В Г К; этотъ путь немного длиннѣе перваго и именно на глубину торфа, т.-е. въ данномъ случаѣ на 0,5 саж., но сопротивленіе движенію воды въ немъ несравнимо менѣе, потому что песокъ для воды, какъ будетъ далѣе указано, легко проникаемъ. Такъ какъ вода стремится итти по пути наименьшаго сопротивленія, то естественно, что она пойдетъ именно по ломаной линіи В Г К. Если дно канавы не доходитъ до минеральнаго грунта, то путь движенія усложняется вторымъ изгибомъ подъ дномъ канала, при чемъ вода пойдетъ въ каналъ черезъ дно снизу вверхъ подъ дѣйствіемъ напора.

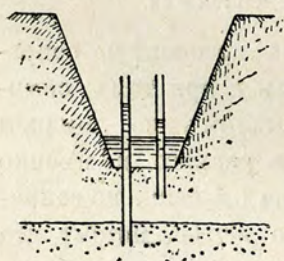
Такимъ образомъ, въ торфяномъ болотѣ вода опускается въ силу своей тяжести вертикально до подстилающаго торфъ водо-



проницаемаго, обычно песчанаго, слоя; затѣмъ идетъ по этому слою горизонтально, если отъ малой толщины, или по какимъ-либо кривымъ, если песчаный слой значительной мощности, по направленію къ проекціи линіи дна канала, поднимаясь затѣмъ, вслѣдствіе напора, вновь вертикально, чтобы попасть въ водоотводный каналъ или дренажъ снизу. Аналогичное движеніе воды установлено лабораторными опытами и въ однородныхъ песчаныхъ грунтахъ, гдѣ вода опускается съ поверхности грунта по наклонной кривой линіи ниже горизонта дренажныхъ трубокъ, а затѣмъ поднимается подъ линіей трубъ кверху, поступая такимъ образомъ, въ самыя трубы снизу.

Поступленіе воды въ каналы на торфяномъ болотѣ черезъ дно ихъ наблюдается на болотахъ постоянно и просто. Именно, въ каналы, по которымъ идетъ непрерывный токъ воды, обычно, кромѣ весенняго времени и послѣ ливней, нигдѣ на всемъ ихъ протяженіи притока воды съ поверхности болота и черезъ откосы ихъ не обнаруживается; слѣдовательно, вся проходящая по каналу вода поступаетъ въ него только черезъ дно; въ отдѣльныхъ мѣстахъ замѣчаются на днѣ выходы воды въ каналъ даже въ видѣ ключей подъ напоромъ.

Напоръ грунтовыхъ водъ въ каналъ снизу можно наблюсти опытнымъ путемъ слѣдующимъ образомъ:



Чертежъ 53.

Если опустить въ дно канала на нѣкоторую глубину полую трубку (см. черт. 53), то горизонтъ воды въ трубкѣ, во время просачиванія грунтовой воды въ каналъ черезъ дно, будетъ выше горизонта воды въ самомъ каналѣ, и тѣмъ выше, чѣмъ глубже опущена трубка; происходитъ это явленіе потому, что въ трубкѣ нѣтъ слоя торфа, оказывающаго наибольшее сопротивленіе поднятію воды вверхъ, а потому нѣтъ и потери въ напорѣ воды.



Чертежъ 54.

Такъ какъ сопротивленіе движенію воды песчанаго, тѣмъ болѣе глинистаго и иловатаго слоя, все же значительно и величина его находится въ зависимости отъ



длины пути, то чѣмъ далѣе отъ канала, тѣмъ съ большимъ препятствіемъ вода достигнетъ канала; вслѣдствіе этого нормальный горизонтъ грунтовой воды на однородномъ канализованномъ болотѣ устанавливается по нѣкоторой кривой, такъ называемой кривой депрессіи, понижающейся по мѣрѣ приближенія къ каналу, какъ указано на чертежѣ (черт. 54), т.-е. горизонтъ воды устанавливается аналогично линіи уровней воды въ пьезометрическихъ трубкахъ для опредѣленія напора воды въ трубѣ.

Кромѣ вертикальнаго движенія грунтовой воды подѣ влияніемъ силы тяжести и атмосфернаго давленія внизъ, въ подстилающій водопроницаемый грунтъ, въ торфяной массѣ происходитъ вертикальное движеніе воды и вверхъ подѣ влияніемъ значительнаго испаренія ея поверхностью растений и капиллярной силы. При этомъ наблюдается, что торфъ, послѣ стока или испаренія всей грунтовой воды, начинаетъ дальше высыхать черезъ испареніе равномернo во всей своей толщѣ отъ поверхности до дна, такъ какъ убыль съ поверхности непрерывно возмѣщается движеніемъ воды по капиллярамъ снизу.

Процессъ испаренія, дѣйствуя равномернo на всей однородной площади болота, уравниваетъ горизонтъ грунтовыхъ водъ на немъ въ разныхъ разстояніяхъ отъ осушительныхъ каналовъ; поэтому въ сухое время уровень грунтовыхъ водъ устанавливается на одинаковомъ разстояніи отъ поверхности земли на болотахъ прорѣзанныхъ осушительными каналами черезъ 100, 50 и даже иногда 10 сажень <sup>1)</sup>.

Испареніе съ болотъ весьма велико сравнительно съ различными видами растительнаго покрова; благопріятствуютъ испаренію: 1) избытокъ наличной влаги, 2) очень большая величина капиллярнаго подъема воды торфомъ, превышающая по Перельсу въ 6 разъ подъемъ въ глинистой почвѣ и слишкомъ въ 20 разъ подъемъ въ крупно песчаной почвѣ; 3) приспособленіе болотныхъ растений къ усиленному испаренію.

Опредѣленіе величины испаренія въ цифрахъ весьма затруднительно, такъ какъ она зависитъ отъ множества факторовъ: состава почвы, рода поверхности, растительности, влажности почвы и воздуха, вѣтра, температуры и пр.

---

<sup>1)</sup> Наблюденія на полѣ „Тома“ Балгійской Опытной Станціи, на участкѣ Минской Болотной Опытной Станціи и др.



По даннымъ Вольни высота слоя воды, испарившагося въ теченіе одного года (въ среднемъ за 3 года), при количествѣ осадковъ въ 586 мил.

|                                         |          |
|-----------------------------------------|----------|
| Съ песка . . . . .                      | 189 мил. |
| „ торфа . . . . .                       | 323 „    |
| „ перегн.-известк. песка . . . . .      | 337 „    |
| „ суглинка . . . . .                    | 390 „    |
| „ травы на перегнойномъ пескѣ . . . . . | 490 „    |

При недостаткѣ влаги въ почвѣ, что обычно бываетъ въ лѣтніе мѣсяцы, испареніе происходитъ въ меньшихъ размѣрахъ, при чемъ оно уменьшается тѣмъ рѣзче, чѣмъ менѣе капиллярность почвы.

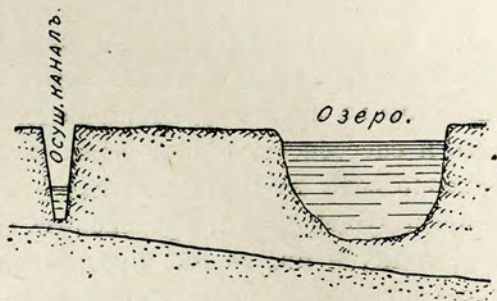
Отсюда видно, что движеніе воды вверхъ должно быть весьма значительнымъ и во многихъ случаяхъ, при большомъ разстояніи осушительныхъ канавъ или непроницаемости подстилающаго грунта, испареніе и капиллярная сила поднятія воды вверхъ несоизмѣримо преобладаютъ надъ стокомъ грунтовой воды изъ болота внизъ въ каналы.

Однако и въ этихъ условіяхъ роль канавъ на пониженіе грунтовой воды на болотѣ можетъ оставаться значительной. На поверхности неканализованнаго болота весной и послѣ дождей скопляется вода, на испареніе которой необходимо время и затрата тепла, на канализованномъ же болотѣ поверхностная вода стекаетъ въ каналы и потому испареніе грунтовой воды начинается сразу послѣ таянія снѣга или выпаденія дождя, безъ потери времени и тепла на испареніе верховодки; на такомъ болотѣ ранѣе пробудится растительность, а это еще болѣе увеличить испареніе.

Изложенная схема движенія грунтовой воды въ торфяномъ грунтѣ лишь въ вертикальномъ направленіи: вверхъ—вслѣдствіе испаренія и капиллярности, внизъ—вслѣдствіе силы тяжести и атмосфернаго давленія, въ подстилающій водопроницаемый грунтъ и по немъ къ осушительному каналу, требующая еще детальной опытной провѣрки, вполне объясняетъ наблюдаемое въ практикѣ весьма различное и своеобразное вліяніе каналовъ на уровень грунтовыхъ водъ. На канализованныхъ рѣдкою сѣтью каналовъ, глубокихъ болотахъ часто наблюдается, что на нѣсколько сажень отъ края канала почвенная вода въ весеннее и дождливое время продолжаетъ стоять на уровнѣ поверхности болота, а въ сухое

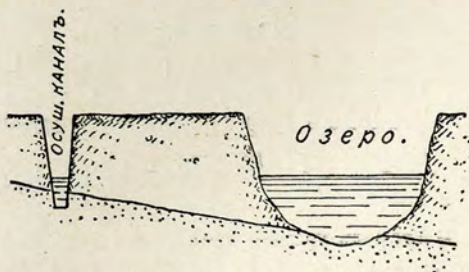


время равномерно понижается на всей площади болота (одинъ изъ примѣровъ—Оршинская казенная дача въ Тверской губерніи); на мелкихъ же болотахъ, гдѣ дно канавъ доходитъ до песчаного подстилающаго торфъ горизонта, грунтовые воды обычно устанавливаются на разстояніи нѣсколькихъ десятковъ сажень отъ канала замѣтно ниже, чѣмъ на остальномъ пространствѣ (одинъ изъ примѣровъ—Раменская казенная дача въ Московской губ.). Обстоятельство это возможно объяснить тѣмъ, что при глубокомъ торфѣ путь наибольшаго сопротивленія для воды, именно торфяной слой, увеличивается и при томъ въ большей, чѣмъ просто пропорціональной мѣрѣ. Такъ, напримѣръ, при глубинѣ торфа въ 3 аршина и глубинѣ канавъ 2 аршина наибольшій вертикальный путь воды по торфу составляетъ  $3 + (3 - 2) = 4$  аршина, при глубинѣ же торфа въ 6 аршинъ и прежней глубинѣ канавы въ 2 аршина путь воды по торфу  $6 + (6 - 2) = 10$  ар., т.-е. увеличеніе глубины торфа въ два раза вызываетъ при данныхъ условіяхъ увеличеніе пути наибольшаго сопротивленія движенію воды въ два съ половиною раза. Отсюда ясно, почему глубокое болото осушается канавами значительно труднѣе мелкаго. Этимъ объясняется и наблюдаемое различное вліяніе каналовъ прорытыхъ близъ



Чертежъ 55.

озеръ на уровень воды въ послѣднихъ; если дно озера и канала на торфяномъ болотѣ доходятъ до песчаной подпочвы (черт. 55), то горизонтъ воды въ озерѣ понижается до уровня воды въ каналѣ. Если же дно озера и прорытаго канала находятся въ глубокомъ торфяномъ грунтѣ, то горизонтъ воды въ озерѣ остается почти безъ пониженія (черт. 56). Примѣромъ перваго случая можно указать работы на мелкомъ болотѣ въ долинѣ рѣчки Мокрянки, Быховскаго уѣзда, Могилевской губерніи, въ



Чертежъ 56.



Подборовской казенной дачѣ Псковской губерніи и др.; примѣромъ отсутствія вліянія канавъ на горизонтъ воды въ озерѣ являются работы на глубокомъ моховомъ болотѣ у озера „Дикаго“ въ Брожской казенной дачѣ Минской губерніи и др. Наконецъ, въ литературѣ <sup>1)</sup> указываются и нами наблюдались на практикѣ случаи стоянія уровня грунтовыхъ водъ въ смотровыхъ колодцахъ по срединѣ между дренами и канавами ниже, чѣмъ съ обѣихъ сторонъ этихъ колодцевъ при приближеніи къ каналамъ. Эти явленія возможно объяснить на основаніи выше изложеннаго трояко: или вліяніемъ усиленнаго по какимъ-либо причинамъ мѣстнаго испаренія, или меньшею мощностью въ данномъ мѣстѣ трудно проницаемаго торфяного слоя, или, наконецъ, дренающимъ дѣйствіемъ самаго смотроваго колодца, опущеннаго до подстилающаго торфъ водопроницаемаго грунта.

### Свойства почвы.

Для опредѣленія разстоянія между канавами и глубины ихъ гидротехнику наиболѣе важно знать четыре свойства почвы по отношенію къ водѣ: водопроницаемость, влагоемкость, капиллярность и способность отдачи воды корнямъ растений. Такъ какъ движеніе воды въ осушительныя каналы, согласно изложенному въ предыдущей главѣ, происходитъ также черезъ подпочву—песокъ, глину и пр., то для проэктированія осушенія болотъ является полезнымъ знать свойства не только торфа, по и прочихъ родовъ почвы.

**Водопроницаемость** опредѣляется временемъ, въ которое вода проходитъ черезъ опредѣленный слой почвы; чѣмъ частицы почвы крупнѣе, тѣмъ движеніе воды въ ней свободнѣе. Въ курсѣ Почвовѣдѣнія Сибирцева приведены слѣдующія цифры:

| Родъ почвы: | Время прохожденія воды черезъ<br>слой почвы въ 18 сант. |
|-------------|---------------------------------------------------------|
|-------------|---------------------------------------------------------|

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| Глинистый черноземъ . . . . .           | 2 часа     |
| Тяжелый перегнойный суглинокъ . . . . . | 3 „ 5 мин. |
| Сѣрый суглинокъ. . . . .                | 2 „ 30 „   |

<sup>1)</sup> Графикъ уровней грунтовыхъ водъ на участкѣ Опытнаго поля въ Бернау въ Баваріи, помѣщенный въ „Handbuch der Ingenieur wissenschaften“, въ главѣ о дренажѣ, составленной проф. Spöttle.



| Родъ почвы:                     | Время прохожденія воды черезъ<br>слой почвы въ 18 сант. |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Мелкій суглинокъ . . . . .      | 1 часть 6 мин.                                          |
| Супесь . . . . .                | 30 „                                                    |
| Слабоглинистый песокъ . . . . . | 4 „                                                     |

Для торфа, къ сожалѣнiю, цифры не приведены. При условiи, чтобы почвенная вода доходила до канавъ въ теченiе недѣли, получимъ вычисленiемъ изъ предыдущей таблицы слѣдующiя наибольшiя разстоянiя до канавъ:

|                                         |          |
|-----------------------------------------|----------|
| Глинистый черноземъ . . . . .           | 7,0 саж. |
| Тяжелый перегнойный суглинокъ . . . . . | 4,5 „    |
| Сѣрый суглинокъ . . . . .               | 5,2 „    |
| Легкій суглинокъ . . . . .              | 12,4 „   |
| Супесь . . . . .                        | 27,4 „   |
| Слабоглинистый песокъ . . . . .         | 214 „    |

Разстоянiя между канавами будутъ величины вдвое большiя. Дѣйствительная скорость движенiя воды въ почвѣ вѣроятно менѣе полученной лабораторнымъ путемъ.

Инж. Лембке (Движенiе грунтовыхъ водъ и теорiя водосборныхъ сооружеиiй, журналъ «Инженеръ», 1886 г.) считаетъ скорость грунтовой воды при уклонѣ 0,001 и скважности грунта 25% по объему слѣдующей:

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| Среднiй песокъ съ діаметромъ частицъ 0,5 м.м. | 0,109 саж. |
| Мелкій песокъ съ діаметромъ частицъ 0,25 м.м. | 0,0237 с.  |
| Мелкій глинистый песокъ . . . . .             | 0,00675 с. |
|                                               | въ сутки.  |

Инж. Цимбаленко («Кяризы Закаспійской области») полагаетъ, что скорость движенiя грунтовой воды въ водопроницаемыхъ конглометрахъ окрестностей Асхабата не превышаетъ 2 сажень въ сутки при значительномъ напорѣ. Толкмить считаетъ, что скорость грунтовой воды въ хорошо проникаемыхъ песчаныхъ почвахъ и при большихъ уклонахъ до 1 метра въ часъ, въ проникаемыхъ же почвахъ достигаетъ всего 1 метра въ сутки. Скорость движенiя воды въ торфяной почвѣ, по Толкмиту, составляетъ всего 40—60 мм. въ часъ, а въ глинистыхъ 10—20 мм.

Проф. Черепашинскій («Водоснабженіе») приводитъ таблицу



тѣмъ его водопроницаемость больше, поэтому на болотахъ травяныхъ вліяніе канавъ и сказывается сильнѣе, чѣмъ на болотахъ моховыхъ; неотторфовавшіеся остатки мха обнаруживаютъ особенную непроницаемость.

Изложенное о скорости движенія воды можетъ навести на заключеніе, что осушительныя канавы вовсе не могутъ отводить грунтовой воды съ торфяного болота; въ дѣйствительности же, какъ ранѣе указано, это пониженіе весьма замѣтно. Дѣло, вѣроятно, въ томъ, что вода и въ торфяной массѣ пробиваетъ себѣ ходы, по которымъ и идетъ свободно къ канавамъ. Слѣдовательно, практически вода доходитъ до канавъ въ гораздо болѣе короткое время, чѣмъ то слѣдуетъ по вычисленіямъ изъ лабораторныхъ опытовъ. На это наводитъ еще и слѣдующее наблюденіе на Раменской гидрометрической станціи: 1-го апрѣля 1909 года черезъ водомѣръ на Макаровскомъ каналѣ шло 0,029 куб. саж. воды въ 1 сек., а между тѣмъ нигдѣ на всемъ протяженіи сѣти канавъ вода не вливалась въ нихъ съ поверхности болота, а вся поступала просачиваніемъ черезъ откосы и дно канавъ; протяженіе всѣхъ каналовъ въ бассейнѣ Макаровскаго канала у водомѣра составляетъ 5800 саж., проходятъ онѣ, за немногими исключеніями, цѣликомъ въ торфяномъ грунтѣ, средняя глубина ихъ около 0,50 саж., слѣдовательно, площадь откосовъ, черезъ которую вода просачивалась въ канавы (считая въ вертикальной плоскости), равна  $5800 \times 0,50 \times 2 = 5800$  кв. с., площадь дна каналовъ, черезъ которую также происходитъ поступленіе грунтовой воды, равна около  $0,5 \times 5800$  саж. = 2900 кв. саж., расходъ воды 0,029 куб. саж. въ 1 сек. равенъ расходу 2505 куб. саж. въ сутки, вся же эта вода просочилась черезъ площадь  $5800 + 2900 = 8700$  кв. саж., откуда скорость движенія воды въ торфѣ  $= \frac{2505}{8700} = 0,28$  саж. въ сутки; въ дѣйствительности скорость была еще болѣе, такъ какъ черезъ верхнюю половину откосовъ канавъ просачиванія воды почти не происходило.

Слѣдующее важнѣйшее свойство почвы есть **влагоемкость**. Влагоемкость почвы характеризуется вѣсовымъ количествомъ воды, удерживаемой почвою въ порахъ, выраженнымъ въ % отъ вѣса сухой почвы.

Если всѣ поры почвы заняты водою, то такую влагоемкость называютъ полною, а почву—насыщенной влагою.



Въ курсѣ почвовѣдѣнія проф. Сибирцева указана слѣдующая полная влагоемкость почвы:

|                                           |          |
|-------------------------------------------|----------|
| Глинистый черноземъ зернистой структуры . | 43,73%   |
| Тяжелый перегнойный суглинокъ . . . . .   | 35,25%   |
| Сѣрый суглинокъ . . . . .                 | 31,96%   |
| Свѣтло-сѣрый легкій суглинокъ . . . . .   | 34,48%   |
| Супесь . . . . .                          | 21,72%   |
| Слабоглинистый песокъ . . . . .           | 18,38%   |
| Торфъ травяной и лѣсной . . . . .         | 300—700% |
| Торфъ моховой . . . . .                   | до 1000% |

По даннымъ Танфильева <sup>1)</sup> влагоемкость моховыхъ торфяниковъ достигаетъ 1200—1500% вѣса сухого торфа.

Въ очеркѣ работъ Западной Экспедиціи по осушенію болотъ приводятся цифры: 100 частей высушеннаго на воздухѣ торфа Минской губерніи поглотили воды:

Торфъ чистый мелковолоконистый, содержащій золы 8,64%,—501,2—части; торфъ крупноволокнистый, золы 12,7%—308,0 части. Торфъ, содержащій 15,1% золы, поглощалъ 272,9 частей воды, содержащій—12,84% золы, поглощалъ 150,0 частей воды, содержащій золы 9,12%, поглощалъ 116,5 частей воды, торфъ чистый мелковолоконистый—650 частей воды.

Изъ приведенныхъ цифръ ясно, что чѣмъ менѣе торфъ содержитъ минеральныхъ веществъ, тѣмъ влагоемкость его больше; торфъ моховой бѣднѣе всего минеральными веществами и его влагоемкость наибольшая. По опытамъ Вольни три типичныя почвы: торфяная, глинистая и песчаная при равныхъ условіяхъ поглощаютъ въ одно и то же время, при толщинѣ слоя почвы въ 30 сантиметровъ, слѣдующее количество влаги:

|                  | Всего<br>куб. см. | Въ милл.<br>атмосфер.<br>осадковъ. | Въ % атмосфер. осад-<br>ковъ въ теченіе вегета-<br>ціоннаго періода. |
|------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Торфъ . . . . .  | 5091              | 120,7                              | 24,1                                                                 |
| Глина . . . . .  | 4493              | 112,3                              | 22,4                                                                 |
| Песокъ . . . . . | 1798              | 44,9                               | 8,8                                                                  |

т.-е. торфъ задержалъ въ себѣ  $\frac{1}{4}$  атмосферныхъ осадковъ въ теченіе вегетационнаго періода, а песокъ  $\frac{1}{12}$ .

<sup>1)</sup> Болота и торфяники Полѣся.



По другимъ опытамъ Вольни поглощенное количество влаги:

|                    | Въ процентахъ. |          |
|--------------------|----------------|----------|
|                    | По объему.     | По вѣсу. |
| Въ торфѣ . . . . . | 74,59          | 253,70   |
| „ глиня. . . . .   | 58,13          | 55,91    |
| „ пескѣ . . . . .  | 37,62          | 26,07    |

Такимъ образомъ, въ то время, когда минеральныя почвы уже заболачиваются, болотныя почвы еще насыщаются влагой. Изъ таблицъ водопроницаемости и влагоемкости также ясно обнаруживается, что чѣмъ влагоемкость больше, тѣмъ водопроницаемость меньше.

**Капиллярность.** Просочившаяся вглубь почвы вода можетъ снова въ томъ же мѣстѣ, или пройдя нѣкоторое разстояніе въ горизонтальномъ направленіи, подняться по мелкимъ промежуткамъ въ почвѣ къ поверхности ея, какъ поднимается вода вверхъ по положенному на мокрое мѣсто куску сахара; такое движеніе воды по мелкимъ промежуткамъ почвы называется капиллярнымъ движеніемъ воды, самыя промежутки называются капиллярами, а способность почвы поднимать всасывая въ себя воду—капиллярной или водоподъемной способностью. Водоподъемная способность почвы характеризуется тремя факторами: высотой, быстротою и количествомъ поднятія воды. Общія правила капиллярности формулированы въ курсѣ Почвовѣдѣнія Н. М. Сибирцева слѣдующимъ образомъ:

1. Въ зернистыхъ почвахъ, гдѣ преобладаютъ болѣе широкія поры, вода поднимается быстро, но на небольшую высоту. Если діаметръ механическихъ элементовъ почвы 2 мм., то капиллярнаго поднятія влаги уже почти не замѣчается.

2. Въ мелкоземистыхъ и уплотненныхъ почвахъ вода поднимается медленнѣе, но выше. Почвы, состоящія изъ частицъ отъ 0,05 до 0,1 мм. діам., могутъ поднять воду до 2-хъ метровъ. Такъ какъ эта цифра должна считаться почти предѣльною, то ея указывается степень или норма непосредственнаго питанія почвъ влагою на счетъ грунтовыхъ водъ. Но въ иловато-пылевыхъ почвахъ вода останавливается гораздо ниже, будучи задержана воздухомъ.

3. Въ сухихъ почвахъ вода поднимается медленнѣе, чѣмъ во влажныхъ (или сначала медленнѣе, а потомъ, когда стѣнки поръ увлажнятся, быстрѣе).



4. Если строение почвы таково, что нижние горизонты рыхлѣе, а верхніе плотны, то влага легко поднимается вверхъ, и наоборотъ: поднятіе прекращается, если за узкими порами слѣдуютъ кверху болѣе широкія.

5. Если почва состоитъ изъ механическихъ элементовъ различнаго діаметра, то болѣе широкія поры перемежаются въ ней съ болѣе узкими; иначе сказать, такая почва пронизана вредными четочными ходами. Вода поднимается въ ней по сѣти узкихъ поръ, останавливаясь передъ широкими.

6. При постоянномъ притокѣ воды снизу и при незначительной мощности мелкоземистаго слоя, послѣдній можетъ напитаться капиллярною влагою почти до полного насыщенія; но степень налитыванія убываетъ кверху, если мощность мелкоземистой массы значительна.

Перельсъ (Handbuch des Landwirtschaftlichen Wasserbaus) даетъ слѣдующія цифры высоты подъема воды въ почвахъ капиллярными силами:

|                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| крупно-песчаная . . . . .   | отъ 0,25 до 0,30 метр. |
| суглинистая почва . . . . . | „ 0,45 „ 0,60 „        |
| глинистая почва . . . . .   | „ 1,00 „ 1,25 „        |
| торфяная почва . . . . .    | „ — „ 6 „              |

Ничтожная проникаемость, громадная влагоемкость и значительная капиллярность моховыхъ торфяныхъ почвъ вызываютъ то явленіе, что рядомъ съ осушительными канавами уровень грунтовой воды на глубокомъ болотѣ стоитъ на одномъ горизонтѣ съ поверхностью земли, тогда какъ на мелкомъ болотѣ вліяніе канавъ на уровень грунтовой воды замѣтно достаточно хорошо. Поэтому для достиженія одинаковаго пониженія уровня грунтовой воды, сѣть осушительныхъ канавъ въ торфяномъ грунтѣ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, должна быть чаще, чѣмъ въ грунтахъ минеральныхъ. Съ другой же стороны, торфяныя почвы обладаютъ свойствами, которыя заставляютъ быть очень часто осторожнымъ въ назначеніи густой сѣти осушительныхъ канавъ; по наблюденіямъ Вольни, чѣмъ болѣе влагоемкость почвъ, тѣмъ болѣе и испареніе влаги изъ нихъ; съ торфяной почвы, обладающей помимо большой влагоемкости и большою капиллярностью, испаряется поэтому влаги болѣе, чѣмъ съ другихъ почвъ; при отсутствіи притока воды со стороны, торфяная



почва высохнетъ быстрѣ глинистой; при засухѣ торфяной грунтъ, въ особенности обработанный, обращается въ сухую пыль, трудно затѣмъ смачиваемую.

Переосушенная почва обращается въ мертвую бесплодную поверхность и можетъ уподобиться летучимъ пескамъ, засоряя близлежащія мѣстности.

Далѣе, важно еще свойство почвы, влияющее на опредѣленіе разстоянія между канавами въ сторону противоположную вліянію проницаемости и капиллярности; это—**способность почвъ отдавать поглощенную воду корнямъ растений**; растение не можетъ взять изъ почвы всю заключающуюся въ ней воду, оно гибнетъ ранѣ полного высыханія почвы; по Габерландту растение начинаетъ увядать, когда почва содержитъ воды 20% отъ ея полной влагоемкости, именно:

|                                                                                |        |               |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Въ зернисто-песчаной почвѣ растение гибнетъ, при содержаніи въ почвѣ . . . . . | 1,5—2% | воды по вѣсу. |
| въ глинистомъ пескѣ при . . . . .                                              | 3—5%   | „ „ „         |
| въ суглинкѣ при . . . . .                                                      | 7—10%  | „ „ „         |
| въ торфяной почвѣ при . . . . .                                                | 40—50% | „ „ „         |

По Фоглеру для удовлетворительнаго роста растений содержаніе влаги должно быть:

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| въ песчаной почвѣ . . . . .   | 10% |
| въ суглинистой . . . . .      | 20% |
| въ глинистой . . . . .        | 35% |
| въ луговой болотной . . . . . | 65% |
| въ моховой болотной . . . . . | 70% |

Таблицы показываютъ, что торфяныя почвы не слѣдуетъ осушать до такой степени, до которой это полезно для другихъ почвъ: такъ, 40% воды почву суглинистую пересыщаютъ, растение страдаетъ отъ избытка влаги, и тѣ же 40% воды въ почвѣ торфяной уже вызываютъ увяданіе растенія отъ недостатка влаги: торфъ не отдаетъ корнямъ эту воду. Чѣмъ больше влагоемкость почвы, тѣмъ опаснѣе переосушеніе ея. Въ годы засушливые, растенія выгораютъ прежде всего на торфяной почвѣ и урожай сѣна на болотахъ въ эти годы ничтоженъ, а вдоль канавъ травы вовсе не оказывается. Это явленіе извѣстно людямъ практики, и часто оно тормозитъ осушеніе болотъ; это же об-



стоятельство дѣлаетъ правильную осушку болота, въ томъ числѣ и установленіе разстоянія между канавами, задачею вовсе не простою, и до сихъ поръ она рѣшается ощупью.

## Осадка торфа.

Особеннымъ, не присущимъ минеральнымъ почвамъ, свойствомъ торфяныхъ почвъ является способность ихъ сильно измѣняться въ объемъ въ зависимости отъ содержанія воды и давленія на нихъ. Означенное свойство является весьма важнымъ при проектированіи всякаго рода работъ на болотахъ; новыя осушительныя каналы черезъ два-три года значительно уменьшаются въ глубинѣ; мосты, водоспуски и прочія сооруженія на вбитыхъ въ подпочву сваяхъ послѣ осѣданія болота оказываются какъ бы выдвинувшимися изъ болота.

Чѣмъ менѣе торфъ содержитъ воды, тѣмъ больше вѣситъ сухое вещество его въ единицѣ объема, т.-е. тѣмъ плотнѣе сдвигаются волокна его. Независимо отъ давленія его, торфъ какъ губка сѣживается и разбухаетъ отъ высыханія и смачиванія. Насколько велико уменьшеніе торфа въ объемъ отъ высыханія, независимо отъ давленія вышележащихъ слоевъ, указать въ цифрахъ пока не представляется возможнымъ за отсутствіемъ наблюденій надъ этимъ явленіемъ въ чистотѣ.

Приблизительное представленіе объ этомъ даютъ опыты, произведенные инж. Янковскимъ при составленіи проекта осушенія болотъ по Днѣстру <sup>1)</sup>; для означенной цѣли было вырѣзано три пробы изъzybучаго мохового болота.

Первая проба высотой 0,80 метра взята въ мѣстѣ, гдѣ вся глубина торфа была 2,00 метра, поперечное сѣченіе пробы 0,40 × 0,40 метра. Проба была уложена въ деревянный ящикъ. По мѣрѣ высыханія высота пробы уменьшалась такъ:

|                                          |           |              |
|------------------------------------------|-----------|--------------|
| 7 сентября 1892 г. во время взятія пробы | высота ея | . 0,80 метр. |
| 24 сентября 1892 года . . . . .          | ” ”       | . 0,68 ”     |
| 23 октября 1892 года . . . . .           | ” ”       | . 0,62 ”     |
| 21 октября 1894 года . . . . .           | ” ”       | . 0,52 ”     |

Осадка торфа за  $25\frac{1}{2}$  мѣсяцевъ составила  $\frac{0,28 \times 100}{0,80} = 35\%$ .

<sup>1)</sup> А. Kornella. Die Entwässerung der Moore für Kulturzwecke 1905 г.



Вторая проба высотой 0,90 метра съ болота съ общей глубиной торфа 2,6 метра:

27 сентября 1894 года во время взятія пробы высота ея . 0,90 метр.

20 апрѣля 1895 года . . . . . " " . 0,68 "

Осадка торфа за 7 мѣсяцевъ 25%.

Третья проба высотой 0,85 метра съ болота глубиной торфа 1,0 метр.:

Въ маѣ 1894 года высота 0,85 метра.

Въ октябрѣ 1894 г. — 0,72 "

Осадка торфа за 5 мѣсяцевъ 15%.

Приведенныя цифры указываютъ на значительную осадку мохового торфа лишь преимущественно отъ высыханія, такъ какъ давленіе верхней части столба на нижнюю здѣсь также имѣетъ значеніе; хотя свѣдѣній о влажности торфа въ моментъ наблюденій не приведено, но по времени наблюденій возможно полагать, что послѣднее наблюденіе производилось надъ торфомъ въ воздушно сухомъ состояніи его. Въ природѣ осадка на канализованныхъ болотахъ вызывается сжатіемъ торфа не только отъ высыханія его, но, повидимому, главнымъ образомъ отъ увеличенія давленія верхнихъ слоевъ торфа канализуемаго болота на нижніе, т.-е. сжимаются не только осушаемые слои торфа, но подъ давленіемъ и нижележащіе.

Сущность этого явленія состоитъ въ слѣдующемъ. Неканализованное торфяное болото большую часть года бываетъ обычно пересыщено водою настолько, что торфъ можетъ разсматриваться въ немъ какъ тѣло, погруженное въ воду и теряющее въ своемъ вѣсѣ столько, сколько вѣситъ объемъ вытѣсняемой имъ воды. Если:

вѣсъ единицы объема сухого торфа обозначить черезъ  $T$ ,  
вѣсъ поглощаемой имъ въ силу влагоемкости воды—черезъ  $b_{вл.}$ ,  
вѣсъ объема вытѣсняемой имъ воды черезъ  $B_{об.}$

то вѣсъ такого куска торфа въ водѣ, т.-е. давленіе его на нижележащій слой, выразится:

$$D = (T + b_{вл.}) - B_{об.} \dots \dots \dots (1)$$

Въ частномъ случаѣ, если вѣсъ сухого вещества кубич. метра свѣжаго торфа  $T = 200$  килог., вѣсъ поглощенной торфомъ



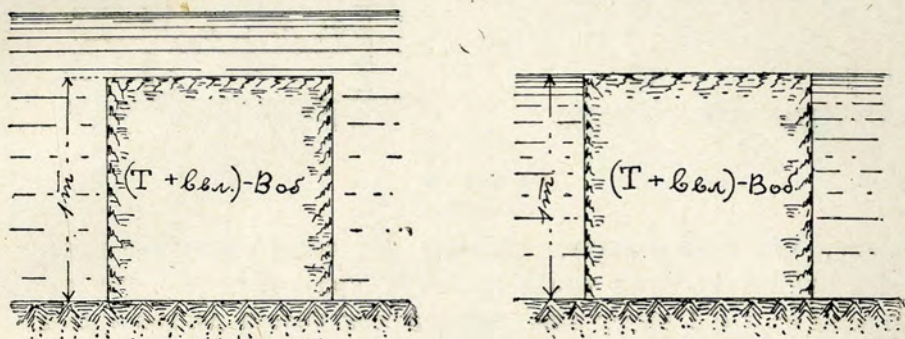
воды  $b_{вл.} = 900$  килогр., (450%), вѣсь вытѣсняемой воды въ пересыщенномъ болотѣ  $B_{ос} = 1000$  килогр. (куб. метръ), то

$$D = (200 + 900) - 1000 = + 100 \text{ килогр.} \dots\dots\dots (2)$$

Часть  $[T + b_{вл.}]$  оказывается иногда менѣе, чѣмъ  $B_{ос}$ . (вѣсь вытѣсняемой воды); въ этомъ случаѣ, понятно, верхній слой торфа въ пересыщенномъ водою болотѣ оказывается плавающимъ, получается зыбучее болото съ волнующимся подъ тяжестью человека покровомъ. Напримѣръ, если на моховомъ болотѣ  $T = 80$  кил.,  $b_{ос.} = 800$  килогр. (1000%),  $B_{ос.} = 1000$  килогр., то

$$D = (80 + 800) - 1000 = - 120 \text{ килогр.} \dots\dots\dots (3)$$

Съ проведеніемъ осушительныхъ канавъ начинается удаленіе воды съ болота и условія давленія торфа рѣзко измѣняются; при этомъ по характеру измѣненія торфа возможно различить три стадіи процесса осушенія:



Чертежъ 57.

1) Отводъ верховой воды съ болота; въ это время давленіе торфа на нижележащіе слои остается безъ измѣненія; такъ какъ до момента стока всей поверхностной воды торфъ остается тѣломъ, погруженнымъ въ воду, и давленіе выражается той же формулою

$$D = (T + b_{вл.}) - B_{ос.},$$

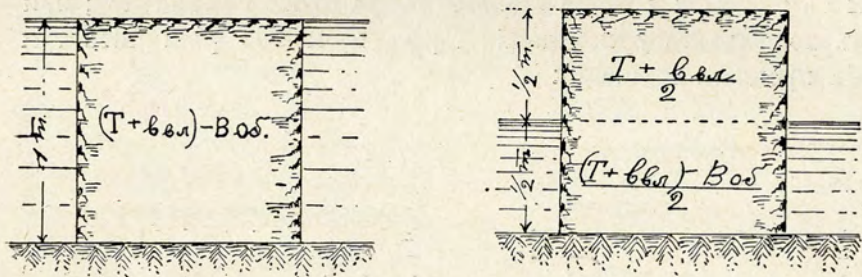
значить никакого уплотненія торфа въ этой стадіи осушенія не происходитъ и если часть торфа была приподнята ранѣе водою, то произойдетъ лишь опусканіе поверхности болота, если же насыщенный торфъ былъ тяжелѣе воды, то не произойдетъ



и опусканія. Эта стадія иллюстрирована на чертежѣ 57, гдѣ мощность торфа принята для упрощенія въ 1 метръ, а вѣсъ и влагоемкость его какъ въ равенствѣ (3).

2) Пониженіе грунтовой воды въ болотѣ; съ началомъ этой стадіи отвода воды условія давленія торфа рѣзко измѣняются. Насыщенный до полной влагоемкости торфъ хотя еще и остается очень богатымъ водою, но уже не будетъ въ условіяхъ тѣла, погруженнаго въ воду, и потому обнаруживаетъ давленіе на нижніе слои не только своимъ вѣсомъ, но и вѣсомъ той воды, которая удерживается имъ свойствомъ влагоемкости, т. е.

$D = (T + b_{вл.})$ , при чемъ, глубина грунтовой воды измѣняется отъ 0 до  $h$  (глубина болота). Это давленіе будетъ тѣмъ



Чертежъ 58.

больше, чѣмъ на большую глубину опустится грунтовая вода.

Въ принятомъ нами ранѣе примѣрѣ при пониженіи грунтовой воды на  $x = 1$  метру ниже поверхности болота, давленіе слоя торфа въ 1 метръ выразится

$$\text{Давл.} = 200 + 900 = 1100 \text{ килогр.}$$

т.-е. увеличится въ одиннадцатъ разъ по сравненію съ давленіемъ при пересыщенномъ водою состояніи болота; при промежуточномъ пониженіи на полметра,  $x = 1/2$  метра, верхняя половина будетъ давить вѣсомъ (черт. 58):

$$D_{1/2}^1 = (100 + 450) = 550 \text{ килогр.}$$

нижняя половина (въ водѣ):

$$D_{1/2}^2 (100 + 450) - 500 = 50 \text{ килогр.}$$

Общее давленіе выразится:  $550 + 50 = 600$  килограммовъ.



3) Высыхание торфа испарением воды, удерживавшейся в нем силою влагоемкости, начинается вслѣдъ за опусканіемъ грунтовой воды. При этомъ, вслѣдствіе уменьшенія  $b_{вл.}$ , уменьшается и давленіе торфа на нижніе слои. Въ нашемъ примѣрѣ при глубинѣ торфа въ 1 метръ при началѣ стадіи давленіе будетъ

$$D = 200 + 900 = 1100 \text{ кил.}$$

при концѣ, т.-е. при полномъ высыханіи,

$$D = 200 \text{ килогр.,}$$

т.-е. давленіе въ этотъ періодъ уменьшается до постояннаго вѣса сухого вещества торфа, но все же остается болѣе давленія въ періодъ пересыщенія болота водою.

Въ промежуточномъ положеніи при испареніи влагоемной воды на  $1/2$  метра давленіе будетъ (черт. 59): верхней половины:

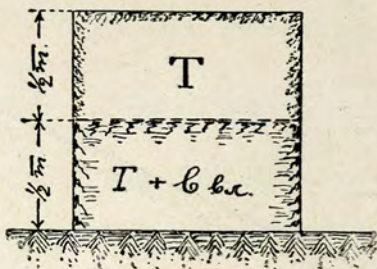
$$D_{1/2}^1 = T = 100 \text{ килогр.}$$

нижней половины

$$D_{1/2}^2 = T + b_{вл.} = 100 + 450 = 550 \text{ килогр.}$$

Въ суммѣ:

$$100 + 550 = 650 \text{ килогр.}$$



Чертежъ 59.

Ходъ измѣненія давленія въ каждой изъ стадій изображается графически кривой, гдѣ оп оси абсциссъ должны быть отложены степени высыханія болота, а по оси ординатъ давленіе торфа (черт. 60). Въ 1-ой стадіи, пониженія уровня пересыщающей болота воды, давленіе остается постояннымъ; во 2-ой стадіи, при пониженіи грунтовыхъ водъ, давленіе торфа увеличивается и достигаетъ наибольшаго передъ началомъ испаренія; въ 3-ей стадіи при испареніи влагоемной воды, давленіе уменьшается и достигаетъ постоянной величины, большей, чѣмъ въ первой стадіи.

Въ дѣйствительныхъ условіяхъ природы стадія 2-я — пониженіе грунтовыхъ водъ и стадія 3-я — испареніе влагоемной воды — сливаются и потому кривая давленія, при изслѣдованіи явленія на опытѣ, будетъ плавно переходить отъ повышенія къ пониженію, а не изгибаться подъ угломъ, какъ изображено на графикѣ.







Исходя изъ вышеприведенныхъ формулъ давления и зная свойства (вѣсъ и влагоемкость) данного торфа, возможно вычислить давление его при разныхъ стадіяхъ осушенія на любой глубинѣ, подставляя соотвѣтствующія цифры въ формулы:

$$(n \cdot T + n \cdot b_{\text{вл.}}) - n \cdot V_{\text{об}} \dots \dots \dots (4)$$

При стояніи воды выше уровня болота, гдѣ, для упрощенія, въ конкретномъ случаѣ:

$n$ —глубина въ метрахъ, на которой опредѣляется давление,

$T$ —вѣсъ сухого торфа куб. метр.

$b_{\text{вл.}}$ —вѣсъ удерживаемой въ куб. метр. торфа влагоемной воды,

$V_{\text{об.}}$ —вѣсъ куб. метра воды = 1000 килогр.

При стояніи грунтовой воды на 1 метръ ниже уровня болота

$$(n \cdot T + n \cdot b_{\text{вл.}}) - (n-1) \cdot V_{\text{об.}} \dots \dots \dots (5)$$

при стояніи грунтовой воды на  $k$  метровъ ниже уровня болота

$$(n \cdot T + n \cdot b_{\text{вл.}}) - (n-k) \cdot V_{\text{об.}} \dots \dots \dots (6)$$

при стояніи грунтовой воды ниже глубины, на которой опредѣляется давление торфа

$$n \cdot T + n \cdot b_{\text{вл.}} \dots \dots \dots (7)$$

$T$ —вѣсъ сухого вещества кубического метра торфяной почвы равенъ въ среднемъ <sup>1)</sup>:

мохового торфа . . . . 90 килогр.

травяного " . . . . 250 "

переходного " . . . . 180 "

Примѣръ. Опредѣлить давление торфа на кв. метръ на уровнѣ дна канала на глубинѣ 1,10 метр. отъ поверхности, при уровнѣ воды въ каналѣ на 0,64 метр. ниже поверхности болота, вѣсъ куб. метра сухого торфа 200 килогр. и при полной вѣсовой влагоемкости его въ 450%. По формулѣ 6-ой:

$$D = (1,10 \times 200 + 1,10 \times 900) - (1,1 - 0,64) \times 1000 = 220 + 990 - 460 \\ = 750 \text{ килогр. на кв. метръ.}$$

Каково было давление торфа на томъ же горизонтѣ при пополненіи болота водою? По формулѣ 4-ой:

$$D = (1,10 \times 200 + 1,10 \times 900) - 1,1 \times 1000 = 220 + 990 - 1100 = 110 \text{ килогр.}$$

Приведенныя схематическія вычисленія указываютъ, насколько увеличивается при осушеніи торфяныхъ болотъ давление верхнихъ слоевъ торфа на нижніе.

Подъ вліяніемъ этого давления происходитъ послѣ осушенія

<sup>1)</sup> Bersch, Nandbuch der Moorkultur. 1909.



уплотненіе и осадка торфа во всей его толщѣ отъ поверхности до постилающаго болота минеральнаго грунта.

Наблюдать такую осадку легко на всякомъ каналѣ, прорытомъ по болоту, въ коемъ погребенъ росшій въ прежнее время лѣсъ. На чистомъ днѣ прорытаго канала черезъ нѣкоторое время появляется ярусъ пней, погибшаго когда-то здѣсь лѣса; по удаленіи этихъ пней, черезъ нѣсколько лѣтъ показываются, какъ бы вылѣзаютъ, другіе. Это явленіе прекрасно наблюдается, между прочимъ, въ Туровской казенной дачѣ, Мозырскаго уѣзда, Минской губерніи, гдѣ, при періодическомъ капитальномъ ремонтѣ канала „Бычокъ“ и другихъ, со дна извлекается каждый разъ масса новыхъ и новыхъ корчей. Понятно, что „выпиранія“ этихъ пней съ развѣтвленными корнями быть не можетъ, размыванія дна также не происходитъ; наоборотъ, каналъ мелеетъ и нуждается въ прочисткахъ; ясно, что это опускается дно канала, т.-е. садится и уплотняется слой торфа ниже дна канала.

Часто наблюдается, какъ правильное движеніе воды по каналу, только что прорытому на торфяномъ болотѣ черезъ отдѣльные выступы минеральной почвы, по прошествіи нѣкотораго времени нарушается. Передъ выступами минеральной почвы образуется въ торфяномъ грунтѣ застой воды въ канавѣ, хотя дно ея въ минеральной почвѣ имѣетъ проектную глубину и нивелировка была сдѣлана правильно. Происходитъ это лишь потому, что дно канала въ торфяномъ грунтѣ опустилось, въ минеральномъ же осталось на прежней высотѣ.

Изъ изложеннаго объясненія причинъ осадки торфа, именно сжатія его отъ высыханія и уплотненія отъ увеличенія давленія верхнихъ слоевъ, вытекаетъ, что величина осадки болота есть производная трехъ главнѣйшихъ факторовъ:

- 1) глубины канала, обусловливающей высоту торфяного слоя, оказывающаго давленіе на нижніе слои;
- 2) глубины всего торфяного слоя на болотѣ, какъ тѣла, подвергающагося уплотненію;
- 3) физическихъ свойствъ торфа, главнымъ образомъ вѣса сухого вещества его и влагоемкости его.

Поэтому нормы осадки торфа, выражаемая въ нѣкоторыхъ руководствахъ въ процентахъ только отъ глубины торфяного слоя или только отъ глубины осушительныхъ канавъ, по существу своему не могутъ быть правильными.



Измѣренія дѣйствительной величины осадки болотъ немногочисленны и произведены, при томъ, за границей.

Такъ, по сообщенію Крюгера, моховое болото въ устьѣ Эльбы (Kehdinger Moor) сѣло черезъ  $1\frac{1}{2}$  года послѣ осушенія на 0,70 м., при глубинѣ торфа 4,5—7 метровъ, а черезъ 15 лѣтъ послѣ осушенія сѣло уже на 1,21—2,67 метра <sup>1)</sup>. Осадка одного изъ участковъ осушеннаго болота въ Галиціи (Stojanower Sümpfen) за семь лѣтъ составила въ среднемъ 0,35 метра при глубинѣ торфа на болотѣ 2,5—8 метра и глубинѣ каналовъ въ среднемъ 1,20 метра <sup>2)</sup>. Моховое болото, глубиною въ среднемъ 10 метровъ и содержащее 95% воды, по наблюденіямъ Крюгера, сѣло вдоль канала за 14 лѣтъ на 295 см., при чемъ оно садилось равномерно въ теченіе первыхъ 6 лѣтъ, въ слѣдующіе же годы осадка была весьма мала. Крюгеръ принимаетъ вообще, что моховое болото садится послѣ осушенія для цѣлей культуры въ Сѣверной Германіи на 10—25% глубины болота. Инженеръ Корнелла принимаетъ осадку болотъ въ общемъ въ 20—50% глубины канавъ. Въ книгѣ „Очеркъ работъ Западной Экспедиціи“ указывается, что осадка верхняго слоя болота на слѣдующій годъ послѣ канализаціи составляетъ отъ 10 до 55% глубины канавъ.

Нами въ 1913 году были заложены опыты надъ осадкою чисто мохового торфа на канализованномъ въ томъ же году болотѣ въ Глинкинской казенной дачѣ, Сѣнненскаго уѣзда, Могилевской губерніи, однако показательныхъ результатовъ этого опыта еще не получено.

---

<sup>1)</sup> Н. Lande, Eine Staatliche Besiedelung im Kehdinger Moor. 1907.

<sup>2)</sup> А. Kornella, Die Entwässerung der Moore, 1905.



## ГЛАВА ШЕСТАЯ.

### Разстояніе между канавами.

Первымъ вопросомъ, возникающимъ при составленіи проекта осушительныхъ работъ и требующимъ при томъ, какъ указано выше, рѣшенія еще во время производства изысканій, чтобы имѣть возможность, не выѣзжая съ мѣста работъ, произвести и трассировку канавъ, является вопросъ о разстояніи, на которомъ слѣдуетъ проводить одну осушительную канаву отъ другой. При рѣшеніи этого вопроса нѣтъ и не можетъ быть дано категорическаго отвѣта, какъ это и вообще имѣетъ мѣсто въ случаяхъ, когда на рѣшеніе вопроса оказываютъ вліяніе условія естественныя, агрономическія и экономическія. Каждый изъ этихъ разнородныхъ факторовъ предъявляетъ свои требованія, идущія часто въ разрѣзъ съ требованіями другого фактора; среднее, рациональнѣйшее рѣшеніе будетъ различно въ различныхъ условіяхъ. При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что вліяніе и каждаго фактора, даже отдѣльно взятаго, также не всегда твердо установлено.

Разстояніе между канавами должно устанавливаться въ зависимости отъ ряда факторовъ: климата, цѣли осушенія, свойствъ почвы, притока воды со стороны, движенія грунтовой воды, глубины канавъ и уклона поверхности болота.

**Вліяніе климата.** Вліяніе этого фактора однородно на значительныхъ пространствахъ и культуръ-технику опредѣленнаго района не приходится принимать въ соображенія при каждомъ отдѣльномъ проектѣ. Этотъ факторъ, выражающійся преимущественно въ количествѣ осадковъ, учитывается чаще при опредѣленіи размѣровъ поперечныхъ сѣченій каналовъ, гдѣ вліяніе его можетъ выражаться въ цифрахъ; зависимость же разстоянія между канавами отъ количества осадковъ можетъ быть формули-



рована только въ самомъ общемъ видѣ: чѣмъ болѣе осадковъ въ данномъ районѣ, тѣмъ гуще, при прочихъ равныхъ условіяхъ, должна быть сѣть каналовъ. Среднее годовое количество выпадающихъ осадковъ въ Европейской Россіи, не принимая во вниманіе Кавказъ и юго-восточныя степныя губерніи, колеблется отъ 300 до 650 миллиметровъ (слой воды въ 1 милл. на площади 1 десятины заключаетъ 10,925 куб. метровъ воды = 1,1 куб. саж.).

Среднее годовое количество осадковъ въ Московской губерніи за 1879—1911 годы (33 года) по исчисленіямъ В. А. Власова (Матеріалы по климатологiи Московской губерніи 1914 г.) равно 536 миллиметрамъ, съ колебаніями отъ 374 до 716 милл.

Въ бассейнѣ всего верхняго Днѣпра до г. Кіева, по исчисленіямъ Е. В. Оппокова (Режимъ рѣчного стока въ бассейнѣ верхняго Днѣпра 1914г.) среднее годовое количество осадковъ за 1876—1908 годы (33 года) даетъ слой воды въ 559 милл. съ годовыми колебаніями отъ 442 милл. до 700 милл., а въ бассейнѣ рѣки Припяти отъ 416 милл., до 736 миллиметровъ.

Изъ приведенныхъ цифръ осадковъ для районовъ, захватывающихъ большую часть Имперіи, ясно, что правильно взятое разстояніе между канавами неизбѣжно окажется въ одни годы слишкомъ малымъ, въ другіе слишкомъ большимъ для наиблагопріятнѣйшаго для роста растений пониженія уровня грунтовыхъ водъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ вліяніе осадковъ компенсируется температурою воздуха; такъ, сѣверо-востокъ Европейской Россіи бѣденъ осадками, но, вслѣдствіе низкой температуры и малаго испаренія въ этомъ районѣ растительность страдаетъ отъ значительнаго избытка влаги въ почвѣ.

**Вліяніе цѣли осушенія.** Осушеніе земельныхъ участковъ можетъ производиться въ различныхъ цѣляхъ:

- 1) прекращенія ежегоднаго увеличенія площади заболачиванія,
- 2) отвода съ участка верховой воды для полученія доступнаго сѣнокоса,
- 3) пониженія уровня грунтовыхъ водъ для улучшенія условій произрастанія луговыхъ травъ или полевыхъ хлѣбовъ,
- 4) лѣсовозобновленія и улучшенія роста существующаго лѣса или, предотвращенія гибели его,
- 5) улучшенія путей сообщенія и созданія путей для сплава лѣса,
- 6) облегченія выработки торфа,



7) улучшение санитарныхъ условий района, между прочимъ предохраненій отъ порчи воды въ колодцахъ отъ высокаго стоянія воды на болотѣ.

Различныя растенія предъявляютъ разныя требованія къ высотѣ стоянія грунтовой воды; такъ, для луговыхъ растеній можно считать наиболѣе благопріятнымъ стояніе грунтовой воды на 0,5—0,75 метровъ ниже поверхности земли <sup>1)</sup>. На поляхъ наиболѣе благопріятенъ горизонтъ воды на 0,75—1,25 метра ниже поверхности земли, въ садахъ на — 1,0—1,3 метра. Свѣдѣнія же о томъ, при какомъ разстояніи между канавами достигается нужное пониженіе грунтовой воды или даже на какое разстояніе въ сторону распространяется вліяніе осушительной канавы, весьма скудны. Въ книгѣ «Очеркъ работъ Западной Экспедиціи по осушенію болотъ» и нѣкоторыхъ другихъ предполагается, что таковое вліяніе на торфяномъ болотѣ распространяется на 250 сажень въ каждую сторону, т.-е. канава осушаетъ полосу шириною въ 500 сажень.

По наблюденіямъ инженера Корнелла въ Галиціи на болотѣ въ Деревніа вліяніе канавы глубиною 0,70 метра, при глубинѣ торфа 1—2,5 метра, на уровень грунтовой воды распространялось на 140 метровъ въ сторону; на другомъ же болотѣ, при глубинѣ торфа 5 метровъ, вліяніе канавы глубиною 1,13 метра замѣтно распространялось не болѣе 120 метровъ отъ канавы. По наблюденіямъ Флейшера 1888—89 г. вліяніе канавы въ торфяномъ болотѣ совершенно прекращалось на разстояніи 200 метровъ.

По наблюденіямъ на Раменской гидрометрической станціи Московской губерніи въ самое неблагопріятное время, именно весною, вліяніе канала глубиною 0,5 сажени на грунтова воды въ торфяномъ грунтѣ распространяется въ сторону весьма замѣтно на 60 сажень и едва замѣтно на 110 сажень. Въ Оршинской дачѣ Тверской губерніи на моховомъ болотѣ вліяніе канавъ на грунтовую воду весною почти не обнаруживается, т.-е. вблизи канавы вода стоитъ въ уровень съ поверхностью болота.

---

<sup>1)</sup> Усовъ въ книгѣ „Культура болотъ“ даетъ 12 вершковъ, Остафьевъ (Осушеніе болотъ)—12 вершковъ, Колесовъ—12—16 верш., вѣнскій проф. Фридрихъ (Kulturrechnischer Wasserbau) 0,5—0,75 метр., австрійскій инж. Корнелла (die Entwässerung der Moore) 0,30—0,50 м., Гаске для сѣв. Герм. 0,50 м., Флейшеръ (Die Anlage und die Bewirtschaftung von Moorgewiesen und Moorgewiden) для луговъ 0,50 метр., для пастбищъ 0,60—0,80 мет.



Цѣль осушенія имѣеть главнѣйшее значеніе при проектированіи осушенія угодій. Если меліорація производилась въ предположеніи полученія естественнаго луга, удобнаго для уборки, то посѣвъ травъ здѣсь окажется, понятно, вымокшимъ; наоборотъ, если болото осушалось для посѣва на немъ затѣмъ луговыхъ травъ, но посѣва почему либо не произведено, то такое болото послѣ прорытія канавъ окажется переосушеннымъ и урожай естественнаго сѣна съ него понизится: меліорація окажется убыточной.

Культуръ-техникъ при проектированіи работъ долженъ всегда уяснить себѣ родъ предполагаемой эксплуатаціи угодія послѣ меліораціи и въ пояснительной части проекта указать ясно для чего проектирована имъ сѣть канавъ.

Однако необходимо отмѣтить, что родъ эксплуатаціи болота послѣ осушенія нельзя всегда установить заранее и дать его гидротехнику какъ основное положеніе. Родъ эксплуатаціи связанъ съ опредѣленнымъ пониженіемъ уровня грунтовыхъ водъ; величина же технически возможнаго и экономически выгоднаго пониженія уровня грунтовыхъ водъ выясняется послѣ производства гидротехническаго обслѣдованія.

Такое обслѣдованіе можетъ иногда выяснитъ, что пониженіе грунтовыхъ водъ на лучшую для роста культурныхъ растений глубину вообще невозможно, вслѣдствіе высокаго стоянія воды въ прилегающей рѣкѣ, или что въ весеннее время угодіе покрывается разливомъ рѣки, грозящимъ размывъ вспаханную дернину и т. п.; поэтому степень осушенія зависитъ отъ рода предполагаемой эксплуатаціи угодія, но и родъ эксплуатаціи зависитъ отъ возможной технической степени осушенія. Болѣе того, и на угодіяхъ, осушеніе которыхъ технически возможно для всякой культуры, необходимо взвѣсить экономическую выгоду всякой комбинаціи. Напримѣръ, обращеніе болотистаго луга подъ пашню требуетъ равномернаго пониженія грунтовой воды на 0,75 — 1,25 метра, стоимость этого пониженія по мѣстнымъ топографическимъ условіямъ (необходимость пересѣченія водоотводною канавою песчаныхъ бугровъ и т. п.) можетъ оказаться столь высокой, что окажется болѣе раціональнымъ ограничиться болѣе мелкими канавами и обратить угодіе въ посѣвной культурный лугъ. Поэтому ни агрономъ, ни гидротехникъ не могутъ заранее давать другъ другу категорически опредѣленныхъ заданій: работа ихъ на меліорируемомъ угодіи перепле-



тается, а иногда и сливается во времени и лишь послѣ подробнаго обследованія болота и выясненія тѣхъ или иныхъ техническихъ возможностей, тѣ или иныя заданія при совмѣстной работѣ гидротехника и агронома могутъ быть установлены.

Большая часть значительныхъ осушительныхъ работъ произведена на болотахъ. Западная Экспедиція работала исключительно на болотахъ и притомъ на такихъ, которыя были трудно доступны и дотолѣ часто совершенно не эксплуатировались; весенняя вода стояла на нихъ до конца мая, послѣ чего они были доступны только пѣшеходамъ; проѣздъ и пастьба скота лѣтомъ возможны были только по нѣкоторымъ отдѣльнымъ мѣстамъ; осушеніе такихъ пространствъ имѣло цѣлью превратить ихъ въ доступные сѣнокосы, что достигалось отводомъ только верховой воды, грунтовая же вода въ сырое время стоитъ на такихъ сѣнокосныхъ болотахъ и послѣ осушенія въ уровень съ поверхностью. Весною эти пространства часто попрежнему сплошь затоплены водою. Растительность такихъ осушенныхъ болотъ остается въ значительной части болотною же.

Для полученія указанныхъ результатовъ, т.-е. обращенія недоступныхъ обширныхъ торфяныхъ болотъ въ *сырые естественные сѣнокосы*, признается достаточнымъ назначать боковыя каналы на разстояніи 300—500 сажень одну отъ другой при глубинѣ 0,5—0,6 сажени. Дальнѣйшими мѣропріятіями на такомъ болотѣ могутъ быть: вырубка кустарника, уничтоженіе кочекъ, выжиганіе поверхностнаго слоя. Посѣва смѣсей кормовыхъ травъ при указанныхъ разстояніяхъ между канавами обычно не производится, вслѣдствіе неизбежности вымоканія ихъ. Примѣромъ образованія значительныхъ естественныхъ луговыхъ пространствъ послѣ проведенія на указанномъ разстояніи осушительныхъ канавъ является рядъ казенныхъ дачъ Минской губерніи: Василевичская, Слаунская, Колковская и др. Рѣчицкаго уѣзда.

При желаніи получить на мѣстѣ мокраго торфяного болота лугъ, на которомъ грунтовая вода стояла бы ниже поверхности земли въ сырое время года, по которому можно было бы ѣздить и *примѣнять простѣйшіе культурные пріемы улучшенія состава растительности*, какъ-то: удаленіе мохового покрова, боронованіе поверхности, посѣвъ малотребовательныхъ травяныхъ смѣсей безъ оборота пласта,—каналы глубиною 0,5—0,6 саж. должны про-



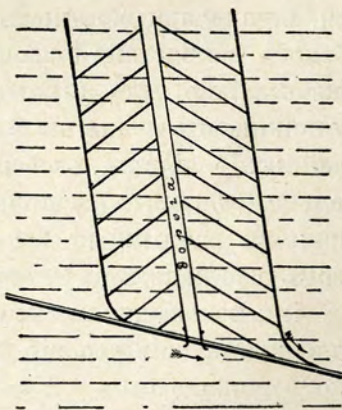
водиться одна отъ другой на 100—200 саж., чаще на моховомъ и глубокомъ болотѣ, рѣже на травяномъ и мелкомъ болотѣ; болѣе частое проведеніе такихъ глубокихъ канавъ на торфяномъ грунтѣ грозитъ уже переосушеніемъ, и такое болото, безъ дальнѣйшей культуры его, будетъ давать сѣна менѣе, чѣмъ при разстояніи канавъ въ 200—300 сажень. Устройство шлюзовъ на канавахъ должно уничтожить опасность переосушенія, о чемъ будетъ сказано подробнѣе въ особой главѣ. Какъ на примѣръ хорошаго роста травъ на такомъ болотѣ, возможно указать на участокъ Минской Болотной Опытной станціи въ имѣніи Лахва Мозырскаго уѣзда.

При намѣреніи обратить торфяное болото *подъ посылъ травъ и хлѣбовъ* съ предварительнымъ оборотомъ пласта или подъ посадку огородныхъ растений, необходимо къ проведеннымъ на разстояніи 150 сажень одна отъ другой глубокимъ канавамъ провести ряды мелкихъ глубиною 0,30—0,50 саж. канавъ на разстояніи 10—20 саж. одна отъ другой.

Обработка участковъ при этомъ остается еще вполне удобной (участки 10 x 150 сажень.), сообщеніе также свободное (черт. 61).

Флейшеръ въ книгѣ „Устройство луговъ и пастбищъ“ (переводъ съ нѣмецкаго) указываетъ, что при новыхъ осушкахъ болотъ и при средней степени разложенія торфа разстояніе между канавами можно принимать въ 25—30 метр. (около 12—14 сажень).

Въ частности можно указать, что на болотномъ хозяйствѣ „Рудня Радовельская“ Волынскаго Губернскаго Земства при разстояніи между канавами въ 30 саж. производится вспашка и успѣшное культивированіе всѣхъ



Черт. 61.

распространенныхъ луговыхъ, полевыхъ и огородныхъ растений<sup>1)</sup>, при чемъ, по мнѣнію завѣдывающаго хозяйствомъ, разстояніе это необходимо признать наибольшимъ, допустимымъ по мѣстнымъ

<sup>1)</sup> Журналь „Болотовѣдѣніе“ 1915 г. № 2 Л. В. Кузнецкій, „Болотное Хозяйство Рудня Радовельская“.



условіямъ. На опытномъ полѣ Болотной станціи возлѣ г. Минска, при разстояніи между канавами на одномъ участкѣ въ 22 саж., искусственное удобреніе подъ овесъ не давало такихъ результатовъ, какъ на другомъ участкѣ съ разстояніемъ между канавами въ 15 сажень <sup>1)</sup>.

Необходимо имѣть въ виду, что кромѣ культуры на разстояніе между канавами вліяють и другіе упоминаемые ниже факторы.

*Вліяніе осушительныхъ канавъ на улучшеніе роста лѣса* на болотахъ низиннаго и смѣшаннаго типа распространяется на полосу значительной ширины; произведенныя наблюденія указали на примѣры увеличенія прироста на разстояніи до 300 саж. отъ канавы, на моховыхъ же болотахъ вліяніе распространяется обычно на полосу незначительной ширины. На осушаемыхъ болотахъ появляются заросли сосны, береза и осины; сосна появляется обычно на канализованныхъ моховыхъ болотахъ, но не идетъ далеко отъ канавъ; по наблюденіямъ глазомѣрнымъ, а также по немногимъ анализамъ отрубковъ сосны и пробѣ буравомъ Пресслера, можно принять, что въ среднемъ ростъ сосны на моховыхъ болотахъ улучшается послѣ канализаціи въ полосѣ не шире 30—50 саж. въ каждую сторону канала; корни ея, идущіе при обычныхъ условіяхъ роста глубоко въ почву, на болотѣ, вслѣдствіе близости грунтовыхъ водъ, развиваются горизонтально, что имѣетъ слѣдствіемъ, между прочимъ, малую устойчивость сосны на болотѣ. Березовыя заросли на канализованныхъ болотахъ, особенно травяныхъ, появляются на значительно большихъ разстояніяхъ отъ каналовъ и таковыя можно принять равными до 200 саж.; болота же съ моховымъ покровомъ обмѣняются березою значительно труднѣе.

Изъ изложеннаго вытекаетъ, что разстояніе между канавами для достиженія условій удовлетворительнаго роста сосны на болотѣ должно быть около 60—100 саж., а для роста березы на травяномъ болотѣ значительно большее, именно до 400 сажень.

При осушеніи болотъ въ цѣляхъ *добыванія торфа* въ основу кладутся совершенно иныя соображенія; здѣсь осушительныя работы имѣють задачу: 1) подготовить поверхность части болота для сушки на немъ выработаннаго торфа; 2) подготовить

---

<sup>1)</sup> Журналъ „Болотовѣдніе“ 1915 г. № 2, Изъ опытовъ Минской Болотной Опытной станціи, А. Т. Кирсановъ.



массу торфа подь выработку: послѣднее должно заключаться въ а) увеличеніи концентраціи сухого вещества въ торфѣ и пониженіи тѣмъ вѣса единицы объема болотной массы, б) увеличеніи сопротивленія болотнаго грунта установкѣ машинъ, движенію людей и пр.

Осушеніе въ этихъ цѣляхъ производится обычно одною главою магистралью и параллельными и перпендикулярными къ ней стрѣлками, разстояніе между которыми должно быть таково, чтобы торфяная масса достаточно освободилась отъ воды на всю глубину выработки. Въ этомъ случаѣ нѣтъ основаній опасаться переосушенія болота, и потому не повредить дѣлу и густая сѣть параллельныхъ канавъ, не препятствующая движенію машинъ. Обычно заранѣе проводится лишь одна магистраль, боковыя же канавы роются постепенно во время самой выработки торфа. Здѣсь обращаютъ вниманіе лишь на то обстоятельство, чтобы осушенію подвергалась лишь та часть болота, которая въ ближайшее время, т.-е. въ данный годъ, можетъ быть выработана.

Для предохраненія прилегающихъ къ болоту земель отъ надвигающагося на нихъ заболачиванія достаточно обычно проведенія по границѣ болота одной значительной канавы.

**Вліяніе свойствъ почвы.** Родъ почвы и подпочвы осушаемыхъ угодій вліяютъ на разстояніе между канавами какъ косвенно, ибо отъ рода почвы зависитъ въ значительной мѣрѣ способъ агрономическаго использованія болота, такъ и непосредственно, ибо родомъ почвы обусловливается скорость движенія воды въ ней, величина испаренія, величина запаса воды въ ней и пр.

Въ главѣ „Свойства почвы“ изложены необходимыя гидротехнику для опредѣленія разстоянія между канавами свѣдѣнія о водопроницаемости, влагоемкости, капиллярности и способности отдачи воды корнямъ растений, при чемъ указано, что торфъ весьма мало проницаемъ для воды, обладаетъ весьма значительной капиллярной способностью, весьма значительной влагоемкостью и особымъ свойствомъ при значительной влажности задерживать въ себѣ воду безъ использованія ея растениями.

Въ главѣ „Движеніе воды на болотѣ“ указано, что въ торфяномъ грунтѣ вода движется главнымъ образомъ лишь въ вертикальномъ направленіи (вверхъ—вслѣдствіе испаренія и капиллярности, внизъ—вслѣдствіе силы тяжести и атмосфернаго да-



вления) въ подстилающей водопроницаемой грунтъ и по немъ идетъ къ осушительному каналу.

Изъ приведеннаго въ предыдущихъ главахъ матеріала вытекаютъ касательно разстояній между канавами въ зависимости отъ свойствъ почвы слѣдующія соображенія:

1) Вслѣдствіе весьма малой проницаемости торфа для воды и движенія ея въ немъ лишь по вертикальнымъ направленіямъ, разстояніе между осушительными канавами на глубокомъ торфяномъ болотѣ, изолированномъ отъ притока водъ со стороны, имѣетъ значеніе преимущественно для быстрого отвода верховой воды при таяніи снѣга и ливняхъ.

2) Испареніе воды съ болота и, въ связи съ этимъ, способность капиллярной подачи воды вертикально вверхъ оказываютъ существенное вліяніе на уровень грунтовыхъ водъ въ торфяной массѣ.

3) Водопроницаемость торфа, въ смыслѣ способности пропускать воду, въ силу тяжести или атмосфернаго давленія, въ вертикальномъ направленіи внизъ, и водопроницаемость подстилающаго торфъ грунта оказываютъ весьма существенное вліяніе на быстроту пониженія воды въ торфяномъ болотѣ.

4) Мощность торфа, какъ оказывающая наибольшее сопротивление стоку грунтовой воды съ болота въ каналы, имѣетъ важнѣйшее значеніе при установленіи разстоянія между канавами. Отсюда заключенія о зависимости разстоянія между канавами отъ свойствъ почвы и подпочвы болота ясны сами собою, а именно: разстояніе между канавами должно быть тѣмъ меньшее:

1) чѣмъ глубже торфъ на болотѣ,

2) чѣмъ меньше водопроницаемость торфяного грунта,

3) чѣмъ менѣе водопроницаемость подстилающей торфъ породы,

4) чѣмъ менѣе капиллярная или водоподъемная способность торфа.

**Вліяніе притока со стороны.** Верховныя пришлыя воды на густоту осушительныхъ канавъ на участкѣ вліянія не оказываютъ, такъ какъ эта вода перехватывается при самомъ входѣ ея на подлежащій осушенію участокъ. Если она поступаетъ на участокъ по выраженному руслу, въ видѣ ручья, и отсюда разливается по участку, то къ этому руслу подводится начало магистральной осушительной канавы; если пришлая вода поступаетъ изъ боковыхъ лощинъ, то къ нимъ подводятся отъ магистрали боковыя



каналы; если же вода поступает на болото по склонамъ прилегающихъ земель, то проводятся нагорныя каналы; слѣдовательно, только въ этомъ случаѣ притокъ пришлыхъ водъ вызываетъ проведеніе лишнихъ каналовъ—нагорныхъ, въ остальныхъ же случаяхъ расположеніе сѣти каналовъ не измѣняется, увеличивается только размѣръ сѣченія магистрали. При проведеніи каналовъ нагорныхъ, остальные боковыя каналы могутъ быть расположены рѣже обычнаго, а часто оказываются въ этомъ случаѣ и вовсе лишними (о расположеніи каналовъ см. далѣе).

Притокъ грунтовыхъ водъ есть частный случай притока воды со стороны, но такого, который часто не можетъ быть перехваченъ одною каналомъ; если грунтовые воды движутся по одному опредѣленному направленію или выступаютъ у подошвы склона, т.-е. по опредѣленной линіи или даже въ опредѣленномъ мѣстѣ, въ видѣ ключей, то ихъ вліяніе на сѣть каналовъ таково же, какъ и пришлыхъ верховыхъ водъ; проводится специальная перехватывающая канава или къ мѣсту выступленія ихъ подводится одна изъ боковыхъ каналовъ. Но выступленіе грунтовыхъ водъ на участокъ можетъ происходить не въ одномъ какомъ-либо опредѣленномъ мѣстѣ, а слоями, мощностью болѣе обычной глубины осушительной канавы. Въ этомъ случаѣ приходится проводить нѣсколько параллельныхъ каналовъ на близкомъ другъ отъ друга разстояніи.

Если мѣста по склону, заболоченному исключительно грунтовой водою, желательно обратить подъ пашню, что нерѣдко и имѣетъ



Черт. 62.

мѣсто, то осушка должна быть, по возможности, полной; если грунтовая вода выклинивается въ предѣлахъ широкой полосы, то проведеніе одной канавы въ этомъ случаѣ можетъ оказаться недостаточно; проводятся двѣ или болѣе параллельныхъ каналовъ на такомъ другъ отъ друга разстояніи, чтобы дно верхней приходилось на одномъ горизонтѣ съ берегомъ нижней (черт. 62); въ полосѣ между такой парой каналовъ выклинивающихся грунтовыхъ водъ, вообще говоря, оказаться уже не можетъ.

Если мѣстность имѣетъ уклонъ, напримѣръ, въ 0,05 (0,05 саж. пониженія на одну сажень горизонтальнаго протяженія), то, при



указанномъ расчетѣ, канавы глубиною 0,4 сажени придется проложить на разстояніи 8 сажень другъ отъ друга.

Примѣромъ подобныхъ условій можетъ служить небольшой осушенный участокъ земли деревни Рузиной, возлѣ города Богородска, Московской губерніи; склоны долины ручья представляли, несмотря на достаточный уклонъ для стока воды, топкое болото, поросшее ольхою, вслѣдствіе выступавшихъ по склону грунтовыхъ водъ; въ 1908 году вдоль ручья прорыта была одна канава; полоса ниже ея оказалась осушенной, полоса же выше ея осталась сырой, такъ какъ здѣсь вода продолжала выступать; участокъ былъ предназначенъ для огородовъ. Поэтому въ 1910 году прорыта была вторая продольная канава выше первой, на разстояніи около 15—20 сажень, которая пересѣкла нѣсколько подземныхъ ключей, и теперь участокъ пригоденъ подъ всякую культуру.

Встрѣчаются участки, въ которыхъ наблюдается напоръ воды на всей площади ихъ снизу. Чтобы прослѣдить интенсивность такого движенія, необходимы устройство буровыхъ скважинъ и продолжительныя наблюденія. При этихъ условіяхъ необходимы частыя и глубокія канавы на площади всей зоны выступленія воды, слѣдовательно, предпочтительнѣе дренажъ подземными трубами.

Подобное выступленіе грунтовой воды снизу происходитъ, по видимому, на примѣръ, на фермѣ Московскаго Сельскохозяйственнаго Института: при буреніи на опытномъ полѣ Института проходятся наслоенія въ такомъ порядкѣ: 1) верхній растительный горизонтъ и суглинокъ, 2) супесчаный горизонтъ, 3) глина, 4) песокъ-плавунъ на значительную глубину. При прохожденіи первыхъ трехъ слоевъ воды нѣтъ, но, пробуравивъ слой глины и дойдя до плавуну, замѣчаемъ, что вода въ скважинѣ поднялась и остановилась на высотѣ второго слоя; слѣдовательно, вода находится здѣсь подъ напоромъ снизу. Помимо болѣе частаго расположенія канавъ, въ такихъ случаяхъ прибѣгаютъ еще къ особымъ приемамъ осушенія (см. отд. «Глубина канавъ»).

**Вліяніе глубины канавъ.** Взаимоотношеніе глубины канавъ и разстоянія между ними выражается въ общемъ видѣ такъ: чѣмъ канавы глубже, тѣмъ на большемъ разстояніи одна отъ другой ихъ можно проводить. По Дарси, Гагену и др. скорость воды въ песчаномъ и мелко гравелистомъ грунтѣ приблизительно пропорціональна паденію и квадрату діаметра зеренъ. Въ предпо-



ложеніи, что такая пропорціональность сохраняется и въ грунтахъ иного рода, можно вышеприведенное взаимоотношеніе между глубиною канавъ и разстояніемъ между ними выразить болѣе точно: разстояніе между канавами, при прочихъ равныхъ условіяхъ, можетъ назначаться прямо пропорціональнымъ глубинѣ ихъ. Однако, далеко не равнозначуще—проводить много мелкихъ или мало глубокихъ канавъ: въ первомъ случаѣ создаются болѣе равномерныя и благопріятныя условія для роста растений, такъ какъ разности высотъ уровня грунтовыхъ водъ по всей площади будутъ незначительны, общее разстояніе отъ поверхности земли можетъ быть достигнуто при этомъ болѣе соответствующее потребностямъ растений (на  $\frac{3}{4}$  аршина ниже поверхности для растений луговыхъ). При глубокихъ, но рѣдкихъ канавахъ создадутся неравномерныя условія для произрастанія растений; возлѣ канавъ почва можетъ оказаться переосушенной, въ то время, какъ на разстояніи отъ нихъ грунтовая вода можетъ стоять у поверхности болота. Самое рытье мелкихъ канавъ обходится дешевле за кубическую сажень выемки, чѣмъ глубокихъ. Вышесказанное о вліяніи глубины приводитъ къ заключенію, что и въ смыслѣ затратъ и въ смыслѣ результата выгоднѣе, до извѣстнаго предѣла, проведеніе двухъ мелкихъ канавъ вмѣстѣ одной глубокой.

**Вліяніе уклона и характера поверхности площади.** Попадающая въ видѣ дождя и снѣга на поверхность болота вода раздѣляется на три части: часть испаряется вновь въ атмосферу, часть стекаетъ по поверхности болота въ канавы, если онѣ есть, и въ рѣки, часть просачивается вглубь, гдѣ образуетъ подземные водоемы, грунтовые воды, откуда затѣмъ также попадаетъ въ канавы и рѣки \*). О вліяніи просачиванія воды вглубь и испареніи ея въ связи съ различными свойствами и мощностью торфа и подпочвы изложено ранѣе.

Стокъ же воды по поверхности болота зависитъ отъ уклона, характера и покрова ея и отъ близости хорошаго водопріемника. Быстрый стокъ воды въ нужное время съ поверхности боло-

---

\*) Это положеніе болѣе опредѣленно относится лишь къ болотамъ канализованнымъ. На болотахъ же не осушенныхъ и въ особенности сфагновыхъ выпадающая вода раздѣляется еще на четвертую часть, которая энергично поглощается верхнимъ моховымъ покровомъ и служитъ для быстрого его наростанія и такимъ образомъ извлекается изъ обычнаго водооборота.



та является весьма важнымъ для эксплуатаціи болота. Чѣмъ поверхностный стокъ медленнѣе, тѣмъ большая часть воды будетъ испаряться въ атмосферу; на испареніе нужно время и тепло, поэтому тѣмъ медленнѣе весенній поверхностный стокъ, тѣмъ позже начнется съ болота испареніе воды грунтовой, тѣмъ медленнѣе весной болото будетъ прогрѣваться и тѣмъ позже начнется ростъ травъ. Учесть въ цифрахъ вліяніе каждаго изъ этихъ факторовъ вслѣдствіе разнообразія ихъ, конечно, невозможно.

Изложенное дѣлаетъ яснымъ, что разстояніе между канавами должно быть, при прочихъ равныхъ условіяхъ, тѣмъ менѣе, чѣмъ:

- 1) менѣе уклонъ поверхности болота,
- 2) чѣмъ больше препятствій къ стоку воды представляетъ покровъ болота.

Изъ всего сказаннаго въ настоящей главѣ вытекаетъ, что для опредѣленія разстоянія между канавами прежде всего устанавливается цѣль осушенія, въ зависимости отъ которой отыскиваются крайніе предѣлы разстояній. Затѣмъ въ установленныхъ предѣлахъ выбирается уже въ зависимости отъ глубины и рода торфа, рода подпочвы, уклона поверхности и пр. средняя, большая, меньшая или какая либо промежуточная величина разстоянія между канавами.

---



## ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

### Положеніе осушительныхъ канавъ.

Въ законченной осушительной работѣ различаютъ открытые каналы двоякаго рода: 1) магистральные каналы, служащіе преимущественно для отвода воды, поступающей въ нихъ изъ боковыхъ канавъ, 2) боковыя каналы (стрѣлки), служащія непосредственно для приѣма воды съ болота. При этомъ можно различать боковыя каналы 1-го порядка, входящія непосредственно въ магистраль, 2-го порядка, входящія въ предыдущія, и т. д. Кромѣ того здѣсь слѣдуетъ еще отмѣтить нагорныя каналы, предохраняющія участки отъ заболачиванія. Во многихъ случаяхъ, особенно при экстенсивномъ осушеніи, магистраль является въ одинаковой мѣрѣ и водоотводной и осушительной линіей. Исключительно же водоотводное значеніе магистраль имѣетъ при проведеніи ея до водопріемника, находящагося за предѣлами осушаемыхъ угодій.

**А. Магистральные каналы.** Магистральные каналы проводятся по болоту, сообразуясь съ: 1) горизонталями поверхности болота и руслами существующихъ протоковъ, 2) глубинами торфа, 3) границами болота и владѣній, 4) спеціальными особенностями положенія участка.

1) Магистральный каналъ, вообще говоря, проводится по самымъ низкимъ мѣстамъ осушаемой площади; по этимъ же мѣстамъ проходятъ обычно извилины русла существующаго протока. Не слѣдуетъ однако стремиться проводить канаву, направляя ее по всѣмъ извилинамъ протока, особенно если уклонъ болота незначителенъ; каждый изгибъ дѣлаетъ его еще меньшимъ, экономія въ объемѣ земляныхъ работъ часто сводится на нѣтъ удорожаніемъ куба выемки, такъ какъ выемка по цѣльному болоту производится легче, чѣмъ по руслу ручья.



Впослѣдствіи ремонтъ прямой канавы требуетъ меньшихъ затратъ и по причинѣ болѣе короткаго протяженія и по причинѣ меньшаго засоренія ея.

По этимъ соображеніямъ магистральный каналъ долженъ пересѣкать изгибы ручья, а не слѣдовать по нимъ или даже быть проведеннымъ въ долинѣ ручья въ сторонѣ отъ русла его. Въ практикѣ выполненіе этихъ положеній встрѣчаетъ часто противодѣйствіе со стороны владѣльцевъ, особенно крестьянъ, которые обычно желаютъ вести главную канаву по существующему руслу, напротивъ, землекопы всегда предпочитаютъ работать по цѣльному болоту. Извилистое русло ручья служить часто границею двухъ владѣній; въ этомъ случаѣ исполненіе требованія техники—вести канаву прямо, трудно достижимо. При проведеніи же канавы по руслу получается работа сомнительнаго достоинства; размѣры канавы назначаются большіе, чѣмъ русла протока, и потому тѣ мелкіе изгибы, которые не такъ бросаются въ глаза при маломъ естественномъ руслѣ, совершенно уже невозможны въ большой канавѣ. Въ этихъ случаяхъ, если долина не слишкомъ узка и поперечный уклонъ ея не великъ, слѣдуетъ пытаться провести главный каналъ не въ самомъ низкомъ мѣстѣ по граничному руслу, а отступая отъ него примѣрно на 50—100 саженъ; при этомъ между канавою и границею получается полоса земли, доступъ на которую возможенъ только по устроеннымъ мостамъ, т.-е. прибавляется расходъ на мосты; болѣе близкое проведеніе канала къ граничному руслу встрѣчаетъ противодѣйствіе со стороны владѣльцевъ изъ боязни, что, при узости полосы, сама граница будетъ считаться впослѣдствіи не по ручью, а по канавѣ, т.-е. отъ ихъ владѣній отойдетъ цѣлая полоса земли, что иногда въ жизни дѣйствительно имѣетъ мѣсто.

2) Помимо настоящаго рельефа болота, слѣдуетъ имѣть въ виду и будущій рельефъ его по устройствѣ осушенія. Неканализованное торфяное болото большую часть года бываетъ обычно пересыщено водою настолько, что торфъ можетъ разсматриваться въ немъ какъ тѣло, погруженное въ воду и теряющее въ своемъ вѣсѣ столько, сколько вѣситъ объемъ вытѣсняемой имъ воды. Неразложившійся мохъ легче воды и потому на многихъ болотахъ верхній слой торфа и моховой покровъ оказываются во время избытка влаги плавающими, отчего получается зыбучее болото, съ волнующимся подъ тяжестью человѣка покровомъ. Торфъ травя-



ныхъ болотъ болѣе богатъ минеральными соединеніями, имѣетъ болѣе плотное строеніе и потому водою уже не поднимается, но все же при пересыщеніи давить на нижележащіе слои силою, меньшею своего вѣса. Съ проведеніемъ осушительныхъ канавъ условія давленія рѣзко измѣняются; уровень грунтовой воды понижается, верхній горизонтъ торфа хотя еще и остается богатымъ водою, но уже не является тѣломъ, погруженнымъ въ воду, и потому обнаруживаетъ давленіе на нижніе слои торфа не только всѣмъ своимъ вѣсомъ, но и вѣсомъ той воды, которая удерживается имъ въ силу влагоемкости. Это давленіе будетъ тѣмъ больше, чѣмъ дальше горизонтъ грунтовой воды отъ поверхности болота, т.-е. чѣмъ глубже проведенныя осушительныя каналы. Величина давленія на одинъ квадратный метръ можетъ быть вычислена, исходя изъ вѣса сухого торфа. Одинъ кубическій метръ свѣжей торфяной почвы содержитъ въ среднемъ сухого вещества <sup>1)</sup>:

|                    |     |         |
|--------------------|-----|---------|
| моховой торфъ..... | 90  | килогр. |
| травяной.....      | 250 | »       |
| переходный.....    | 180 | »       |

При разстояніи грунтовой воды отъ поверхности 0,30 саж.= 0,64 метр., давленіе абсолютно сухого мохового торфа на 1 кв. метръ будетъ  $90 \times 0,64 = 57,6$  килогр.=3,6 пуда; но, такъ какъ торфъ абсолютно сухимъ въ природѣ быть не можетъ, то это давленіе всегда больше; при насыщеніи моха водою до 1000% отъ своего удѣльнаго вѣса, давленіе на кв. метръ, при той же глубинѣ грунтовой воды, будетъ уже равно 633 килогр. (вѣсъ воды 576 килогр. + вѣсъ торфа 57,6 кгр.= 633 кл.)=40 пудамъ, т.-е. весьма значительнымъ; но давленіе будетъ еще бѣльшимъ, когда болото покрыто лѣсомъ или снѣгомъ. Подъ вліяніемъ этого давленія происходитъ, съ проведеніемъ осушительныхъ канавъ, быстрая осадка болота и тѣмъ большая, чѣмъ болѣе было насыщено болото водою. Изъ изложеннаго ясно также, что осадка происходитъ не только въ слоѣ, лежащемъ выше дна канавъ, но и въ слоѣ, лежащемъ ниже дна, такъ какъ и онъ окажется подъ увеличеннымъ давленіемъ верхнимъ слоевъ.

О процессѣ осадки торфа и дѣйствительныхъ величинахъ его изложено подробнѣе въ главѣ „Осадка торфа“.

<sup>1)</sup> Bersch, „Handbuch der Moorkultur“ 1909.



Имѣя въ виду осадку торфа, магистральный каналъ слѣдуетъ пролагать, руководствуясь не только горизонталями поверхности болота, но и глубинами торфа, т.-е. горизонталями подпочвы; въ противномъ случаѣ магистральный каналъ послѣ осадки болота можетъ оказаться выше нѣкоторыхъ участковъ осушенной площади и потому не окажетъ того эффекта, который оказалъ бы при проведеніи по мѣстамъ глубокаго торфа. При осушеніи болота со взбученнымъ водою торфомъ, а тѣмъ болѣе съ плавающимъ моховымъ покровомъ горизонтали поверхности вовсе не имѣютъ значенія, притомъ же поверхность такого болота въ поперечномъ направленіи часто бываетъ совершенно горизонтальна. Иногда же поверхность подобныхъ болотъ бываетъ въ серединѣ выше, чѣмъ у краевъ; на моховыхъ болотахъ это явленіе обычно и вызывается процессомъ ихъ образованія (нарастаніемъ мха); на травяныхъ подобный рельефъ можетъ образоваться вслѣдствіе того, что край болота ежегодно или выкашивается, или вытравливается скотомъ, такъ какъ на такомъ болотѣ всегда развивается пышная осоковая растительность; вслѣдствіе этого, торфъ на краю такого болота уплотняется скотомъ и людьми, въ серединѣ же болота, трудно доступной, остается болѣе рыхлымъ; кромѣ того, скашиваемая по краямъ болота трава удаляется съ болота, трава же, остающаяся на серединѣ болота, идетъ на дальнѣйшее торфообразование; въ результатѣ середина и травяныхъ болотъ оказывается иногда выше краевъ; подпочва же такихъ болотъ обычно въ серединѣ гораздо ниже, чѣмъ у краевъ, а потому въ такихъ случаяхъ и главный осушительный каналъ необходимо вести по серединѣ. Въ торфяномъ болотѣ магистральную канаву слѣдуетъ вести, по возможности, цѣликомъ въ торфяномъ грунтѣ, обходя, если это не вызываетъ сильныхъ искривленій, встрѣчающіеся по линіи выступы материка, особенно песчаные бугры; такіе бугры весьма часто встрѣчаются, напримѣръ, на болотахъ Минской губерніи. Въ песчаномъ грунтѣ откосы, хотя бы и двойные, размываются водою снизу и потому неизбежно обваливаются; канава при этомъ засоряется не только въ предѣлахъ бугра, но и ниже, такъ какъ напоромъ воды песокъ относится по теченію и отлагается за бугромъ. Для предохраненія песчаныхъ откосовъ отъ обсыпанія рекомендуется укрѣпленіе ихъ плетнемъ, что связано съ расходами. Послѣ осадки торфяного болота эти бугры, сохраняя свою абсолютную вы-



соту, выступают надъ поверхностью болота еще рѣзче и дно канавы, прорѣзывающее бугоръ, окажется выше дна верхней части той же канавы, проходящей по торфяному грунту; слѣдовательно, во избѣжаніе нарушенія правильнаго функціонированія канавы, потребуетъ въ предѣлахъ бугра углубленіе ея дна противъ нормы \*).

3) Помимо требованій техническихъ, при проведеніи магистральной канавы, приходится, въ обычной практикѣ, часто имѣть въ виду и условія юридическія. Каждое значительное болото принадлежитъ обычно нѣсколькимъ владѣльцамъ, которые весьма рѣдко приходятъ между собою въ соглашеніе на устройство общей осушительной сѣти; чаще же приходится составлять проектъ осушенія только части общаго болота, принадлежащей какому-либо одному владѣльцу; въ этомъ случаѣ на положеніе магистральной канавы оказываютъ рѣшающее вліяніе границы владѣнія. Для частнаго владѣльца нѣтъ смысла, хотя бы это было технически и рационально, вести канаву по самой границѣ владѣнія, осушая этимъ въ равной степени и землю сосѣдняго владѣльца; помимо того, границы участка имѣютъ часто весьма причудливую форму, съ которою однако необходимо считаться; вмѣсто прямой магистрали и правильно расположенныхъ къ ней боковыхъ канавъ пролагается ломаная, технически нераціональная магистраль; если черезъ нѣкоторое время приступить къ осушкѣ владѣлецъ и сосѣдняго участка, то ему придется вести также ломаные линіи, и въ результатѣ получится и получается въ дѣйствительности совершенно неправильная технически сѣть канавъ, но при существующихъ въ Россіи юридическихъ условіяхъ часто неизбежная.

Устраненіе этого зла возможно только съ введеніемъ законодательнымъ путемъ принудительнаго образованія т.-н. водныхъ товариществъ изъ всѣхъ владѣльцевъ даннаго болота, или, вообще, всякой площади, нуждающейся въ меліораціи; принципъ этихъ товариществъ заключается въ томъ, что, если большинство владѣльцевъ данной площади желаетъ произвести меліорацію ея, то остальное меньшинство владѣльцевъ уже не только не можетъ препятствовать работѣ на своихъ земляхъ, но и обязано участвовать въ работахъ матеріально въ мѣрѣ, соотвѣтствующей получаемой

---

\*) Подробнѣе объ этомъ указано въ главѣ „Осадка торфа“.



отъ меліораціи выгодѣ. Въ настоящее время принципъ принудительнаго образованія водныхъ товариществъ введенъ въ законодательство большинства крупныхъ западно-европейскихъ государствъ; въ Россіи законъ о водныхъ товариществахъ въ настоящее время разрабатывается.

4) Устье магистральной канавы должно быть выведено въ рѣку или какой-либо другой пріемникъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ дно пріемника не выше и не уже предполагаемаго дна канала; въ противномъ случаѣ самый пріемникъ намѣчается къ расчисткѣ. Выведеніе дна канала на поверхность земли («на нѣтъ») съ тѣмъ, чтобы вода шла далѣе по поверхности земли, допустимо только въ узкихъ ложбинахъ, дно которыхъ и до устройства осушительной канавы представляло неиспользуемую площадь; вообще говоря, этотъ пріемъ допустимъ только въ цѣляхъ экономіи земляныхъ работъ, и при выходѣ ложбины на чужія владѣнія, соблюдая въ этомъ случаѣ осторожность во избѣжаніе возможныхъ юридическихъ недоразумѣній съ владѣльцами нижележащихъ земель.

При впускѣ канала въ озеро необходимо имѣть увѣренность, что горизонтъ воды въ немъ не поднимется отъ притока воды, т.-е. нужно убѣдиться, есть ли изъ озера свободный выходъ въ видѣ ручья, а также не будетъ ли озеро, если оно мелко, а каналъ имѣетъ большой уклонъ, заноситься взмученными частицами земли, приносимыми водою канала.

Повороты магистральныхъ канавъ допускаются различные въ зависимости отъ многоводности канавы и нѣкоторыхъ специальныхъ условій, напр., сплава лѣса; чаще принимаютъ, что внутренній уголъ на поворотѣ не долженъ быть менѣе 120°; собственно углы на поворотахъ вообще избѣгаются и замѣняются закругленіями въ видѣ дугъ окружности; всѣ канавы Западной Экспедиціи изгибаются по дугамъ. Если каналъ долженъ служить для сплава лѣса, то радіусъ дуги закругленія дѣлался Экспедиціей не менѣе 30 сажень; при этомъ 10-саженныя сплавляемые бревна проходятъ по закругленіямъ, не ударяясь въ откосы.

**Б) Боковыя каналы.** Положеніе боковыхъ осушительныхъ канавъ обуславливается требованіями техники и агрономіи; при этомъ, чѣмъ крупнѣе канавы и чѣмъ болѣе экстенсивно предполагаемое использование болота, тѣмъ большее значеніе имѣетъ техника. Напротивъ, положеніе относительно магистралей и другъ



друга мелкихъ канавъ при детальномъ осушеніи угодія обусловливается почти исключительно требованіями агрономіи, въ частности—удобства обработки почвы уборки урожая. Поэтому надлежитъ сначала выяснитъ отдѣльно требованія и техники и требованія агрономіи, а затѣмъ уже сочетать ихъ въ зависимости отъ ниже излагаемаго.

Ясно, что для быстроты и правильности обработки почвы, особенно вспашки парными плугами и посѣва рядовыми сѣялками, единственно удобная форма участка—прямоугольникъ. Всякій острый уголъ влечетъ за собою при обработкѣ участка затрату лишняго времени на повороты громоздкихъ орудій съ длинною запряжкой, изнуряетъ лошадей и людей, увеличиваетъ поврежденіе орудій, при посѣвѣ рядовыми сѣялками на поворотахъ является необходимость ручного подсѣва и т. д. Еще болѣе затрудненій при машинной уборкѣ урожая.

Такъ какъ разстояніе между канавами при интенсивной эксплоатаціи угодій, опредѣляемое въ 10—20 сажень, недостаточно для удобной работы орудіями, то участку оказывается необходимымъ давать вытянутую вдоль параллельныхъ канавъ форму, что не становится въ противорѣчіе съ техникой осушенія, если магистральная канава проведена правильно въ соображеніи съ поверхностью болота и глубиною торфа.

При осушеніи экстенсивномъ, когда разстояніе между боковыми осушительными канавами превышаетъ 100 сажень, необходимо расположеніе ихъ сообразовать съ условіями правильнаго движенія воды, предупрежденія размыва грунта и отложенія наносовъ, возможности сплава лѣса, выходомъ грунтовыхъ водъ, глубинами торфа и прочими факторами, имѣющими тѣмъ большее значеніе, чѣмъ многоводнѣе каналы.

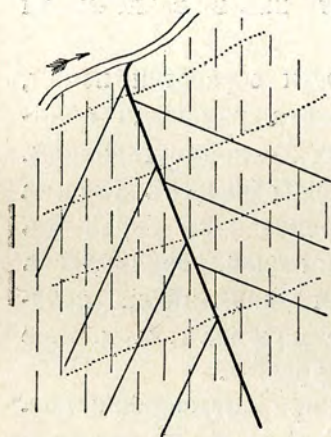
Разсмотримъ теперь требованія техники для всѣхъ встрѣчающихся главныхъ рельефныхъ типовъ болотъ.

1) **Болото плоское**, обширныхъ размѣровъ, съ незначительнымъ поперечнымъ и продольнымъ уклономъ, безъ значительнаго притока грунтовыхъ и верховыхъ водъ со стороны; рѣзко выраженныхъ руселъ потоковъ нѣтъ, пріемниками для воды служитъ рѣка, проходящая въ сторонѣ. Значительныя площади подобнаго типа обычны на казенныхъ земляхъ. Раздѣлимъ ихъ еще болѣе детально на три подтипа.

А) Болото почти горизонтально въ поперечномъ направленіи



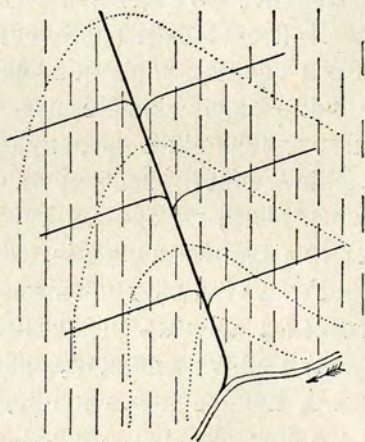
(черт. 63). При этихъ условіяхъ боковыя каналы располагаются къ магистральной под угломъ отъ  $45^{\circ}$  до  $60^{\circ}$  и образуютъ правильную сѣть. Устья каналовъ располагаются или попарно другъ противъ друга или чередуясь; въ пользу первого расположенія



Чертежъ 63.

обычно приводится то обстоятельство, что при немъ взаимно уничтожается сила удара струй воды изъ боковыхъ каналовъ о стѣнки магистральной, въ пользу второго—то, что количество воды въ магистральной будетъ прибывать болѣе равномерно, при чемъ не будетъ происходить размыва дна магистрального канала, что возможно при первомъ случаѣ при сліяніи струй. Такъ какъ удара струи воды о стѣнки магистральной въ дѣйствительности почти нѣтъ и при расположеніи боковыхъ каналовъ поодиночкѣ ударъ парализуется струею воды, идущей по магистральной, и весьма малымъ угломъ, подъ которымъ можно подвести боковую къ магистральной, и такъ какъ, съ другой стороны, неравномерное прибываніе воды въ магистраль, при введеніи въ нее боковыхъ попарно, можетъ быть компенсировано соответствующимъ уширеніемъ дна ея, то практически и теоретически оба способа введенія боковыхъ каналовъ въ магистраль, попарно или поодиночкѣ, равноцѣнны.

Б) Болото, кромѣ продольнаго уклона, имѣетъ замѣтный уклонъ и съ боковъ къ срединѣ; боковыя каналы должны быть расположены въ этомъ случаѣ иначе, именно, какъ указано на черт. 64. Въ мѣстахъ поворотовъ предполагается закругленіе; разстояніе отъ устья до поворота не менѣе 25 сажень.



Чертежъ 64.

Устройство закругленій при устьяхъ необходимо лишь при предположеніи сплава лѣса и при большомъ количествѣ протекающей по каналѣ воды. При отсутствіи этихъ условій возмож-

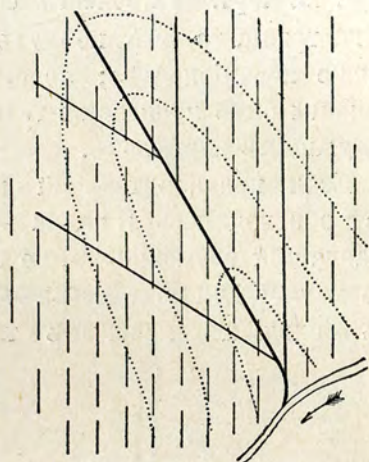


но введеніе боковой канавы въ магистраль подь прямымъ угломъ; если же канава проведена по границѣ владѣній, то поворотъ является неосуществимымъ во избѣжаніе перерѣзыванія владѣнія.

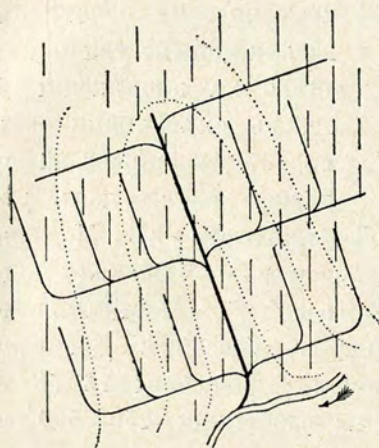
В) При большомъ сравнительно съ продольнымъ поперечномъ уклономъ болота снова является рациональнымъ расположеніе боковыхъ канавъ подь острымъ угломъ къ магистральной, а не перпендикулярно (черт. 65), или же оставляя расположеніе боковыхъ канавъ перпендикулярнымъ къ магистральной, проводить канавы второго порядка почти параллельно горизонталямъ (черт. 61).

Во всѣхъ трехъ случаяхъ указанное направленіе канавъ отнюдь произвольно; верховая вода движется по ровной поверхности болота перпендикулярно горизонталямъ; если провести боковыя канавы въ томъ же направленіи, то дѣйствіе ихъ будетъ незначительно, такъ какъ вода будетъ двигаться по поверхности болота вдоль канавъ.

Дѣйствіе канавъ будетъ значительнѣе при проведеніи ихъ поперекъ направленія движенія верховой воды, т.-е. параллельно горизонталямъ, но въ этомъ случаѣ онѣ не будутъ имѣть естественнаго уклона, искусственный же уклонъ дну канавы можно придать только при незначительной длинѣ ея; поэтому выбираютъ для боковыхъ канавъ направленіе среднее, т.-е. проводятъ ихъ подь острымъ угломъ къ горизонталямъ мѣстности. Послѣ изло-



Чертежъ 65.



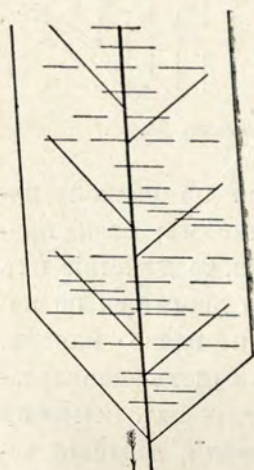
Чертежъ 66.

женного поднимаемый иногда вопросъ о предпочтеніи расположенія сѣти канавъ по черт. 63 или по черт. 64 отпадаетъ, такъ какъ это расположеніе зависитъ только отъ рельефа мѣстности и если

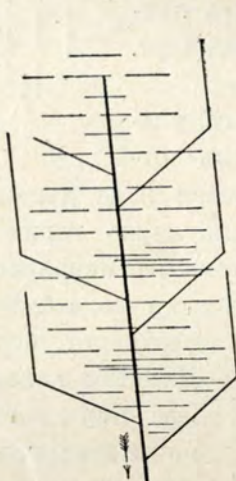


на площади, соответствующей рельефу черт. 64, провести боковые каналы под угломъ въ  $60^\circ$  къ магистрали, то онѣ пойдутъ перпендикулярно горизонталямъ, т.-е. нерационально; въ то же время, если на черт. 63 провести боковые каналы перпендикулярно къ магистрали, то онѣ пойдутъ параллельно горизонталямъ, т.-е. также нерационально; ясно, что въ обоихъ случаяхъ каналы должны быть проведены только такъ, какъ показано на соответствующихъ чертежахъ.

Если предварительной подробной нивелировки мѣстности не производилось и плана въ горизонталяхъ вычертить не представляется возможнымъ, то обычно боковые каналы проводятся къ магистрали подъ острымъ, а не прямымъ угломъ. Примѣромъ въ большомъ масштабѣ такого расположенія осушительной



Чертежъ 67.



Чертежъ 68.

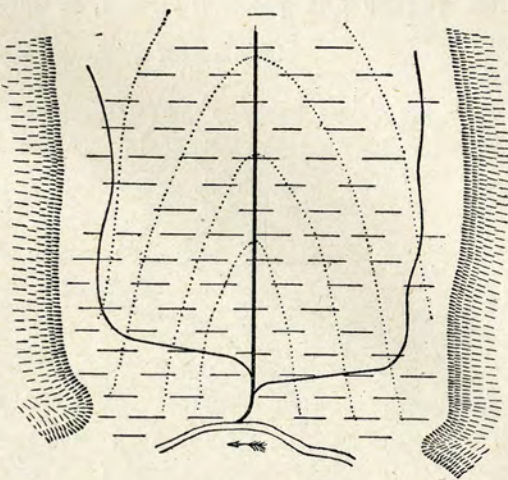
сѣти могутъ служить: Василевичская казенная дача Рѣчицкаго уѣзда Минской губерніи. Магистральный каналъ въ этой дачѣ, Ведричь, выше желѣзнодорожнаго моста Полѣсской желѣзной дороги, проходитъ по широкому чистому болоту съ весьма малымъ уклономъ; здѣсь на протяженіи 10 верстѣ онѣ принимаетъ съ обѣихъ сторонъ 22 боковые каналы подъ уг-

ломъ  $50^\circ$ — $70^\circ$ . Часть Раменской дачи Дмитровскаго уѣзда Московской губерніи, гдѣ къ Макаровскому магистральному каналу подведено 12 боковыхъ каналовъ подъ угломъ  $30^\circ$ — $50^\circ$ . Часть Оршинской казенной дачи Тверскаго уѣзда въ бассейнѣ Денисовскаго магистральнаго канала, къ которому проведены 12 боковыхъ каналовъ подъ угломъ  $60^\circ$ — $73^\circ$  на разстояніи 250—500 саженъ одна отъ другой.

2) На болота предыдущаго типа (А, Б) имѣется **притокъ верховой воды** со стороны вдоль всего болота или таковой сосредоточень по прилегающимъ ложбинамъ. Со стороны притока воды проводится нагорная канава, идущая на нѣкоторомъ протяженіи па-



параллельно магистрали. При этомъ могутъ быть два случая: или на каждой сторонѣ болота проводится по одной специальной нагорной канавѣ (черт. 67), или же обыкновенныя боковыя канавы въ своихъ верхнихъ частяхъ проводятся поперекъ притока воды со стороны и такимъ образомъ исполняютъ функціи нагорныхъ канавъ (черт. 68). Устройство нагорныхъ канавъ рекомендуется въ иныхъ руководствахъ при осушеніи всякаго участка, такъ какъ удачное проведеніе ихъ часто дѣлаетъ лишнимъ устройство боковыхъ канавъ въ полосѣ между ними и магистралью (черт. 69). Въ случаѣ притока воды на болото только по узкимъ ложбинамъ, въ нихъ вводятся верховья обычныхъ боковыхъ канавъ. Правильное положеніе нагорныхъ канавъ возможно только или послѣ подробной общей нивелировки склона, или, на чистомъ мѣстѣ, трассировкою непосредственно помощью нивелира, задавшись определеннымъ уклономъ; на-



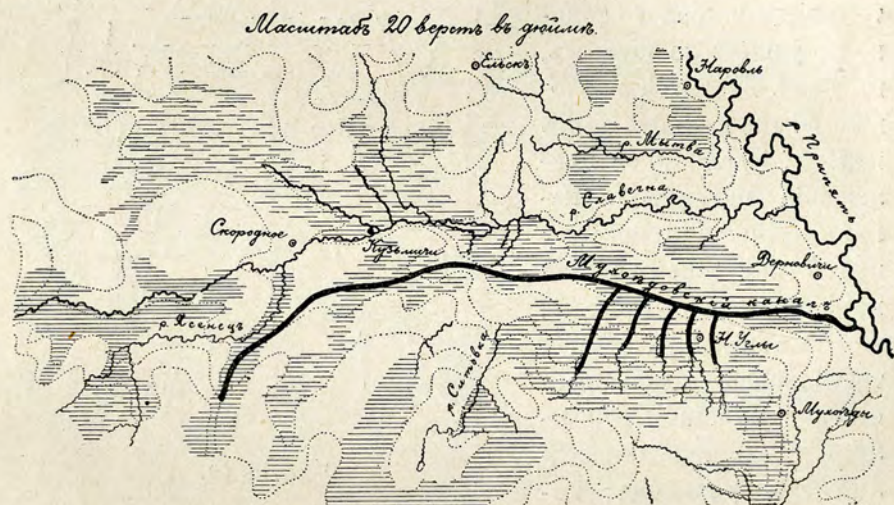
Чертежъ 69.

правленіе этихъ канавъ будетъ обычно извилистымъ, такъ какъ сухія полосы земли вдаются въ болото языками. Несмотря на частые изгибы, все же нагорныя канавы, пересекая входящія въ болото лощины и рядомъ же сухую полосу земли, проходятъ по мѣстамъ не только съ рѣзко различающеюся мощностью торфяного слоя, но и съ совершенно разнородными почвами, что имѣетъ слѣдствіемъ неравномерное осѣданіе дна и потому необходимость частаго ремонта его.

Примѣромъ устройства нагорной канавы въ очень большомъ масштабѣ можетъ служить Мохоѣдовскій осушительный и сплавно-й каналъ въ Рѣчицкомъ уѣздѣ Минской губерніи, устроенный Западной Экспедиціей по осушенію болотъ; онъ проведенъ параллельно рѣчкѣ Славечнѣ на разстояніи 3—7 верстъ къ югу отъ нея, и перехватываетъ всѣ воды съ юга изъ казенной дачи, стремившіяся ранѣе въ рѣчку (см. черт. 70); этимъ достигнуто



осушение полосы между каналомъ и рѣчкою Славечною; длина канала 81 верста, ширина по верху отъ 2 до 3½ сажень. По даннымъ отчета Экспедиціи съ устройствомъ этого канала превратились въ сѣнокосныя угодья не только тѣ болота, по которымъ онъ протекаетъ, но и вслѣдствіе отвода части воды бассейна рѣчки Славечны понизился уровень весеннихъ водъ на этой рѣкѣ, отъ которыхъ болѣе замкнутыя котловины не освобождались ранѣе въ теченіе всего лѣта; нынѣ же въ подобныя котловины, представлявшія ранѣе озерца, коими жители пользовались только для рыбной ловли, весенніе разливы болѣе не захо-



Чертежъ 70.

дятъ и ими пользуются не только для луговодства, но и для зерновой и озимой культуры.

3) Заболачиваніе происходитъ вслѣдствіе **выклиниванія у подошвы** прилегающихъ возвышенностей **грунтовыхъ водъ**. Подобныя скаты и въ сухое время представляютъ обычно вязкія, покрытыя ольховою зарослью мѣста со значительнымъ уклономъ поверхности; вода выдѣляетъ бурныя соединенія желѣза, которыя обволакиваютъ траву и дѣлаютъ ее негодной для корма. Въ зимнее время почва на этихъ мѣстахъ не промерзаетъ. Аналогично случаю притока верховой воды, здѣсь необходимо устройство продольной канавы, перехватывающей воды близъ ихъ выступленія; трудность заключается въ точномъ опредѣленіи мѣста выклиниванія при тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ приходится рабо-



тать гидротехнику, именно, оставаясь на данномъ участкѣ возможно меньше времени. На чистомъ лугу линія, по которой выклиниваются грунтовые воды, часто рѣзко видна по растительности, состоящей изъ зеленыхъ осокъ, тогда какъ мѣста выше ея покрыты болѣе темными злаками.

Мѣстомъ отчетливаго выступленія грунтовыхъ водъ на чистомъ неосушенномъ лугу можно указать лугъ по рѣкѣ Радомкѣ, Московской губерніи, близъ платформы Поворова, Николаевской желѣзной дороги; на нижнемъ участкѣ вода выступаетъ по длинной узкой полосѣ, находящейся выше основанія склона и отчетливо видимой по болѣе зеленой растительности; этотъ заболоченный лугъ замѣчателенъ еще тѣмъ, что на немъ имѣются холмы діаметромъ 15—25 сажень съ выступающей на вершинѣ ихъ водой.

Устройство нагорныхъ канавъ, параллельно идущихъ магистральной канавѣ, было бы, напримѣръ, весьма подходяще въ извѣстномъ Погонно-Лосиноостровскомъ лѣсничествѣ возлѣ города Москвы; но такое проведеніе, помимо коренныхъ канавъ въ срединѣ долины, еще и параллельныхъ ей нагорныхъ, потребовало бы значительныхъ расходовъ, въ лѣсномъ хозяйствѣ медленно возвращающихся. Проведеніе нагорныхъ канавъ въ лѣсу требуетъ подробной предварительной нивеллировки, такъ какъ проложеніе канала ощупью непосредственно по нивеллиру крайне затруднительно.

4) Болото находится въ долинѣ рѣки средней или значительной величины и отдѣлено отъ ея главнаго русла прибрежнымъ сухимъ, мѣстами прерывающимся валомъ, прорѣзаннымъ мелкими руслами. Образованіе сухой болѣе высокой, чѣмъ остальная поверхность широкой долины, береговой полосы вызывается значительной разностью скоростей воды во время паводковъ въ главномъ руслѣ рѣки и по берегамъ его; вслѣдствіе этой разности скоростей несомыя водою главнаго русла взмученныя частицы земли, смытыя съ полей и дорогъ, осаждаются изъ воды, проходящей съ меньшей скоростью надъ берегами рѣки (черт. 71).

Въ лѣтнее время осажденію взмученныхъ частицъ способ-



Черт. 71.

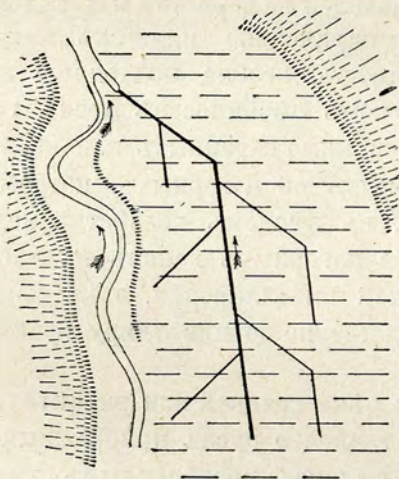
ствуютъ еще заросли травы на берегахъ, между которыми вода мledenно проходитъ какъ бы черезъ сито. Въ результатъ долго-



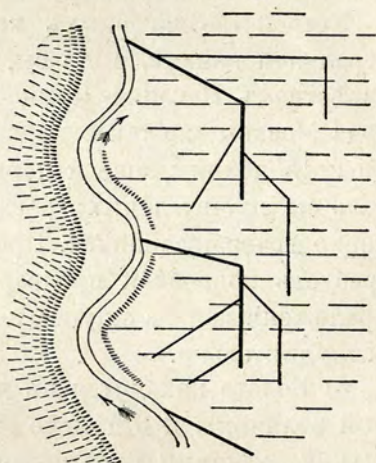
лѣтнихъ отложеній и образуются столь распространенные береговые валы.

Эти валы затрудняютъ стокъ воды изъ долины въ рѣку и вызываютъ или увеличиваютъ ея заболачиваніе. Подобное явленіе наблюдается очень часто какъ въ долинахъ заливныхъ луговъ, напримѣръ, по берегамъ рѣки Москвы, Клязьмы, Нерской и другихъ осматрѣнныхъ нами рѣкъ Московской губерніи, такъ и на большихъ болотахъ по берегамъ рѣкъ Полѣся. Во время весеннихъ разливовъ и лѣтнихъ паводковъ вода заливаетъ всю долину, и, несмотря на спаденіе воды въ главномъ руслѣ рѣки, застаивается въ самой долинѣ на продолжительное время.

Осушеніе такихъ долинъ является болѣе труднымъ и не все-



Чертежъ 72.



Чертежъ 73.

гда надежнымъ. Наибольшее количество осадковъ выпадаетъ въ Европейской Россіи не въ осенніе мѣсяцы, а въ лѣтніе, когда производится уборка сѣнокосовъ; проведеніе канавъ, не предотвращая, конечно, выступленія рѣки изъ береговъ, не можетъ предотвратить и затопленія всего луга какъ разъ во время сѣнокосенія; помимо этого, канавы, находясь въ весенніе и лѣтніе паводки подъ движущейся по лугу водою, подвергаются заносу или размыванію, смотря по своему положенію.

Главный каналъ проводится по срединѣ, по самому низкому мѣсту долины вдоль рѣки и выводится въ рѣку или черезъ одно изъ прежнихъ руселъ ея, или прорѣзывая береговую возвышенность; при этомъ можно провести одинъ каналъ значительной дли-



ны съ однимъ выходомъ въ рѣку (черт. 72), или нѣсколько короткихъ каналовъ, каждый со своимъ устьемъ въ рѣку (черт. 73). Въ первомъ случаѣ: 1) получается большая увѣренность, что берега канавы не будутъ обрушены при весеннемъ или лѣтнемъ разливѣ и сами канавы не будутъ занесены наносами, такъ какъ движеніе полной воды происходитъ параллельно такой канавѣ; 2) является, напротивъ, опасность размыва каналовъ, вслѣдствіе значительной скорости воды въ ней во время паводковъ; 3) въ обычное время скорость воды въ ней можетъ оказаться недостаточной, вслѣдствіе малаго продольнаго уклона долины большой рѣки, искусственное же увеличеніе уклона дна постепеннымъ углубленіемъ канавы отъ начала ея къ концу, при большой длинѣ канавы, не можетъ быть значительнымъ; если же уклонъ луга и рѣки достаточно великъ для свободнаго движенія малаго количества воды въ канавѣ, то въ полную воду этотъ уклонъ будетъ слишкомъ великъ; 4) для переѣзда черезъ каналъ необходимо устройство мостовъ.

При проведеніи нѣсколькихъ болѣе короткихъ каналовъ съ отдѣльными выходами въ рѣку выступаютъ соображенія: 1) при выводѣ канала въ рѣку необходимо направить его на нѣкоторомъ протяженіи, зависящемъ отъ ширины долины и угла, подъ которымъ каналъ вводится въ рѣку, поперекъ направленія движенія высокихъ водъ по лугу; на этомъ протяженіи берега канавы легко подвергаются разрушенію и она можетъ быть быстро занесена наносами; вынимаемую изъ канавъ землю необходимо класть, въ этомъ случаѣ, только на низовую сторону ихъ, а отнюдь не на обѣ; 2) уклоны дна каналовъ могутъ быть сдѣланы большими, какъ вслѣдствіе наличности естественнаго паденія (разность уровня воды въ рѣкѣ и поверхности болота), распредѣляющагося на меньшее протяженіе, такъ и возможностью, вслѣдствіе незначительной длины каждой канавы, увеличить уклонъ искусственно; 3) прибрежная полоса луга или болота обычно не представляетъ ровной поверхности съ правильнымъ валомъ, а изрѣзана многочисленными извилистыми протоками и прежними руслами, берега которыхъ также возвышены; поэтому нижняя часть канавы рѣдко можетъ быть проведена въ рѣку по прямой линіи, минуя всѣ бугры; чаще приходится ее многократно изгибать и мѣстами давать ей направленіе даже противоположное общему направленію движенія полныхъ водъ рѣки; 4) общее протяженіе канавъ въ этомъ



случаѣ окажется большимъ, чѣмъ при устройствѣ одной продольной канавы значительной длины; но размѣры ихъ могутъ быть меньшими, какъ вслѣдствіе меньшихъ водосборныхъ площадей каждой изъ нихъ, такъ и вслѣдствіе большого уклона; поэтому количество земляныхъ работъ можетъ оказаться въ этомъ случаѣ меньшимъ.

Изложенное показываетъ, что при данномъ положеніи осушаемаго участка при назначеніи линій осушительныхъ канавъ приходится руководствоваться многими соображеніями.

5) Заболоченный участокъ расположенъ въ **большой излучинѣ рѣки**, заливаемой въ высокую воду; по лугу обычно видны промоины, котловины и старыя русла. Въ этомъ случаѣ канавы могутъ проводиться или по направленію общаго теченія рѣки или перпендикулярно ему, поперекъ струи весеннихъ водъ. Кромѣ изложенныхъ для предыдущаго типа соображеній, укажемъ здѣсь еще дополнительно слѣдующее: весной масса воды ударяетъ о вогнутый берегъ излучины и, ежегодно, отмывая и отрывая куски земли отъ него, стремится передвинуть излучину впередъ по теченію; такое передвиженіе излучины происходитъ однако настолько медленно, что, при обычныхъ осушительныхъ работахъ, во вниманіе не принимается и, при проектированіи канавъ на такомъ участкѣ считаются только съ опасностью размыва или занесенія ихъ.

Уклонъ поверхности при данномъ расположеніи участка, вообще говоря, болѣе уклона поверхности воды въ рѣкѣ, такъ какъ то же паденіе распредѣляется въ рѣкѣ, вслѣдствіе извилины, на болшую длину; поэтому при продольныхъ канавахъ является опасность не только размыва ихъ, но и спрямленія всего русла рѣки, участокъ можетъ обратиться въ островъ и значительная площадь культурной земли будетъ потеряна. Но опасность размыва является лишь при продольныхъ канавахъ не значительной длины, гдѣ разность уклоновъ рѣки и канавъ большая; въ другихъ же случаяхъ опасность эту не слѣдуетъ преувеличивать; проведенныя по участку канавы и существующія рывины и котловины наполняются водою при паводкахъ обычно не вливаніемъ ея сверху, а постепеннымъ заполненіемъ снизу; поэтому ни водопадовъ, ни стремительныхъ скоростей по крутымъ откосамъ поперечныхъ канавъ или ложбинъ въ обычныхъ условіяхъ не наблюдается. При повышеніи воды въ рѣкѣ она проникаетъ на лугъ черезъ низкія мѣста, прежнія русла и устья канавъ, слѣ-

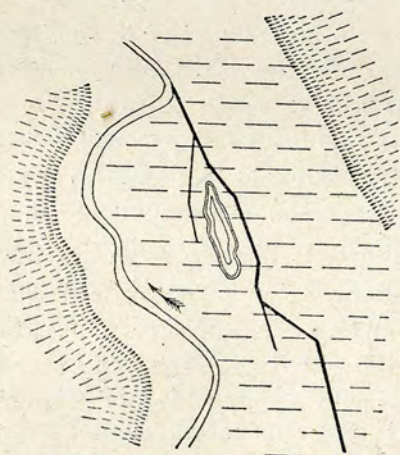


довательно не по уклону, а противъ уклона ихъ дна; поднимаясь все выше и выше, она заполняетъ всѣ неровности луга и къ тому времени, когда на лугъ устремляется вода, текущая сверху и вызывающая размывы, уже почти всѣ неровности луга и канавы оказываются залитыми низовою водою и защищенными отъ непосредственнаго разрушающаго воздѣйствія верхней воды; при спадѣ водъ происходитъ подобное явленіе въ обратномъ порядкѣ; движеніе воды по лугу прекращается въ то время, когда еще всѣ неровности и канавы полны водою; затѣмъ уже, по мѣрѣ пониженія горизонта въ рѣкѣ, вода медленно освобождаетъ лугъ, не образуя водопадовъ. Такой процессъ затопленія всѣхъ неровностей и самого луга снизу очень хорошо выраженъ у деревни Подмонастырная-Слобода на рѣкѣ Сестрѣ, Дмитровскаго уѣзда, Московской губерніи; весною лѣвая часть долины рѣки, отдѣленная отъ главнаго русла возвышеннымъ берегомъ, затопляется водою, поступающей снизу при горизонтѣ воды въ рѣкѣ на 1,5 сажени выше зимняго стоянія; сквозное же движеніе воды по лугу начинается только при поднятіи горизонта воды въ рѣкѣ болѣе, чѣмъ на 2 сажени надъ зимнимъ горизонтомъ (при высотѣ воды 56,1 сажени надъ уровнемъ моря), къ каковому моменту уже весь лугъ покрытъ водою; но въ самой верхней части его, въ мѣстѣ поступленія высокой воды изъ рѣки, развивается значительная скорость, вслѣдствіе большой разности горизонтовъ воды въ рѣкѣ въ этомъ мѣстѣ и воды на лугу, который равенъ горизонту воды рѣки въ томъ мѣстѣ, откуда лугъ затопляется; это мѣсто въ данномъ случаѣ лежитъ на разстояніи около 2 верстѣ.

6) Среди широкаго болота, въ низкомъ мѣстѣ его, по направленію магистральнаго канала **находится озеро**. Проведеніе магистралі въ этомъ случаѣ черезъ озеро, т.-е. впускъ ея въ озеро съ одной стороны и продолженіе отъ озера съ другой стороны его, не всегда цѣлесообразно, хотя и даетъ экономію въ земляныхъ работахъ. Если берега озера ясно оформлены и идутъ круто ко дну и дно озера значительно глубже предполагаемаго дна канала, то проведеніе магистралі черезъ озеро рационально; если же озеро мелко, дно его илисто, поросшее водными растеніями, берега отлоги и топки, то такое озеро слѣдуетъ обходить, какъ указано на черт. 74. При отлогихъ берегахъ озера необходимо, при впускѣ въ него и выпускѣ изъ него канавы, прочищать его



на нѣкоторое протяженіе отъ береговъ внутрь его; если берега состоятъ изъ жидкой массы, то канава послѣ прочистки вскорѣ вновь заплываетъ иломъ; помимо того, осушительныя каналы въ большую воду несутъ взмученныя частицы земли, мелкіе корни растеній, траву и проч., которые, будучи вынесены въ озеро, гдѣ теченіе воды незамѣтно, осаждаются на дно его или задерживаются между береговыми осоками и тростниками; часть матеріала осаждается и близъ устья канала; поэтому дно озера и устье каналы постепенно повышаются, вслѣдствіе чего затрудняется свободное прохожденіе воды черезъ озеро. Примѣромъ



Чертежъ 74.

обхода озера магистралью укажемъ на Шестинскій каналъ въ Оршинской дачѣ Тверскаго уѣзда, огибающій озеро Черненькое. Рельѣфъ мѣстности можетъ представлять еще и другія условія для расположенія осушительныхъ канавъ, не подходящія ни подъ одинъ изъ описанныхъ типовъ; на примѣръ, можно встрѣтить котловину, въ которой горизонтали образуютъ замкнутые круги; иначе же встрѣчается узкая долина, въ которой достаточно проведеніе одной магистральной.

Изъ изложеннаго о распредѣленіи сѣти канавъ ясно, что часто для одной и той же мѣстности можно съ одинаковымъ правомъ, за невозможностью учесть заранѣе размываемость грунта и другія естественныя условія, провести каналы въ одномъ и въ другомъ, даже перпендикулярно къ первому, направленіямъ, и преимущество того или иного расположенія можетъ обнаружиться только впоследствии.

Общими принципами при проектированіи канавъ все же можно признать, на основаніи указанныхъ выше соображеній, слѣдующія положенія:

1) Каналы не должны ити перпендикулярно или параллельно горизонталямъ мѣстности, а должны пересѣкать ихъ подъ острыми углами; правило это не относится къ магистральямъ, идущимъ по срединѣ долины, т.-е. перпендикулярно горизонталямъ;



2) Глубина торфа должна быть принята во вниманіе при назначеніи магистралей;

3) Существующіе протоки и ручьи не всегда являются правильными указателями мѣста магистральныхъ каналовъ.

4) Вода, попадающая на участокъ со стороны, будь то верховая или грунтовая, должна быть перехвачена канавами до поступленія ея на осушаемый участокъ.

5) Мелкія каналы для детальнаго осушенія угодія должны вводиться въ магистралей подѣ прямыми углами.

---



## ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

### Скорость воды въ осушительныхъ канавахъ.

Скоростью называется длина пути, пройденнаго точкою въ единицу времени; за единицу времени принимаютъ обычно одну секунду; мѣры длины пути выражаются въ метрахъ, въ футахъ, въ саженьяхъ.

Въ англійскихъ руководствахъ скорость воды выражается обычно въ футахъ, но большинство формулъ требуютъ менѣе сложныхъ ариѳметическихъ вычисленій, когда всѣ длины выражены въ метрахъ; въ Россіи при гидравлическихъ вычисленіяхъ употребляютъ какъ метры, такъ и сажени; вычисленіе въ саженьяхъ примѣняется и будетъ еще примѣняться потому, что nivelлированіе мѣстности всегда производится помощью реекъ, дѣленныхъ на доли сажени, а горизонталы проводятся также черезъ опредѣленные части сажени, а не метра; вычисленіе объемовъ канавъ производится всегда въ кубическихъ саженьяхъ, расходъ же воды выражается какъ въ саженьяхъ, такъ и въ метрахъ, а при малыхъ расходахъ — въ литрахъ. Въ дальнѣйшемъ будемъ пользоваться и русскими и метрическими мѣрами.

Въ главѣ „Гидрометрія“ будетъ выяснено, что подъ скоростью воды можно разумѣть троякую скорость: у поверхности, на днѣ и среднюю скорость потока; въ дальнѣйшемъ „скорость“ безъ оговорокъ будетъ означать среднюю скорость потока, выражаемую

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{\text{расходъ воды въ секунду}}{\text{площадь живого сѣченія}}$$

Средняя скорость потока, какъ то объяснено въ отдѣлѣ Гидрометріи, зависитъ отъ уклона поверхности воды  $J$ , гидравличе-



скаго радіуса сѣченія  $R = \frac{\text{площадь живого сѣченія}}{\text{смоченный периметръ}}$  и шерохова-

тости дна и стѣнокъ ложа потока. Вліяніе всѣхъ этихъ факто-  
ровъ учитывается формулой Шези:  $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$ .

При грубыхъ вычисленіяхъ скоростной коэффициентъ  $c$  при-  
нимается равнымъ 17.

При точныхъ вычисленіяхъ коэффициентъ  $c$  опредѣляется

по формулѣ Гангюлье и Куттера  $= \frac{\frac{1}{n} + 23 + \frac{0,0015}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,0015}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$ , при

вычисленіи въ метрахъ, гдѣ

$n$  — коэффициентъ шероховатости ложа, принимаемый для канавъ чистыхъ = 0,025, заросшихъ травой — 0,030. Опредѣленіе коэффициента  $c$  производится обычно по графику (см. прилож. графикъ). При уклонахъ болѣе 0,001 величина его на коэффициентъ  $c$  уже не вліяетъ и формула значительно упрощается, обра-  
щаясь:

$$\text{при } n=0,030 \text{ — въ } c = \frac{56 \cdot \sqrt{R}}{0,69 + \sqrt{R}},$$

$$\text{при } n=0,025 \text{ — въ } c = \frac{63 \cdot \sqrt{R}}{0,575 + \sqrt{R}}.$$

Подставляя эти значенія въ формулу  $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$ , полу-  
чаемъ:

$$\text{при } n = 0,030, v = \frac{56 \cdot R}{0,69 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{J} = k \cdot \sqrt{J} \quad (1)$$

$$\text{при } n = 0,025, v = \frac{63 \cdot R}{0,575 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{J} = k \cdot \sqrt{J} \quad (2)$$

т.-е. формулы уже удобныя и для ариѳметическаго вычисленія;  
но для упрощенія и его приводимъ нижеслѣдующія двѣ таблицы,  
гдѣ коэффициентъ  $k$ , соотвѣтствующій опредѣленному  $R$ , вы-  
раженному въ метрахъ, берется непосредственно изъ таблицъ.



Таблица № 1

значений  $\kappa = \frac{56 \cdot R}{0,69 + \sqrt{R}}$ , коэффициента основной формулы  
 $v = \kappa \cdot \sqrt{J} = (c \cdot \sqrt{R}) \cdot \sqrt{J}$ , при коэф. шероховатости  $n = 0,030$ .

| R<br>мет. | К.    | R<br>мет. | К.    | R<br>мет. | К.    | R<br>мет. | К.    | R<br>мет. | К.    |
|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| 0,10      | 5,56  | 0,30      | 13,60 | 0,50      | 20,0  | 0,70      | 25,69 | 0,90      | 30,77 |
| 0,11      | 6,02  | 0,31      | 13,95 | 0,51      | 20,3  | 0,71      | 25,95 | 0,91      | 31,02 |
| 0,12      | 6,49  | 0,32      | 14,3  | 0,52      | 20,6  | 0,72      | 26,21 | 0,92      | 31,24 |
| 0,13      | 6,92  | 0,33      | 14,6  | 0,53      | 20,9  | 0,73      | 26,48 | 0,93      | 31,49 |
| 0,14      | 7,36  | 0,34      | 14,95 | 0,54      | 21,2  | 0,74      | 26,73 | 0,94      | 31,73 |
| 0,15      | 7,80  | 0,35      | 15,28 | 0,55      | 21,5  | 0,75      | 26,99 | 0,95      | 31,97 |
| 0,16      | 8,2   | 0,36      | 15,6  | 0,56      | 21,8  | 0,76      | 27,26 | 0,96      | 32,21 |
| 0,17      | 8,6   | 0,37      | 15,92 | 0,57      | 22,1  | 0,77      | 27,52 | 0,97      | 32,45 |
| 0,18      | 9,0   | 0,38      | 16,25 | 0,58      | 22,4  | 0,78      | 27,77 | 0,98      | 32,69 |
| 0,19      | 9,4   | 0,39      | 16,57 | 0,59      | 22,7  | 0,79      | 28,05 | 0,99      | 32,92 |
| 0,20      | 9,87  | 0,40      | 16,9  | 0,60      | 22,9  | 0,80      | 28,28 | 1,00      | 33,14 |
| 0,21      | 10,25 | 0,41      | 17,2  | 0,61      | 23,22 | 0,81      | 28,53 |           |       |
| 0,22      | 10,6  | 0,42      | 17,5  | 0,62      | 23,50 | 0,82      | 28,79 |           |       |
| 0,23      | 11,0  | 0,43      | 17,8  | 0,63      | 23,79 | 0,83      | 29,03 |           |       |
| 0,24      | 11,4  | 0,44      | 18,1  | 0,64      | 24,05 | 0,84      | 29,29 |           |       |
| 0,25      | 11,76 | 0,45      | 18,4  | 0,65      | 24,33 | 0,85      | 29,53 |           |       |
| 0,26      | 12,1  | 0,46      | 18,7  | 0,66      | 24,61 | 0,86      | 29,78 |           |       |
| 0,27      | 12,5  | 0,47      | 19,0  | 0,67      | 24,88 | 0,87      | 30,04 |           |       |
| 0,28      | 12,9  | 0,48      | 19,3  | 0,68      | 25,15 | 0,88      | 30,27 |           |       |
| 0,29      | 13,25 | 0,49      | 19,6  | 0,69      | 25,42 | 0,89      | 30,52 |           |       |



Таблица № 2

значеній  $\kappa = \frac{63 \cdot R}{0,575 + \sqrt{R}}$ , коэффициента основной формулы  
 $v = \kappa \cdot \sqrt{J} = (c \cdot \sqrt{R}) \cdot \sqrt{J}$ , при коэф. шероховатости  $n = 0,025$ .

| R<br>мет. | К.    | R<br>мет. | К.    | R<br>мет. | К.    | R<br>мет. | К.    | R<br>мет. | К.    |
|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| 0,10      | 7,07  | 0,30      | 16,84 | 0,50      | 24,57 | 0,70      | 31,25 | 0,90      | 37,23 |
| 0,11      | 7,62  | 0,31      | 17,25 | 0,51      | 24,92 | 0,71      | 31,57 | 0,91      | 37,52 |
| 0,12      | 8,21  | 0,32      | 17,67 | 0,52      | 25,27 | 0,72      | 31,88 | 0,92      | 37,78 |
| 0,13      | 8,75  | 0,33      | 18,07 | 0,53      | 25,52 | 0,73      | 32,18 | 0,93      | 38,07 |
| 0,14      | 9,29  | 0,34      | 18,49 | 0,54      | 25,97 | 0,74      | 32,49 | 0,94      | 38,35 |
| 0,15      | 9,82  | 0,35      | 18,90 | 0,55      | 26,31 | 0,75      | 32,79 | 0,95      | 38,64 |
| 0,16      | 10,34 | 0,36      | 19,30 | 0,56      | 26,65 | 0,76      | 33,11 | 0,96      | 38,92 |
| 0,17      | 10,85 | 0,37      | 19,70 | 0,57      | 26,99 | 0,77      | 33,41 | 0,97      | 39,20 |
| 0,18      | 11,35 | 0,38      | 20,10 | 0,58      | 27,33 | 0,78      | 33,70 | 0,98      | 39,48 |
| 0,19      | 11,84 | 0,39      | 20,49 | 0,59      | 27,67 | 0,79      | 34,04 | 0,99      | 39,75 |
| 0,20      | 12,33 | 0,40      | 20,88 | 0,60      | 28,00 | 0,80      | 34,31 | 1,00      | 40,00 |
| 0,21      | 12,81 | 0,41      | 21,26 | 0,61      | 28,34 | 0,81      | 34,60 |           |       |
| 0,22      | 13,28 | 0,42      | 21,64 | 0,62      | 28,68 | 0,82      | 34,91 |           |       |
| 0,23      | 13,74 | 0,43      | 22,01 | 0,63      | 29,01 | 0,83      | 35,19 |           |       |
| 0,24      | 14,20 | 0,44      | 22,38 | 0,64      | 29,32 | 0,84      | 35,49 |           |       |
| 0,25      | 14,65 | 0,45      | 22,75 | 0,65      | 29,65 | 0,85      | 35,77 |           |       |
| 0,26      | 15,02 | 0,46      | 23,12 | 0,66      | 29,98 | 0,86      | 36,07 |           |       |
| 0,27      | 15,53 | 0,47      | 23,49 | 0,67      | 30,30 | 0,87      | 36,37 |           |       |
| 0,28      | 15,97 | 0,48      | 23,85 | 0,68      | 30,62 | 0,88      | 36,64 |           |       |
| 0,29      | 16,40 | 0,49      | 24,21 | 0,69      | 30,94 | 0,89      | 36,94 |           |       |

Вліяніе уклону на коэффициентъ  $c$  весьма мало и при величинахъ перваго въ предѣлахъ 0,001—0,0005, а потому для цѣлей практическихъ и въ этихъ случаяхъ можно пользоваться приведенными таблицами. Для опредѣленія въ формулѣ Гангюлье и Куттера коэффициента  $c$  по графику поступаютъ слѣдующимъ образомъ:



На графикъ по оси абсциссъ представлены величины  $\sqrt{R}$ ; ординаты представляютъ величины искомага коэффициента  $c$ . Прямая линия, исходящая изъ точки  $\sqrt{R}=1$ , даютъ значенія  $n$ ; уклонъ же  $J$  изображенъ кривыми, пересѣкающими линіи  $n$ .

На графикъ находятъ величину  $\sqrt{R}$  и соединяють линейкой съ точкой пересѣченія даннаго уклона  $J$  съ величиной  $n$  и въ томъ мѣстѣ, гдѣ линейка пересѣкаетъ горизонтальную линію ординатъ, находятъ величину коэффициента  $c$ .

Менѣе употребительно опредѣленіе коэффициента  $c$  по Базену:

$$c = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{R}}} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{и } c = \frac{87}{1 + \frac{a}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots (4)$$

Значеніе  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $a$  находятъ изъ нижепомѣщаемой таблицы.  
 $R$ —гидравлическій радіусъ.

Таблица № 3 коэффициентовъ для формулъ Базена.

| Классы. | Характеръ русла.                                                                                                                                                                                                                                                                       | Формула 3. |           | Форм. 4. |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|----------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $\alpha$   | $\beta$   | $a$      |
| 1       | Каналь изъ выстроганнаго дерева или гладко цементированный . . . . .                                                                                                                                                                                                                   | 0,00015    | 0,0000045 | 0,06     |
| 2       | Каналь изъ обыкновенныхъ досокъ, каменныхъ плитъ или хорошо пригнаннаго кирпича.                                                                                                                                                                                                       | 0,00019    | 0,0000133 | 0,16     |
| 3       | Каналь изъ бутоваго камня.                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,00024    | 0,00006   | 0,46     |
| 4       | <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; font-size: 3em; line-height: 1;">{</div> Каналь въ землѣ съ каменными стѣнками или вымощенными откосами, тщательно содержимый, вода безъ взмученныхъ частицъ . . . . .<br>Каналы и рѣки правильной формы и чистые . . . . . | 0,00028    | 0,00025   | 0,85     |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,00028    | 0,00035   | 1,30     |
| 5       | То же съ каменистымъ или заросшимъ русломъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                   | 0,00040    | 0,00070   | 1,75     |



Для ускоренія вычисленій по форм. Базена составлена еще нижеслѣдующая таблица № 4, въ которой непосредственно даются величины коэффициента  $c$  въ зависимости отъ  $R$ , по форм. (3).

**Таблица № 4.** Классы, какъ указано въ предыдущей таблицѣ.

| R        |         | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|----------|---------|------|------|------|------|------|
| въ метр. | въ саж. |      |      |      |      |      |
| 0,10     | 0,047   | 71,6 | 55,6 | 34,5 | 16,3 | 11,6 |
| 0,15     | 0,070   | 74,5 | 59,9 | 39,5 | 19,6 | 14,0 |
| 0,20     | 0,093   | 76,1 | 62,4 | 43,0 | 22,2 | 16,0 |
| 0,25     | 0,117   | 77,2 | 64,1 | 45,6 | 24,4 | 17,7 |
| 0,30     | 0,140   | 77,9 | 65,3 | 47,7 | 26,3 | 19,1 |
| 0,35     | 0,163   | 78,4 | 66,2 | 49,3 | 28,0 | 20,4 |
| 0,40     | 0,187   | 78,8 | 66,9 | 50,6 | 29,4 | 21,6 |
| 0,45     | 0,210   | 79,1 | 67,5 | 51,8 | 30,7 | 22,6 |
| 0,50     | 0,234   | 79,3 | 67,9 | 52,7 | 31,9 | 23,6 |
| 0,60     | 0,280   | 79,7 | 68,7 | 54,3 | 34,0 | 25,3 |
| 0,70     | 0,327   | 80,0 | 69,2 | 55,4 | 35,8 | 26,7 |
| 0,80     | 0,374   | 80,2 | 69,6 | 56,3 | 37,3 | 28,0 |
| 0,90     | 0,420   | 80,3 | 69,9 | 57,1 | 38,7 | 29,1 |
| 1,00     | 0,467   | 80,4 | 70,1 | 57,7 | 39,8 | 30,2 |
| 1,10     | 0,514   | 80,6 | 70,3 | 58,3 | 40,9 | 31,1 |
| 1,20     | 0,560   | 80,6 | 70,5 | 58,7 | 41,8 | 31,9 |
| 1,30     | 0,607   | 80,7 | 70,7 | 59,1 | 42,7 | 32,6 |
| 1,40     | 0,654   | 80,8 | 70,8 | 59,5 | 43,4 | 33,3 |
| 1,60     | 0,747   | 80,9 | 71,0 | 60,0 | 44,8 | 34,6 |
| 1,80     | 0,841   | 81,0 | 71,2 | 60,5 | 45,9 | 35,6 |
| 2,00     | 1,027   | 81,0 | 71,3 | 60,9 | 46,9 | 36,5 |
| 2,50     | 1,167   | 81,2 | 71,6 | 61,5 | 48,8 | 38,3 |
| 3,00     | 1,401   | 81,2 | 71,7 | 62,0 | 50,2 | 39,7 |
| 4,00     | 1,868   | 81,3 | 71,9 | 62,6 | 52,2 | 41,7 |
| 5,00     | 2,335   | 81,4 | 72,0 | 63,0 | 53,5 | 43,0 |
| 6,00     | 2,802   | 81,4 | 72,1 | 63,2 | 54,4 | 44,0 |



*Примѣръ.* Опреѣлить скорость и расходъ воды въ каналѣ шириною по дну 0,3 саж., глубиною 0,5 саж., шириною по верху 1,3 саж., при работѣ его полнымъ сѣченіемъ и при уклонѣ дна  $J=0,002$ .

Площадь живого сѣченія

$$F = \frac{0,3 + 1,3}{2} \times 0,5 = 0,40 \text{ кв. с.} = 1,82 \text{ кв. метр.}$$

Смоченный периметръ

$$U = 0,3 + 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{1,3 - 0,3}{2}\right)^2 + 0,5^2} = 0,3 + 2 \cdot \sqrt{0,50} = 1,72 \text{ с.} = 3,64 \text{ м.}$$

Гидравлическій радіусъ

$$R = \frac{1,82}{3,64} = 0,5 \text{ м., } \sqrt{R} = 0,71,$$

$$\sqrt{J} = \sqrt{0,002} = 0,045.$$

Скорость  $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$

По форм. Гангюлье и Куттера (сокращенной), при  $n = 0,030$ ,

$$c = \frac{56 \cdot \sqrt{R}}{0,69 + \sqrt{R}} = 28, \text{ и}$$

$$v = 28 \times 0,71 \times 0,045 = 0,89 \text{ м. въ 1 сек.}$$

или непосредственно по таблицѣ № 1 величина  $K = c \cdot \sqrt{R} = 20$ ;

$$v = 20 \times 0,045 = 0,9 \text{ м. въ 1 сек.};$$

$$Q = 1,82 \times 0,9 = 1,638 \text{ куб. м. въ сек.}$$

По форм. Базена, при  $\alpha = 0,0004$  и  $\beta = 0,0007$  (5 катег. кан.),

$$c = \frac{1}{\sqrt{0,0004 + \frac{0,0007}{0,5}}} \text{ или непосред. изъ таблицы № 4 } c = 23,6;$$

$$v = c \sqrt{R} \cdot \sqrt{J} = 23,6 \times 0,71 \times 0,045 = 0,75 \text{ м. въ сек.}$$

$$Q = 1,82 \times 0,75 = 1,37 \text{ куб. м. въ сек.}$$

При уклонѣ меньшемъ 0,001, на величину  $c$  начинаетъ оказывать замѣтное вліяніе и уклонъ, почему для полученія точныхъ результатовъ вычисленіе величины  $c$  ведется по полной формулѣ Гангюлье и Куттера; такъ, напримѣръ, если бы въ предыдущемъ примѣрѣ уклонъ  $J$  равнялся 0,001, то  $c$  по формулѣ приближенной равно попрежнему 28, а по точной формулѣ  $c$  равно 27; разница все же находится въ предѣлахъ расхожденія вычисленій по разнымъ формуламъ.



Скорость теченія воды въ каналѣ должна быть, съ одной стороны, настолько велика, чтобы дно его не заросло быстро водными растеніями и чтобы изъ воды не осаждались взмученныя частицы почвы; съ другой стороны, она не должна быть настолько велика, чтобы дно и откосы канала размывались водою. Установленіе этихъ предѣловъ скоростей, вслѣдствіе безконечнаго различія грунтовъ и рода взмученныхъ частицъ, не можетъ быть точно.

**Наибольшая скорость воды въ каналахъ.** По Флинну (Ирригаціонные каналы) размывается: песчаное дно при скорости воды 3 фута = 0,91 метра въ секунду, глинистое дно при 4 футахъ = 1,22 метра.

Проф. Тиме (курсъ Гидравлики) приводитъ слѣдующую таблицу наибольшихъ допускаемыхъ скоростей:

|                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| рыхлая земля.....                 | 0,076 мет. въ сек. |
| жирная глина.....                 | 0,152 " " "        |
| песокъ.....                       | 0,305 " " "        |
| хрящъ.....                        | 0,609 " " "        |
| округленный гравій.....           | 0,914 " " "        |
| угловатый гравій.....             | 1,22 " " "         |
| конгломераты, мягкій сланецъ..... | 1,52 " " "         |
| слоистыя твердыя породы.....      | 1,83 " " "         |
| неслоистыя твердыя породы.....    | 3,05 " " "         |

Цифры взяты имъ, очевидно, у Морена, которымъ приводятся почти совпадающія значенія.

Раунеръ (Искусственное орошеніе земельныхъ угодій) принимаетъ максимальныя скорости теченія такія:

|                                                       |                 |
|-------------------------------------------------------|-----------------|
| въ иловатой землѣ 0,11 м. въ сек., въ крупно-кам. гр. | 1,86 м. въ сек. |
| „ глинистой землѣ 0,23 " " " " скал-слоист.           | 2,27 " " "      |
| „ песчаной землѣ 0,46 " " " " твердо-скалист.         | 3,70 " " "      |
| „ гравіи..... 0,96 " " "                              |                 |
| „ крупномъ голышѣ..... 1,23 " " "                     |                 |

Проф. Черепашинскій въ курсѣ «Водоснабженіе» считаетъ скорость безвредной, если она не превышаетъ:

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| въ легкой песчаной глинь.....        | 0,5—0,6 метр. въ сек. |
| „ обыкновенной крѣпкой глинь 0,8—0,9 | " " "                 |
| „ твердой глинь и гравіи.....        | 0,9—1,2 " " "         |
| „ мягкой скалистой породѣ... 1,5—1,8 | " " "                 |



Эти же цифры приведены въ курсѣ „Ирригаци“ Рудинскаго  
По проф. Фридриху (Kulturtechnischer Wasserbau) наибольшая  
скорость по многочисленнымъ наблюденіямъ установлена слѣ-  
дующая

|                                   |                    |   |   |
|-----------------------------------|--------------------|---|---|
| иловатая почва и тощая глина..... | 0,10 метр. въ сек. |   |   |
| тонкій песокъ.....                | 0,15               | ” | ” |
| жирная глина.....                 | 0,25               | ” | ” |
| суглинокъ и грубый рѣчной песокъ. | 0,45               | ” | ” |
| хрящеватая почва.....             | 1,0                | ” | ” |
| грубо-каменистая почва.....       | 1,25               | ” | ” |
| конгломераты и сланцы.....        | 1,85               | ” | ” |
| слоистыя горныя породы.....       | 2,25               | ” | ” |
| твердыя неслонстыя породы.....    | 3,70               | ” | ” |

По Дюбуа скорости, при которыхъ вода въ состояніи увлекать  
своимъ теченіемъ:

|                              |                      |   |   |
|------------------------------|----------------------|---|---|
| бурюю горшечную глину.....   | 0,07 метр. въ 1 сек. |   |   |
| крупный желтый песокъ. ....  | 0,22                 | ” | ” |
| хрящъ въ анисовое зерно..... | 0,11                 | ” | ” |
| хрящъ въ горошину.....       | 0,19                 | ” | ” |
| хрящъ въ бобъ.....           | 0,35                 | ” | ” |

По Рейнгардту размываніе различныхъ грунтовъ начинается  
при скорости:

|                         |                       |   |   |
|-------------------------|-----------------------|---|---|
| иловатой земли.....     | 0,08 метр. въ 1 сек., |   |   |
| мелкаго песка.....      | 0,11                  | ” | ” |
| наносной глины.....     | 0,15                  | ” | ” |
| плотной глины.....      | 0,30                  | ” | ” |
| хрящеватаго грунта..... | 0,64                  | ” | ” |
| гальки средней.....     | 1,00                  | ” | ” |
| конгломератовъ.....     | 1,49                  | ” | ” |

По справочной книгѣ Hütte для того, чтобы дно каналовъ не  
разрушалось отъ дѣйствія воды, не должны быть превзойдены  
слѣдующія скорости въ одну секунду въ грунтахъ:

|                                     |                       |   |   |
|-------------------------------------|-----------------------|---|---|
| илистомъ или бурой горшечной глинѣ. | 0,12 метр. въ 1 сек., |   |   |
| мелкомъ пескѣ.....                  | 0,16                  | ” | ” |
| обыкновенной и жирной глинѣ.....    | 0,25                  | ” | ” |
| рѣчномъ пескѣ жирномъ.....          | 0,50                  | ” | ” |

и. т. д. ....



Въ Россіи Министерство Путей Сообщенія принимаетъ слѣдующія допускаемыя среднія скорости:

ВЪ ПЛОТНОМЪ ПЕСКѢ ..... 0,5 саж. = 1,06 мет. въ 1 сек.

ВЪ ПЛОТНОМЪ ГЛИНИСТ. ГРУНТѢ . 0,8 саж. = 1,83 " " "

Приведенных цифръ достаточно для заключенія, что точно установленныхъ нормъ наибольшихъ скоростей не существуетъ; многія изъ приведенныхъ цифръ даютъ слишкомъ малыя допускаемые скорости. Для цѣлей практики наиболѣе подходящи высшія нормы Флинна: 0,91 метра для песчаного дна и 1,22 метра для глинистаго дна, и нормы Министерства Путей Сообщенія: для плотнаго песка 1,06 метра и глины 1,83 метра въ 1 секунду.

Наибольшая допускаемая скорость въ торфяномъ грунтѣ вслѣдствіе разнородности торфа, весьма различна; по плотному волокнистому торфу вода можетъ стекать безъ ущерба перепадами; весной на осушительныхъ канавахъ въ Раменской дачѣ Московской губерніи, при скорости воды около 0,1 саж., въ водѣ нѣкоторыхъ канавъ взмучена масса крупныхъ торфяныхъ частицъ, въ другихъ канавахъ, при той же скорости, вода идетъ совершенно прозрачная.

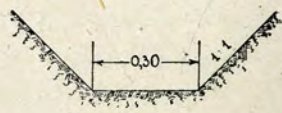
На болотахъ, при обычныхъ условіяхъ, размыванія канавъ не приходится опасаться; напротивъ, онѣ требуютъ частой прочистки, вследствие зарастанія осоками и заплыванія иломъ; насколько можно судить по 2-хъ годичнымъ наблюденіямъ надъ проходомъ весеннихъ водъ въ Раменскомъ лѣсничествѣ, средняя скорость воды въ 0,3 сажени въ секунду въ торфяномъ болотѣ, при мѣстныхъ условіяхъ совершенно безвредна.

W. Bersch въ «Handbuch der Moorkultur», 1909 г., допускаетъ въ торфяной почвѣ скорость воды равную 1 м. въ сек., этотъ же предѣлъ указываетъ и Инженеръ Корнелла въ книгѣ «Die Entwässerung der Moore».

**Наименьшая скорость воды въ каналахъ.** Скорость воды въ каналахъ зависитъ, какъ явствуетъ изъ формулы  $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{I}$ , не только отъ уклона, но и отъ гидравлическаго радиуса сѣченія, слѣдовательно, и отъ площади живого сѣченія, которая весьма измѣнчива; весной каналъ работаетъ полнымъ сѣченіемъ, скорость воды наибольшая; затѣмъ горизонтъ воды падаетъ, скорость уменьшается и доходитъ лѣтомъ до нуля.

Чертежъ 75.

Разсчитаемъ для наглядности скорость воды въ канавѣ обыч-



Чертежъ 75.



ныхъ размѣровъ (см. черт. 75) при уклонѣ 0,001 и разныхъ наполненіяхъ ея:

| Глубина воды<br>въ саж. | Гидр. рад.<br>$R$ въ метр. | $\sqrt{R}$ | $\sqrt{J}$ | Козф. с.<br>при $n=0,03$ . | Скорость<br>$V$<br>метр. въ сек. |
|-------------------------|----------------------------|------------|------------|----------------------------|----------------------------------|
| 0,5                     | 0,50                       | 0,71       | 0,032      | 28                         | 0,66                             |
| 0,4                     | 0,42                       | 0,65       | "          | 27                         | 0,56                             |
| 0,3                     | 0,33                       | 0,57       | "          | 26                         | 0,47                             |
| 0,2                     | 0,25                       | 0,50       | "          | 24                         | 0,38                             |
| 0,1                     | 0,146                      | 0,38       | "          | 20                         | 0,24                             |
| 0,05                    | 0,084                      | 0,29       | "          | 16                         | 0,15                             |

Таблица указываетъ, что, если лѣтомъ глубина воды въ канавѣ 0,05 с., а весною 0,5 саж., то среднія скорости относятся какъ 1:4,5. Поэтому задаваться при проектированіи каналовъ наименьшею скоростью воды безцѣльно; въ большинствѣ осушительныхъ канавъ, при всякомъ ихъ уклонѣ, наименьшая скорость равна нулю; можно говорить только о наименьшей скорости въ то время, когда вода несетъ взмученныя частицы, что соотвѣтствуетъ, обычно, наибольшему расходу. Желательно, чтобы въ этотъ моментъ скорость была бы такова, чтобы взмученныя частицы не осаждались на дно канала.

Въ справочной книгѣ «Hütte» указывается, что средняя скорость потока, если въ каналѣ не должно отлагаться:

легкой мути должна быть  $> 0,25$  метр. въ сек.,  
песка           »           »           »  $> 0,50$            »           »

По проф. Черепашинскому (Водоснабженіе), для того, чтобы каналъ не засорялся иломъ, скорость не должна быть менѣе 0,2 метра, а для предупрежденія осадка песка требуется не менѣе 0,4 м.; чтобы не развивалась растительность, нужна скорость 0,6—0,8 м..

По Флинну (Ирригаціонные каналы) наименьшая скорость, необходимая для предупрежденія осажденія наносовъ и разрастанія водяныхъ растений въ сѣв. Индіи принимается въ  $1\frac{1}{2}$  фута въ сек. = 0,46 метра; въ Испаніи замѣчено, что средняя скорость 2— $2\frac{1}{2}$  фута (0,61—0,76 метра) въ сек. препятствуетъ зарастанію водными травами, но не размываетъ ложа.

Указанныя скорости въ большинствѣ осушительныхъ канавъ не достигаются, и потому, дѣйствительно, онѣ чрезвычайно быстро зарастаютъ водными растеніями и затягиваются жидкимъ иломъ, требуя черезъ каждыя 4—6 лѣтъ расчистки.



## ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

### Уклонъ дна канавъ.

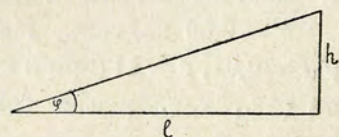
Разность высотъ  $h$  двухъ точекъ  $a$  и  $b$  мѣстности, лежащихъ на любомъ другъ отъ друга разстояніи  $l$ , называется паденіемъ отъ точки  $a$  до точки  $b$ ; отношеніе паденія къ разстоянію  $\frac{h}{l}$  называется среднимъ уклономъ мѣстности и обозначается черезъ  $J$ ; или, иначе, уклонъ есть паденіе мѣстности на единицѣ протяженія; выражаютъ уклонъ или въ десятичныхъ доляхъ, напр., уклонъ 0,001 означаетъ паденіе въ 1 саж. на протяженіи 1000 сажень, или въ процентахъ; такъ, предыдущій уклонъ можно выразить черезъ 0,1% или величиною угла наклона мѣстности къ горизонту, равнаго въ данномъ случаѣ 5 минутамъ прибол., при чемъ изъ черт. 76 видно, что  $\frac{h}{l} = \operatorname{tg} \varphi$ .

Въ природѣ уклоны поверхности болѣе 0,1, что составляетъ уголъ съ горизонтомъ около 6 градусовъ, встрѣчаются рѣдко на значительномъ протяженіи; предѣльный уклонъ для подъема лошади около  $7\frac{1}{2}^{\circ}$  —  $8\frac{1}{2}^{\circ}$ .

Таковъ, на примѣръ, подъемъ Рождественскаго бульвара въ Москвѣ; въ Кіевѣ по нѣкоторымъ улицамъ съ оживленнымъ движеніемъ допущены уклоны 0,1 на протяженіи 100 сажень. На желѣзнодорожныхъ линіяхъ наибольшій уклонъ рельсоваго пути допускается 0,008, что составляетъ уголъ съ горизонтомъ всего  $\frac{1}{2}^{\circ}$ .

Въ гидротехнической практикѣ и такой уклонъ непомѣрно великъ; уклоны заболоченныхъ широкихъ пространствъ въ Московской губерніи, на примѣръ, колеблются между 0,0003—0,002, въ Минской губерніи между 0,0001—0,0005. Уклоны рѣчекъ въ 0,001 признаются уже значительными, уклоны же большихъ рѣкъ весьма малы, что видимъ изъ слѣдующихъ примѣровъ:

Рѣка Москва между гор. Москвою и впаденіемъ ея въ Оку 0,000097  
Волга между Тверью и границею Ярославской губерніи. . 0,000134



Черт. 76.



|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| Волга въ нижнемъ теченіи.....      | 0,000044 |
| Донъ въ нижнемъ теченіи.....       | 0,000052 |
| Днѣпръ въ нижнемъ теченіи.....     | 0,000086 |
| Припять въ среднемъ теченіи.....   | 0,00007  |
| Нева въ Петроградѣ.....            | 0,000014 |
| По въ Италіи.....                  | 0,000033 |
| Миссисипи въ Сѣверной Америкѣ..... | 0,00002  |

Уклоны дна осушительныхъ канавъ при значительномъ протяженіи ихъ не могутъ значительно отличаться отъ уклона поверхности болота по линіи канала и, такъ какъ магистральные каналы проводятся вдоль болота по тальвегу, то они и принимаютъ продольный уклонъ болота, который колеблется въ предѣлахъ 0,005—0,0001; боковыя каналы проводятся, напротивъ, не по линіи наибольшаго уклона, а располагаются подъ тѣмъ или инымъ острымъ угломъ къ горизонталямъ, почему уклонъ ихъ можетъ быть произвольно уменьшаемъ. Уклоны 0,0001, достаточные для рѣкъ, для осушительныхъ канавъ весьма малы; движеніе воды въ нихъ при этомъ уклонѣ и при обычныхъ размѣрахъ сѣченія происходитъ чрезвычайно медленно; такъ, при ширинѣ по дну 0,5 саж., что соотвѣтствуетъ размѣру магистральнаго канала, глубинѣ воды 0,1 саж. и откосахъ 1 : 1, при уклонѣ 0,0001 скорость вычислится:

$F = 0,06$  кв. саж.,  $P = 0,78$  саж.,  $R = 0,164$  метра,  $\sqrt{R} = 0,405$ ,  $\sqrt{J} = 0,01$ ,  $c = 21$  (при  $n = 0,03$ ),  $v = 21 \times 0,405 \times 0,01 = 0,085$  метра въ сек., т.-е. менѣе самыхъ осторожныхъ нормъ, указанныхъ ранѣе.

Такъ какъ однако дно канала быстро зарастаетъ травою, то, въ дѣйствительности, скорость еще менѣе вычисленной; помимо того, всякое случайное засореніе канала, напр., обваломъ откосовъ, устройствомъ переходовъ и переѣздовъ, набрасываніемъ хвороста и пр., или подъемъ воды въ какомъ-либо мѣстѣ на 0,1 саж., поднятіе весьма малое, распространится, при уклонѣ 0,0001, на длину болѣе чѣмъ 1000 сажень, такъ какъ подпоръ текущей воды, какъ будетъ указано ниже, распространяется не по горизонтальной плоскости, а по кривой, приближающейся къ параболѣ. Изложенное приводитъ къ заключенію, что при уклонѣ въ 0,0001 осушительный каналъ можетъ исправно функционировать только при весьма тщательномъ уходѣ за нимъ.

При наибольшомъ уклонѣ въ 0,005, скорость будетъ въ предѣлѣ примѣръ 0,6 метра въ 1 сек., слѣдовательно, вполне



пени его влажности. Среднія величины угла естественнаго откоса приведены въ слѣдующей таблицѣ:

| Названія грунта:              | Уголъ естествен.<br>откоса. | Отношеніе залож.<br>откоса къ его выс. |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| Сухой глинистый грунтъ .....  | 40°—46°                     | 1,07 : 1                               |
| Мокрый глинистый грунтъ ..... | 20 —25°                     | 2,4 : 1                                |
| Песокъ .....                  | 30 —40°                     | 1,4 : 1                                |
| Мокрая насыпная земля .....   | 30 —37°                     | 1,5 : 1                                |
| Мокрый гравій.....            | 25°                         | 2,1 : 1                                |
| Мокрый каменный щебень.....   | 35 —40°                     | 1,3 : 1                                |
| Вода.....                     | 0°                          | ∞ : 1                                  |

Мокрый грунтъ образуетъ болѣе пологіе откосы, чѣмъ тотъ же грунтъ сухой, такъ какъ смоченныя частицы земли легче скатываются другъ съ друга; мокрый мелкій песокъ-пывунъ, подобно водѣ, въ откосахъ вовсе не держится.

Грунтъ цѣлинный, не разрыхленный, держится при гораздо болѣе крутыхъ откосахъ; такъ, сухая глина можетъ держаться вертикальною стѣнкою высотой до 5 сажень, сырая до 2 сажень; растительная земля (перегной съ пескомъ и глиною, черноземъ) во влажномъ состояніи можетъ держаться въ вертикальныхъ откосахъ высотой до 2 аршинъ, но при избыткѣ воды обращается въ грязь и расползается; плотный торфъ держится отвѣсно высотой въ 2—3 аршина продолжительное время, не поддаваясь размыванію воды; торфъ жидкій плаваетъ при всякомъ откосѣ.

При устройствѣ канавъ крутизна ихъ откосовъ имѣетъ большое значеніе, особенно при незначительной ширинѣ дна; обвалъ откоса въ этомъ случаѣ засоряетъ дно во всю его ширину. Хотя канавы роются обычно въ грунтѣ нетронutomъ, цѣлинномъ, уголъ откосовъ ихъ, однако, никакъ не долженъ быть болѣе угла естественнаго откоса соотвѣтствующаго грунта, такъ такъ: 1) стекающая въ канаву сверху, по стѣнкамъ ея, верховая вода увлекаетъ за собою съ откосовъ частицы земли, особенно при песчаномъ и глинистомъ грунтѣ, 2) вода грунтовая, попадающая въ канаву просачиваніемъ сквозь стѣнки, вызываетъ, вслѣдствіе оказываемаго значительнаго бокового давленія, обвалъ ихъ, 3) движущаяся по дну канавы вода подмываетъ откосы снизу, особенно песчаные, и вызываетъ этимъ часто обрушеніе ихъ и при достаточно пологомъ заложеніи, 4) пасущійся на лугахъ и болотахъ скотъ, подходя къ канавамъ для водопоя или просто переходя



ихъ, значительно обваливаетъ откосы; попавъ же въ глубокую канаву съ крутыми откосами, не можетъ выйти изъ нея, и при недосмотрѣ гибнетъ.

Приводимыя различными авторами величины откосовъ каналовъ довольно схожи между собою и могутъ быть сведены въ слѣдующую таблицу:

|                                             |                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------------|
| земля, песокъ, черноземъ.....               | $1\frac{3}{4}$ — $2\frac{1}{2}$ |
| Обыкновенная земля, песчано-глинистая, гли- |                                 |
| нистая или глинисто-песчаная почва..        | $1\frac{1}{2}$                  |
| Песчаная почва.....                         | $1\frac{1}{2}$ —2               |
| Плотная глина, гончарная глина.....         | $1$ — $1\frac{1}{2}$            |
| Мягкій водянистый торфъ.....                | $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ |
| Обыкновенный торфъ.....                     | $1$ — $1\frac{1}{2}$            |
| Сухой торфъ, торфъ моховой, малоразложив-   |                                 |
| шійся.....                                  | $\frac{1}{2}$                   |

Западная Экспедиція по осушенію болотъ придавала канавамъ въ торфяномъ грунтѣ откосы одиночные—двойные, смотря по связности торфа; въ глинистомъ и песчаномъ грунтахъ канавы дѣлались съ полуторными и двойными откосами, въ плавучихъ грунтахъ откосы доводились до тройныхъ; устраиваемыя частными владѣльцами на поляхъ и лугахъ осушительныя канавы своими средствами имѣютъ откосы, обычно, во всякомъ грунтѣ половинные, т.е. недопустимо крутые; вызывается это, преимущественно, тремя причинами:

1) Значительнымъ увеличеніемъ земляныхъ работъ при устройствѣ откосовъ болѣе пологихъ; такъ, напримѣръ, при глубинѣ канавы въ 0,5 саж., ширинѣ дна 0,3 сажени, площадь поперечнаго сѣченія будетъ:

|                          |        |           |
|--------------------------|--------|-----------|
| при откосахъ половинныхъ | 0,275  | кв. саж., |
| ” ” одиночныхъ           | 0,3375 | ” ”       |
| ” ” полуторныхъ          | 0,525  | ” ”       |
| ” ” двойныхъ             | 0,650  | ” ”       |

т.е. отношеніе объема земляныхъ работъ выразится соотвѣтственно, какъ 1 : 1,22 : 1,91 : 2,36; помимо быстрого увеличенія объема выемки, работа усложняется еще увеличеніемъ разстоянія, на которое приходится бросать вынимаемую изъ канавы землю.

2) На поляхъ приходится считаться съ тѣмъ, что при поло-



тихъ откосахъ канавы занимаютъ значительную полосу на поверхности поля, а также и валь вынутой земли (кавалерь) достигаетъ значительной высоты и ширины; на болотахъ съ потерей площади земли подъ канаву считается еще не приходится.

3) Нѣкоторую роль играетъ и заростаніе откосовъ растительностью; на откосахъ половинныхъ можетъ держаться только очень рѣдкая трава; на полуторныхъ развивается обычно трава весьма густая; поэтому на поляхъ полуторные откосы канавъ даже опасны, вслѣдствіе стремленія сорныхъ травъ перейти съ откосовъ на культурную площадь.

4) При пологихъ откосахъ ширина канавъ по верху значительно увеличивается, а это удорожаетъ устройство переѣздовъ и переходовъ.

Практика прорытія боковыхъ канавъ въ торфяномъ грунтѣ съ вертикальными (нулевое заложеніе) откосами въ частныхъ хозяйствахъ Минской губерніи указываетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ на устойчивость и такихъ канавъ; при этомъ вертикальный откосъ имѣетъ даже свое преимущество; именно онъ самъ, а тѣмъ болѣе дно узкой канавы съ такимъ откосомъ, труднѣе промерзаетъ и потому канава не прерываетъ своего дренирующаго дѣйствія часто въ теченіе всей зимы.

Въ руководствѣ по культурѣ болотъ Берша также указывается, что на нерасложившемся моховомъ болотѣ канавы могутъ быть выкопаны съ вертикальными откосами.

При пересѣченіи сыпучаго песка или плавучаго грунта всякій пологій откосъ является недостаточнымъ, и единственнымъ средствомъ предохраненія канавы отъ засоренія въ этомъ случаѣ является искусственное укрѣпленіе откосовъ.

Глубина канавы и заложеніе откоса опредѣляютъ длину откоса; при  $n$ -омъ заложеніи и глубинѣ  $h$ —длина откоса  $l = \sqrt{h^2 + (nh)^2} = h \cdot \sqrt{1 + n^2}$ .

При  $n = 1/2$ ,  $\sqrt{1 + n^2} = 1,118$ .

|                |   |       |
|----------------|---|-------|
| 1,             | „ | 1,414 |
| $1\frac{1}{4}$ | „ | 1,601 |
| $1\frac{1}{2}$ | „ | 1,803 |
| $1\frac{3}{4}$ | „ | 2,016 |
| 2              | „ | 2,236 |

Для ускоренія вычисленія общей длины обоихъ откосовъ ка-



навы (или площади обоихъ откосовъ на протяженіе 1 погонной саж. канавы) составлены нижеслѣдующія таблицы:

Таблица № 5.

Длина двухъ откосовъ при половинномъ заложеніи ихъ ( $\frac{1}{2} : 1$ ).

| Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2 от-<br>косовъ<br>саж. | Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2 от-<br>косовъ<br>саж. | Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2 от-<br>косовъ<br>саж. |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 0,10               | 0,22361                       | 0,40               | 0,89442                       | 0,70               | 1,56524                       |
| 0,11               | 0,24597                       | 0,41               | 0,91678                       | 0,71               | 1,58760                       |
| 0,12               | 0,26833                       | 0,42               | 0,93915                       | 0,72               | 1,60996                       |
| 0,13               | 0,29069                       | 0,43               | 0,96151                       | 0,73               | 1,63232                       |
| 0,14               | 0,31305                       | 0,44               | 0,98387                       | 0,74               | 1,65468                       |
| 0,15               | 0,33541                       | 0,45               | 1,00623                       | 0,75               | 1,67705                       |
| 0,16               | 0,35777                       | 0,46               | 1,02859                       | 0,76               | 1,69941                       |
| 0,17               | 0,38013                       | 0,47               | 1,05095                       | 0,77               | 1,72177                       |
| 0,18               | 0,40249                       | 0,48               | 1,07331                       | 0,78               | 1,74413                       |
| 0,19               | 0,42485                       | 0,49               | 1,09567                       | 0,79               | 1,76649                       |
| 0,20               | 0,44721                       | 0,50               | 1,11803                       | 0,80               | 1,78885                       |
| 0,21               | 0,46957                       | 0,51               | 1,14039                       | 0,81               | 1,81121                       |
| 0,22               | 0,49193                       | 0,52               | 1,16275                       | 0,82               | 1,83357                       |
| 0,23               | 0,51429                       | 0,53               | 1,18511                       | 0,83               | 1,85593                       |
| 0,24               | 0,53665                       | 0,54               | 1,20747                       | 0,84               | 1,87829                       |
| 0,25               | 0,55901                       | 0,55               | 1,22983                       | 0,85               | 1,90065                       |
| 0,26               | 0,58138                       | 0,56               | 1,25219                       | 0,86               | 1,92301                       |
| 0,27               | 0,60374                       | 0,57               | 1,27455                       | 0,87               | 1,94537                       |
| 0,28               | 0,62610                       | 0,58               | 1,29691                       | 0,88               | 1,96773                       |
| 0,29               | 0,64846                       | 0,59               | 1,31928                       | 0,89               | 1,99009                       |
| 0,30               | 0,67082                       | 0,60               | 1,34164                       | 0,90               | 2,01245                       |
| 0,31               | 0,69318                       | 0,61               | 1,36400                       | 0,91               | 2,03481                       |
| 0,32               | 0,71554                       | 0,62               | 1,38636                       | 0,92               | 2,05718                       |
| 0,33               | 0,73790                       | 0,63               | 1,40872                       | 0,93               | 2,07954                       |
| 0,34               | 0,76026                       | 0,64               | 1,43108                       | 0,94               | 2,10190                       |
| 0,35               | 0,78262                       | 0,65               | 1,45344                       | 0,95               | 2,12426                       |
| 0,36               | 0,80498                       | 0,66               | 1,47580                       | 0,96               | 2,14662                       |
| 0,37               | 0,82734                       | 0,67               | 1,49816                       | 0,97               | 2,16898                       |
| 0,38               | 0,84970                       | 0,68               | 1,52052                       | 0,98               | 2,19134                       |
| 0,39               | 0,87206                       | 0,69               | 1,54288                       | 0,99               | 2,21370                       |
| —                  | —                             | —                  | —                             | 1,00               | 2,23606                       |



Таблица № 6.

Длина 2-хъ откосовъ при одиночномъ заложеніи ихъ (1 : 1).

| Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2-от-<br>косовъ<br>саж. | Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2 от-<br>косовъ<br>саж. | Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2 от-<br>косовъ<br>саж. |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 0,10               | 0,2828                        | 0,41               | 1,15948                       | 0,72               | 2,03616                       |
| 0,11               | 0,31108                       | 0,42               | 1,18776                       | 0,73               | 2,06444                       |
| 0,12               | 0,33936                       | 0,43               | 1,21604                       | 0,74               | 2,09272                       |
| 0,13               | 0,36764                       | 0,44               | 1,24432                       | 0,75               | 2,12100                       |
| 0,14               | 0,39592                       | 0,45               | 1,27260                       | 0,76               | 2,14928                       |
| 0,15               | 0,42420                       | 0,46               | 1,30088                       | 0,77               | 2,17756                       |
| 0,16               | 0,45248                       | 0,47               | 1,32916                       | 0,78               | 2,20584                       |
| 0,17               | 0,48076                       | 0,48               | 1,35744                       | 0,79               | 2,23412                       |
| 0,18               | 0,50904                       | 0,49               | 1,38572                       | 0,80               | 2,26240                       |
| 0,19               | 0,53732                       | 0,50               | 1,41400                       | 0,81               | 2,29062                       |
| 0,20               | 0,56560                       | 0,51               | 1,44228                       | 0,82               | 2,31896                       |
| 0,21               | 0,59388                       | 0,52               | 1,47056                       | 0,83               | 2,34724                       |
| 0,22               | 0,62216                       | 0,53               | 1,49884                       | 0,84               | 2,37552                       |
| 0,23               | 0,65044                       | 0,54               | 1,52714                       | 0,85               | 2,40380                       |
| 0,24               | 0,67872                       | 0,55               | 1,55540                       | 0,86               | 2,43208                       |
| 0,25               | 0,70700                       | 0,56               | 1,58368                       | 0,87               | 2,46036                       |
| 0,26               | 0,73528                       | 0,57               | 1,61196                       | 0,88               | 2,48864                       |
| 0,27               | 0,76356                       | 0,58               | 1,64024                       | 0,89               | 2,51692                       |
| 0,28               | 0,79184                       | 0,59               | 1,66852                       | 0,90               | 2,54520                       |
| 0,29               | 0,82012                       | 0,60               | 1,69680                       | 0,91               | 2,57348                       |
| 0,30               | 0,84840                       | 0,61               | 1,72508                       | 0,92               | 2,60176                       |
| 0,31               | 0,87668                       | 0,62               | 1,75336                       | 0,93               | 2,63004                       |
| 0,32               | 0,90496                       | 0,63               | 1,78164                       | 0,94               | 2,65832                       |
| 0,33               | 0,93324                       | 0,64               | 1,80992                       | 0,95               | 2,68660                       |
| 0,34               | 0,96152                       | 0,65               | 1,83820                       | 0,96               | 2,71488                       |
| 0,35               | 0,98980                       | 0,66               | 1,86648                       | 0,97               | 2,74316                       |
| 0,36               | 1,01808                       | 0,67               | 1,89476                       | 0,98               | 2,77144                       |
| 0,37               | 1,04636                       | 0,68               | 1,92304                       | 0,99               | 2,79972                       |
| 0,38               | 1,07464                       | 0,69               | 1,95132                       | 1,00               | 2,82800                       |
| 0,39               | 1,10292                       | 0,70               | 1,97960                       | —                  | —                             |
| 0,40               | 1,13120                       | 0,71               | 2,00788                       | —                  | —                             |



Таблица № 7.

Длина двухъ откосовъ при полукорномъ заложеніи ихъ ( $1\frac{1}{2}:1$ ).

| Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2-хъ<br>откосовъ<br>саж. | Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2 от-<br>косовъ<br>саж. | Глуб. кан.<br>саж. | Длина 2 от-<br>косовъ<br>саж. |
|--------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 0,10               | 0,36056                        | 0,40               | 1,44222                       | 0,70               | 2,52389                       |
| 0,11               | 0,39661                        | 0,41               | 1,47828                       | 0,71               | 2,55994                       |
| 0,12               | 0,43267                        | 0,42               | 1,51433                       | 0,72               | 2,59600                       |
| 0,13               | 0,46872                        | 0,43               | 1,55039                       | 0,73               | 2,63205                       |
| 0,14               | 0,50478                        | 0,44               | 1,58644                       | 0,74               | 2,66811                       |
| 0,15               | 0,54083                        | 0,45               | 1,62250                       | 0,75               | 2,70416                       |
| 0,16               | 0,57689                        | 0,46               | 1,65855                       | 0,76               | 2,74022                       |
| 0,17               | 0,61294                        | 0,47               | 1,69461                       | 0,77               | 2,77627                       |
| 0,18               | 0,64900                        | 0,48               | 1,73066                       | 0,78               | 2,81233                       |
| 0,19               | 0,68505                        | 0,49               | 1,76672                       | 0,79               | 2,84838                       |
| 0,20               | 0,72111                        | 0,50               | 1,80278                       | 0,80               | 2,88444                       |
| 0,21               | 0,75717                        | 0,51               | 1,83883                       | 0,81               | 2,92050                       |
| 0,22               | 0,79322                        | 0,52               | 1,87489                       | 0,82               | 2,95655                       |
| 0,23               | 0,82928                        | 0,53               | 1,91094                       | 0,83               | 2,99261                       |
| 0,24               | 0,86533                        | 0,54               | 1,94700                       | 0,84               | 3,02866                       |
| 0,25               | 0,90139                        | 0,55               | 1,98305                       | 0,85               | 3,06472                       |
| 0,26               | 0,93744                        | 0,56               | 2,01911                       | 0,86               | 3,10077                       |
| 0,27               | 0,97350                        | 0,57               | 2,05516                       | 0,87               | 3,13683                       |
| 0,28               | 1,00955                        | 0,58               | 2,09122                       | 0,88               | 3,17288                       |
| 0,29               | 1,04561                        | 0,59               | 2,12727                       | 0,89               | 3,20894                       |
| 0,30               | 1,08167                        | 0,60               | 2,16333                       | 0,90               | 3,24500                       |
| 0,31               | 1,11772                        | 0,61               | 2,19939                       | 0,91               | 3,28105                       |
| 0,32               | 1,15378                        | 0,62               | 2,23544                       | 0,92               | 3,31711                       |
| 0,33               | 1,18983                        | 0,63               | 2,27150                       | 0,93               | 3,35316                       |
| 0,34               | 1,22589                        | 0,64               | 2,30755                       | 0,94               | 3,38922                       |
| 0,35               | 1,26194                        | 0,65               | 2,34361                       | 0,95               | 3,42527                       |
| 0,36               | 1,29800                        | 0,66               | 2,37966                       | 0,96               | 3,46133                       |
| 0,37               | 1,33405                        | 0,67               | 2,41572                       | 0,97               | 3,49738                       |
| 0,38               | 1,37011                        | 0,68               | 2,45177                       | 0,98               | 3,53344                       |
| 0,39               | 1,40616                        | 0,69               | 2,48783                       | 0,99               | 3,56949                       |
| —                  | —                              | —                  | —                             | 1,00               | 3,60555                       |



## ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ.

### Глубина канавъ.

Глубина осушительныхъ канавъ должна опредѣляться въ соображеніи съ тремя, совершенно различнаго порядка, условіями; она должна быть рациональна:

1) агрономически, т.-е. соотвѣтствовать нуждамъ растений и быть достаточно большой, чтобы оказывать вліяніе на горизонтъ грунтовой воды, понижая его на опредѣленное разстояніе отъ поверхности земли и въ сырые годы, и не настолько большой, чтобы способствовать гибели растений въ засушливые годы;

2) технически, т.-е. размѣры ея должны быть таковы, чтобы выполненіе ихъ не требовало излишнихъ, непроизводительныхъ расходовъ и чтобы поперечный профиль канавъ сохранился возможно долгое время;

3) гидравлически, понимая подъ этимъ способность канавы пропускать, при данной площади поперечнаго сѣченія, наибольшее количество воды.

**Условія агрономическія.** Рѣшающую роль имѣютъ, разумѣется, требованія рациональности агрономической, которыя измѣняются въ зависимости отъ рода осушаемой площади и цѣли осушенія. Существуютъ три главнѣйшія сельскохозяйственныя угодія: пашня, лугъ и лѣсъ, и свойственныя этимъ угодіямъ растенія предъявляютъ различныя требованія къ грунтовымъ водамъ. Немногочисленныя литературныя данныя по этому вопросу, вѣроятно, вслѣдствіе почти полного отсутствія опытныхъ наблюденій, даютъ согласныя указанія о благопріятнѣйшемъ для растений стояніи горизонта грунтовыхъ водъ. По изслѣдованіямъ Колесова (Харьковская губернія, долина рѣки Лопани), самую благопріятную глубиною залеганія грунтовыхъ водъ для растительности является глубина въ 12—16 вершковъ (0,25—0,33 саж.) ниже поверхности земли. По мнѣнію Усова (Культура болотъ) уровень подпочвен-



ныхъ водъ долженъ находится вершковъна 12 (0,25 саж.) отъ поверхности, если болото предназначено для луга. Въ справочной книгѣ русскаго сельскаго хозяина (изданіе Девріена) указано, что для полей высота подпочвенной воды должна равняться 1—1 $\frac{1}{4}$  метра (0,47—0,59 саж.) отъ поверхности, а для луговъ 0,5—0,6 метра (0,23—0,28 саж.). Въ книгѣ «Kulturtechnischer Wasserbau» проф. Friedrich считаетъ, что уровень грунтовой воды долженъ быть ниже поверхности земли:

|           |                     |
|-----------|---------------------|
| на лугахъ | на 0,5 —0,75 метра, |
| » пашняхъ | » 0,75—1,25 »       |
| въ садахъ | » 1,0 —1,3 »        |

М. Fleischer въ книгѣ „Die Anlage und die Bewirtschaftung von Moorbiesen und Moorweiden“ указываетъ наилучшую глубину грунтовой воды на лугахъ 0,50 метр. на пастбищахъ 0,60—0,80 метра.

Линія депрессіи грунтовой воды круто поднимается близъ канавы и общій горизонтъ грунтовой воды на участкѣ стоитъ значительно выше уровня воды въ канавахъ. Поэтому, чтобы добиться пониженія горизонта грунтовой воды на глубину, благоприятную для культуры данного растенія, слѣдуетъ дно канавъ назначать на такой глубинѣ, чтобы горизонтъ воды въ канавахъ, при глубинѣ ея напримѣръ 0,1 саж., былъ бы ниже приведенныхъ нормъ стоянія грунтовой воды. Поэтому глубина осушительныхъ канавъ, если преслѣдуется не только отводъ верховой воды, но и пониженіе грунтовой, должна быть:

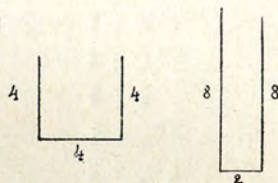
|                    |             |
|--------------------|-------------|
| на лугахъ не менѣе | 0,4 саж.,   |
| » поляхъ »         | » 0,5—0,6 » |
| въ лѣсахъ »        | » 0,7 »     |

Однако и при указанной глубинѣ, при проведеніи канавъ на разстояніи 300—500 саж. другъ отъ друга, какъ это имѣетъ мѣсто на казенныхъ болотахъ, желательнаго пониженія грунтовой воды отнюдь не достигается, и уже на разстояніи 50—100 саж. таковая стоитъ въ уровень съ поверхностью болота; какъ уже ранѣе указывалось, такая рѣдкая сѣть, хотя и глубокихъ канавъ, только предохраняетъ болото отъ затопленія и дѣлаетъ его доступнымъ для сѣнокосенія. Устройство на поляхъ канавъ указанной выше глубины въ 0,5—0,6 саж., при полуторныхъ откосахъ, требуетъ значительнаго расхода и отнимаетъ замѣтную площадь

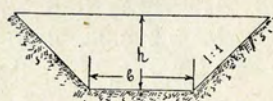


Слѣдовательно, отношеніе между глубиною канала и шириною поперечнаго профиля его сѣченія безразлично для пропускной способности, и правильно выбранная форма сѣченія может замѣнить собою напрасную трату на увеличеніе площади поперечнаго сѣченія канала неудачнаго профиля.

Осушительныя каналы имѣютъ форму трапеціи; рѣшимъ, поэтому, вопросъ, какова зависимость должна быть между ея элементами, чтобы, при данной площади гидравлическій радіусъ ея былъ бы наибольшій, слѣдовательно смоченный периметръ наименьшій. Для упрощенія выраженій возьмемъ частный случай, каналъ съ одиночными откосами (черт. 80). Площадь поперечнаго сѣченія



Чертежъ 79.



Чертежъ 80.

$$F = \frac{b + b + 2h}{2} \times h = (b + h) \cdot h, \text{ откуда } b = \frac{F}{h} - h.$$

Смоченный периметръ  $P = b + 2 \cdot \sqrt{h^2 + h^2} = b + 2,83 h$ ; вмѣсто  $b$  подставляемъ выраженіе, только что выведенное для него; тогда:

$$P = \frac{F}{h} - h + 2,83 \cdot h = \frac{F}{h} + 1,83 h.$$

Для наиболѣе выгоднаго сѣченія смоченный периметръ долженъ быть minimum, поэтому дифференцируемъ приведенное выраженіе по  $h$  и приравниваемъ результатъ къ 0, помня, что  $F$  есть постоянная величина:

$$0 = -\frac{F}{h^2} + 1,83, \text{ и отсюда}$$

$$F = 1,83 \cdot h^2.$$

Взамѣнъ  $F$  вставляемъ равное ему выраженіе  $(b + h) \cdot h$ , тогда  $(b + h) \cdot h = 1,83 \cdot h^2$ ;

$$\text{откуда: } b = 0,83 h; \frac{b}{h} = 0,83 \text{ и } h = 1,2 b,$$

т.-е., при одиночныхъ откосахъ и данной площади поперечнаго сѣченія, каналъ, при работѣ полнымъ сѣченіемъ, будетъ имѣть наименьшій смоченный периметръ, а слѣдовательно, обладать наибольшей пропускной способностью, при отношеніи  $\frac{\text{ширина по дну}}{\text{глубина}} = \frac{b}{h} = 0,83.$



Продѣлавъ аналогичныя математическія вычисленія для откосовъ прочихъ заложеній, получаемъ таблицу.

| Заложеніе откосовъ: | Наивыгоднѣйшее отношеніе $\frac{b}{h}$ : |
|---------------------|------------------------------------------|
| 0 : 1 (вертик.)     | 2,0                                      |
| $\frac{1}{2}$ : 1   | 1,23                                     |
| 1 : 1               | 0,83                                     |
| $1\frac{1}{4}$ : 1  | 0,70                                     |
| $1\frac{1}{2}$ : 1  | 0,61                                     |
| 2 : 1               | 0,47                                     |

Поэтому, при одиночныхъ откосахъ и ширинѣ по дну:

$b=0,2$  саж. наивыгоднѣйшая глубина  $h$  равна 0,24 саж.,

$b=0,3$  " " " " " 0,36 "

$b=0,4$  " " " " " 0,48 "

$b=0,5$  " " " " " 0,60 "

но, такъ какъ горизонтъ воды въ канавѣ долженъ быть на 0,25 саж. ниже поверхности земли, то, для полученія наивыгоднѣйшаго поперечнаго профиля, слѣдуетъ къ указаннымъ глубинамъ прибавить эту величину; тогда имѣемъ для канавъ съ одиночными откосами:

|                                                                         |  |
|-------------------------------------------------------------------------|--|
| при $b$ =(ширина по дну)=0,2 с., полная глубина кан. дол. быть 0,49 с., |  |
| " " " 0,3 " " " " " " 0,61 "                                            |  |
| " " " 0,4 " " " " " " 0,73 "                                            |  |
| " " " 0,5 " " " " " " 0,85 "                                            |  |

Для каналовъ съ откосами полуторными получимъ, что  $h=1,64 b$  и потому:

при  $b=0,2$  саж.  $h$ , съ прибавленіемъ 0,25 саж., = 0,58 саж.,

0,3 " " " " " 0,74 "

0,4 " " " " " 0,91 "

0,5 " " " " " 1,05 "

Для каналовъ съ откосами половинными ( $\frac{1}{2}$  : 1)  $h=0,813 b$  и потому:

при  $b=0,2$  саж.  $h$ , съ прибавленіемъ 0,25 саж., = 0,41 саж.

0,3 " " " " " 0,49 "

0,4 " " " " " 0,57 "

0,5 " " " " " 0,66 "

Сопоставляя требованія агрономіи, техники и гидравлики, замѣчаемъ, что, при ширинѣ канавъ по дну въ 0,2 и 0,3 саж., при половинныхъ и одиночныхъ откосахъ, всѣ они приводятъ



къ согласному результату, выработанному практикою осушенія болотъ, именно, глубина такихъ канавъ должна колебаться отъ 0,40 до 0,60 сажень; при этой глубинѣ канавъ грунтовыя воды устанавливаются на благопріятной для растеній высотѣ, выкидка земли изъ канавъ производится одинъ разъ и не требуетъ потому лишнихъ затратъ, канавы обладаютъ наибольшей пропускною способностью. При ширинахъ по дну болѣе 0,3 саж. и откосахъ положе одиночныхъ, требованія указанныхъ трехъ областей науки приводятъ къ разнорѣчію; гидравлика требуетъ глубинъ большихъ, чѣмъ то цѣлесообразно агрономически и технически; въ этомъ случаѣ, при проведеніи канавъ, имѣющихъ только осушительное значеніе, должно отдаваться предпочтеніе требованіямъ агрономіи; при устройствѣ же магистральныхъ канавъ, имѣющихъ задачею не только непосредственно осушать, но и отводить воду, поступающую изъ канавъ боковыхъ, не слѣдуетъ игнорировать и рациональность гидравлическую, и, наконецъ, если приходится вести водоотводный каналъ по чужимъ владѣніямъ, или по угодіямъ, въ осушеніи не нуждающимся, слѣдуетъ руководствоваться, при отсутствіи опасенія переосушенія, только требованіями гидравлики и техники.

---



## ГЛАВА ДВѢНАДЦАТАЯ.

### Ширина канавъ по дну.

Заложеніе откосовъ, глубина и уклонъ дна канавъ назначаются въ соображеніи, какъ ранѣе указано, съ разнородными факторами и другъ отъ друга мало зависимы. Послѣдній же важный элементъ размѣра канавъ—ширина по дну—назначается въ тѣсномъ соображеніи съ тремя вышеуказанными элементами: заложеніемъ откосовъ, глубиною и уклономъ дна канавъ и въ зависимости еще отъ четвертаго фактора—количества воды, которое проектируемая канава или магистральный каналъ должны пропускать въ единицу времени.

Осушительные каналы на болотѣ можно приравнять къ балкамъ, на которыхъ держатся полы и потолки строенія; отъ исправнаго состоянія балокъ, правильно принятаго разстоянія между ними и пр. зависитъ надежность всего зданія; отъ правильности распредѣленія канавъ и исправности ихъ функционирования—успѣхъ меліорации; балки рассчитываются на опредѣленную величину нагрузки на нихъ; каналы на величину стока воды по нимъ, т.-е. собственно тоже на нагрузку; и тамъ и здѣсь существуютъ наивыгоднѣйшія формы сѣченій, наивыгоднѣйшія отношенія высоты къ ширинѣ въ данной формѣ.

Но есть коренная, важнѣйшая разница, недостаточно ясно иногда представляемая. При расчетѣ частей строенія, чѣмъ большая норма нагрузки или большій запасъ взять въ основу расчета, тѣмъ обычно прочнѣе сооруженіе; можетъ быть, лишняя затрата на прочность будетъ и невыгодна, но ущерба отъ такой затраты для прочности не происходитъ.

Совсѣмъ не то при вычисленіи поперечнаго сѣченія канала. *Преуменьшеніе или преувеличеніе поперечнаго сѣченія осушительнаго канала противъ необходимаго обязательно вредно для исправ-*



наго состоянія работы, при чемъ преувеличеніе размѣровъ даже болѣе нежелательно.

Это условіе указываетъ, что правильное опредѣленіе сѣченія осушительнаго канала болѣе трудно, чѣмъ расчетъ балки, и принципиально отъ него отличается. Вопросъ необходимо рассмотреть отдѣльно для осушительныхъ стрѣлокъ послѣдняго порядка и для осушительно-водоотводныхъ каналовъ.

Ширина по дну *боковыхъ стрѣлокъ* опредѣляется не гидравлическимъ расчетомъ, такъ какъ таковой даетъ размѣры практически неудобно малые, а соображеніями долговѣчности ихъ и экономіи въ расходахъ. Вышеизложенныя соображенія указываютъ, что требованія долговѣчности и экономіи при прорытіи мелкихъ стрѣлокъ въ отношеніи ширины по дну совпадаютъ; поэтому и вопросъ о ширинѣ ихъ по дну рѣшается легко; на болотѣ съ плотнымъ торфомъ ширину осушительнымъ канавамъ послѣдняго порядка, не поддающимся гидравлическому расчету, цѣлесообразно давать наименьшую, удобную къ исполненію, именно около 0,10—0,15 сажени; въ лѣсу, гдѣ торфъ болѣе разнороднаго строенія, со включеніями пней и деревьевъ, ширину каналовъ давать около 0,20 саж.; наконецъ, въ жидкомъ торфѣ, гдѣ наблюдается сплываніе откосовъ, ширину по дну возможно доводить до 0,30 саж.<sup>1)</sup> При таковыхъ ширинахъ осушительныя каналы съ малою водосборною площадью ~~будутъ~~, повидимому, наиболѣе дешевы и наиболѣе долговѣчны, если откосы ихъ достаточно пологого заложенія.

Ширина по дну *магистральныхъ каналовъ* опредѣляется помощью формулы скорости движенія воды въ открытомъ руслѣ послѣ предположенія нѣкоторой величины стока съ единицы водосборной площади въ одну секунду времени.

Выработка цѣлесообразныхъ нормъ стока является насущною задачею времени, вопросъ этотъ до сихъ поръ является спорнымъ и трудность выбора нормъ въ практикѣ увеличивается еще тѣмъ, что соображенія техники и экономии здѣсь уже не совпадаютъ. Въ настоящее время вопросъ о нормахъ стока, какъ еще не рѣшенный, можетъ быть рассмотрѣнъ лишь вкратцѣ.

Принято въ основаніе выясненія этихъ нормъ класть количество осадковъ въ районѣ.

<sup>1)</sup> Послѣдніе размѣры относятся лишь къ болѣе крупнымъ по длинѣ боковымъ канавамъ.



Среднія годовыя и мѣсячныя количества осадковъ исчислены съ достаточной точностью инженер. Е. В. Оппоковымъ въ трудѣ „Режимъ рѣчного стока въ бассейнѣ верхняго Днѣпра“, изд. 1914 г. для бассейна р. Днѣпра выше г. Кіева, и В. А. Власовымъ въ книгѣ „Матеріалы по климатологіи Московской губ.“, изд. 1914 г.

Среднее годовое количество осадковъ въ бассейнѣ верхняго Днѣпра за 1876—1908 годы (33 года) даетъ слой воды въ 559 миллиметровъ <sup>1)</sup>, съ годовыми колебаніями по всему бассейну отъ 442 мил. до 700 мил., а въ бассейнѣ р. Припяти отъ 416 мил. до 736 мил.; въ Московской губерніи за 1879—1911 годы (33 года) среднее годовое количество осадковъ—536 мил., съ колебаніями отъ 374 до 716 миллиметровъ.

На громадной территоріи Россіи осадки распределены весьма неравномерно; наибольшее годовое количество ихъ выпадаетъ въ Кутаисской губ. (2000 и болѣе миллим. въ годъ), наименьшее на равнинахъ у Аральскаго моря (менѣе 100 милл. въ годъ). Въ средней части Россіи выпадаетъ въ годъ отъ 400 до 600 милл., въ сѣверной, у береговъ Ледовитаго океана, значительно менѣе <sup>2)</sup>. Самымъ дождливымъ мѣсяцемъ въ Сѣверной Россіи является августъ, въ Средней—іюль и въ Южной—іюнь.

Однако знаніе величины осадковъ не даетъ еще возможности опредѣленія расчетной нормы стока для осушительнаго канала. Выпадающіе на поверхность земли осадки раздѣляются на три части: одна часть испаряется снова въ атмосферу, другая—просачивается въ глубь грунта и третья—стекаетъ съ поверхности въ ложбины, канавы и рѣки.

Величина стекающей съ поверхности части осадковъ, называемая „стокомъ“, выражается обычно въ литрахъ съ гектара <sup>3)</sup> въ секунду.

Коэффициентъ стока, т.-е. отношеніе стока къ количеству выпавшихъ осадковъ, зависитъ отъ разнообразныхъ условій. Эти условія можно распределить въ слѣдующія группы <sup>4)</sup>:

<sup>1)</sup> Количество осадковъ выражается толщиной того слоя воды, который образовался бы въ теченіе данного времени на горизонтальной плоскости, при отсутствіи испаренія и стока съ нея.

<sup>2)</sup> Самое большое годовое количество осадковъ въ мірѣ наблюдается на станціи въ Черрапунджи, въ Индіи,—12940 мм.

<sup>3)</sup> Гектаръ—0,915 десятины.

<sup>4)</sup> Изложено по „Инструкціи по изслѣдованію поверхностнаго стока“. Гидрометрической части Отдѣла Земельныхъ улучшеній.



а) Топографическія условія:

1. Чѣмъ больше площадь водосбора, чѣмъ длиннѣе путь, проходямый стекающими осадками, тѣмъ потери на испареніе и просачиваніе больше, тѣмъ стокъ съ единицы площади меньше.

2. Чѣмъ больше средній уклонъ водосбора и отдѣльныхъ его частей, тѣмъ вода стекаетъ быстрѣе, тѣмъ меньше потери ея по пути, тѣмъ больше, слѣдовательно, стокъ.

3. Чѣмъ болѣе удлинненнымъ является водосборъ, тѣмъ продолжительнѣе процессъ стока и тѣмъ больше потери; поэтому въ бассейнахъ кругообразныхъ величина стока при прочихъ равныхъ условіяхъ должна быть больше, чѣмъ въ удлинненныхъ.

4. При вѣрообразномъ расположеніи притоковъ паводки выше, а вмѣстѣ съ этимъ увеличивается и коэффициентъ стока высокихъ водъ.

5. При хорошей пропускной способности руселъ величина стока увеличивается.

6. Наличие озеръ уменьшаетъ вообще и значительно выравниваетъ въ частности величину стока.

б) Условія почвенно-геологическія:

7. Чѣмъ болѣе проницаемы для воды почвы и подстилающія ихъ породы, тѣмъ меньше величины поверхностнаго стока.

8. Чѣмъ больше влагоемкость верхнихъ слоевъ почвы, тѣмъ меньше стокъ, такъ какъ удерживаемая почвою вода расходуется затѣмъ на испареніе.

9. Стокъ происходитъ быстрѣе съ плотной, влажной и мерзлой, чѣмъ съ разрыхленной, сухой и талой почвы.

в) Характеръ покрова:

10. Присутствіе травяной растительности вообще уменьшаетъ долю поверхностнаго стока, но въ отдѣльныхъ случаяхъ, когда растительность скрѣпляетъ рыхлыя проницаемыя почвы, вліяніе ея обратно.

11. Древесная растительность вообще выравниваетъ стокъ по временамъ года, уменьшая его во время паводковъ.

г) Условія метеорологическія:

12. Кромѣ годовой величины осадковъ на величину стока оказываютъ вліяніе: распредѣленіе осадковъ по временамъ года, продолжительность, интенсивность, частота и видъ осадковъ. Особенное значеніе имѣетъ количество и быстрота таянія снѣга.

13. Температура воздуха, почвы и воды,—чѣмъ она выше, тѣмъ



больше испареніе. Особенное значеніе для стока имѣть время замерзанія и оттаиванія почвы.

14. Влажность воздуха—чѣмъ она больше, тѣмъ больше стокъ.

15. Скорость вѣтра увеличиваетъ въ огромной степени испареніе и потому уменьшаетъ стокъ.

16. Продолжительность солнечнаго сіянія и облачность оказываютъ значительное вліяніе на ходъ весенняго таянія снѣговъ.

Для цѣлей практики важно дать основную норму стока, которую надлежитъ затѣмъ уменьшать или увеличивать въ зависимости отъ характера вышеперечисленныхъ факторовъ.

Въ наиболѣе распространенныхъ у насъ нѣмецкихъ руководствахъ вопросъ о нормахъ стока практически разрѣшается слѣдующимъ образомъ.

Проф. Шпётле <sup>1)</sup> (Spöttle) въ Мюнхенѣ предлагаетъ, по опытнымъ даннымъ, для опредѣленія поперечнаго сѣченія канала на большихъ низменностяхъ съ малымъ уклономъ исходить изъ предположенія, что каналы должны отводить въ теченіе мѣсяца четвертую часть годовыхъ осадковъ, что даетъ норму стока въ секундо-литрахъ:

$$\frac{1000 \times 1000 \times 0,25 \times h}{30 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,0965 \cdot h,$$

гдѣ  $h$ —годовая высота осадковъ въ дециметрахъ <sup>2)</sup>.

При весьма большихъ площадяхъ эту норму Шпётле допускаетъ возможнымъ уменьшить на 30%; тогда стокъ  $= 0,0742 \cdot h$  сек.-литровъ; для всего бассейна р. Днѣпра выше Кіева, со среднею годовою высотой осадковъ въ 559 мил., это даетъ 0,43 сек.-литра съ 1 десятины, для Московской губ. при высотѣ годовыхъ осадковъ 536 мил. — 0,40 сек.-литра съ десятины.

Проф. Фридрихъ <sup>3)</sup> (Friedrich) въ Вѣнѣ предлагаетъ принимать при осушеніи луговъ въ основаніе расчета требованіе, чтобы запасъ воды въ снѣгѣ, равный 100 милл. высоты, отводился каналомъ въ теченіе трехъ недѣль, что соотвѣтствуетъ стоку:  $\frac{1000 \times 1000 \times 1}{21 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,55$  секундо-литра съ гектара, или 0,57 сек.-литра съ десятины.

<sup>1)</sup> Handbuch der Ingenieurwissenschaften, глава „Landwirtschaftliche Bodenverbesserungen“.

<sup>2)</sup> Дециметръ = 100 миллиметрамъ.

<sup>3)</sup> Kulturtechnischer Wasserbau 1908.



Въ очеркѣ работъ Западной Экспедиціи по осушенію болотъ предложено при расчетѣ сѣченій каналовъ требовать, чтобы каналъ отводилъ среднее максимальное за мѣсяцъ количество осадковъ въ теченіе 30 дней. Для Полѣсья, гдѣ среднее максимальное мѣсячное количество осадковъ за 1879—1897 годы составляло 105 миллиметровъ (станція въ с. Василевичахъ, Рѣчицкаго уѣзда), эта норма даетъ  $\frac{1000 \times 1000 \times 1,05}{30 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,40$  сек.-литровъ съ гектара, или 0,42 сек.-литра съ десятины.

На сѣздѣ инженеръ-гидротехниковъ Отдѣла Земельныхъ Улучшеній въ 1909 году было постановлено принимать стокъ, при расчетѣ осушительныхъ каналовъ, равнымъ 0,32—0,65 сек.-литра съ 1 гектара площади водосбора.

Приведенныя выше главнѣйшія заграничныя и русскія нормы стока являются пригодными при площадяхъ водосбора не слишкомъ большихъ и при допущеніи заполнения канала водою до верха; при условіи же, чтобы горизонтъ воды въ канавѣ былъ на  $\frac{3}{4}$  аршина ниже поверхности болота, и норма 0,32 литра съ гектара, или 0,35 литра съ 1 дес., является въ Россіи практически непріемлемой, такъ какъ требуетъ при маломъ уклонѣ болотъ и водосборахъ болѣе 15000 дес., что нерѣдко бываетъ въ дѣйствительности, ширины канала по дну до 5 сажень.

Поэтому вопросъ о нормахъ стока для проектированія осушительныхъ каналовъ былъ подвергнутъ пересмотру на 2-мъ сѣздѣ инженеръ-гидротехниковъ Отдѣла Земельныхъ Улучшеній въ 1913 году. Инж. И. А. Кроземъ представилъ сѣзду докладъ, сущность коего сводится къ слѣдующему.

Значительныя колебанія въ предлагаемыхъ нормахъ стока объясняются, помимо малой обоснованности нѣкоторыхъ предположеній, тѣмъ, что: а) одна группа нормъ разсматриваетъ полное отведеніе воды при детальномъ осушеніи бассейна, другая же группа нормъ опредѣляетъ расходъ воды съ бассейна при условіяхъ естественнаго стока, б) нормы различныхъ авторовъ приурочены къ различнымъ періодамъ времени, т.-е. одни авторы ставятъ въ основу нормъ отводъ въ опредѣленное число дней весеннихъ водъ, другіе авторы—отводъ лѣтнихъ наибольшихъ водъ.

Поэтому, при установленіи нормъ для расчета каналовъ, необходимо предварительно установить, на какія воды каналъ надо рассчитывать: на наибольшія ли вообще, на среднія весеннія, на



лѣтнія высокія, или лѣтнія среднія; затѣмъ необходимо нормы приурочивать къ определенной *степени* канализаціи, подѣ каковѣмъ терминомъ надлежитъ разумѣть отношеніе длины канализаціонной сѣти къ площади бассейна; наприм., при длинѣ осушительныхъ каналовъ въ 6 верстъ на площади водосбора (бассейна) въ 3 кв. версты, степень канализаціи выразится цифрою 2. Чѣмъ выше степень канализаціи, тѣмъ быстрѣ стекаютъ выпавшіе осадки, тѣмъ, слѣдовательно, большей величины достигаютъ расходы по водоотводнымъ магистральнымъ каналамъ и рѣчкамъ.

Комиссія 2-го сѣзда инженеръ-гидротехниковъ въ 1913 году признала желательнымъ расчетъ сѣченій каналовъ производить на высокія лѣтнія воды, допуская при этомъ работу полнымъ сѣченіемъ канала и принимая во вниманіе всю водосборную площадь. При этомъ признано желательнымъ производить повѣрку на среднія лѣтнія воды съ тѣмъ, чтобы горизонтъ воды въ каналѣ не достигалъ 0,25—0,35 саж. до поверхности земли въ зависимости отъ рода предполагаемой культуры. Норму стока въ 0,35 литр. въ секунду съ дес., установленную на 1-мъ сѣздѣ инженеръ-гидротехниковъ, признано комиссіею считать примѣнимою для бассейновъ не свыше 150 дес., при большихъ же бассейнахъ она можетъ быть значительно уменьшена.

Конкретно подойти къ установленію нормъ для расчета магистральныхъ канавъ возможно лишь обработкою измѣреній дѣйствительнаго расхода воды въ осушительныхъ каналахъ и рѣкахъ; таковыя измѣренія ведутся регулярно съ 1909 года на Раменской (Московской губ.) и Оршинской (Тверской губ.) станціяхъ, а за послѣднее время организованы Гидромодульной и Гидрометрической частями Отдѣла Земельныхъ Улучшеній. Однако ясныхъ выводовъ изъ этихъ наблюденій еще не получено.

Непосредственныя наблюденія на рѣкахъ и существующихъ каналахъ даютъ слѣдующія цифры стока. Въ бассейнѣ верхней Оки по даннымъ Гейнце стокъ въ среднемъ за 13 лѣтъ въ мартѣ мѣсяцѣ составлялъ всего 0,22 литра въ секунду съ 1 гектара, но стокъ въ отдѣльные весенніе дни достигаетъ значительно большихъ величинъ; такъ, на Раменской гидрометрической станціи весною 1909 года 6 апрѣля шло по рѣкѣ Сестрѣ наибольшее въ томъ году количество воды—34,3 кубич. сажени, что составляетъ 1,40 литра въ 1 сек. съ 1 дес. водосборной площади, при общей



величинѣ ея 2266 кв. верстѣ (изъ нихъ болотѣ около 300 кв. верстѣ, лѣса около 680 кв. верстѣ). По Макаровскому осушительному каналу (на той же станціи) наибольшій стокъ достигъ 4 апрѣля 1909 года—2,32 литра съ 1 дес. въ 1 сек., при площади водосбора 1260 десятинъ, изъ коихъ 505 дес. мохового болота, покрытаго рѣдкимъ лѣсомъ. Лѣтомъ по тому же каналу воды идетъ настолько мало, что измѣреніе расхода ея возможно только установкою водослива съ тонкою стѣнкою. Насколько малы меженіе (лѣтніе) расходы воды въ рѣкахъ и большихъ осушительныхъ каналахъ видно изъ книги „Очеркъ работъ Западной Экспедиціи“, въ которой приведены данныя о производившихся измѣреніяхъ расходовъ воды въ рѣкахъ и каналахъ Полѣсья.

Чтобы сдѣлать эти данныя болѣе наглядными, нами опредѣлены по трехверстной картѣ Генеральнаго Штаба площади водосборовъ рѣкъ и канавъ въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ производились измѣренія расхода, а затѣмъ вычислены величины стока съ 1 десятины въ 1 секунду. Результаты этихъ вычисленій представлены въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Расходъ воды въ рѣкахъ и каналахъ Минской губерніи.

| Названіе рѣкъ<br>и пунктовъ Минской<br>губерніи. | Годъ, мѣсяцъ<br>и число измѣренія<br>расходовъ. | Расходъ воды<br>Q куб. саж. въ<br>1 секунду. | Водосборная<br>площадь<br>по опредѣл.<br>на 3-хъ верст.<br>картѣ. | Стокъ съ 1 де-<br>сятины литровъ<br>въ секунду. |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Р. Бобрикъ, д. Бобрикъ.....                      | 15 іюня 1874 г.                                 | 0,18                                         | 32160 дес.                                                        | 0,054                                           |
| „ „ д. Камень .....                              | 1 мая 1874 г.                                   | 0,11                                         | 55396 „                                                           | 0,019                                           |
| „ „ „ „ .....                                    | 20 сен. 1878 г.                                 | 0,283                                        | 55396 „                                                           | 0,050                                           |
| „ Цна д. Мальковичи.....                         | 20 авг. 1879 г.                                 | 0,162                                        | 74928 „                                                           | 0,019                                           |
| „ „ д. Дятловичи.....                            | 18 авг. 1879 г.                                 | 0,634                                        | 122189 „                                                          | 0,050                                           |
| „ „ д. Цна .....                                 | 2 окт. 1896 г.                                  | 0,184                                        | 137655 „                                                          | 0,013                                           |
| „ „ п. Кожанъ-Городокъ..                         | 16 авг. 1879 г.                                 | 0,914                                        | 145876 „                                                          | 0,061                                           |
| „ „ Смерть д. Любачинъ.                          | 3 окт. 1896 г.                                  | 0,222                                        | 37271 „                                                           | 0,058                                           |
| „ „ м. Лахва .....                               | 9 окт. 1878 г.                                  | 0,899                                        | 40313 „                                                           | 0,217                                           |
| „ Лань д. Локтыши .....                          | 23 сен. 1878 г.                                 | 0,476                                        | 85579 „                                                           | 0,054                                           |
| „ „ д. Гаврильчицы....                           | 25 сен. 1878 г.                                 | 0,420                                        | 141401 „                                                          | 0,029                                           |



| Названіе рѣкъ<br>и пунктовъ Минской<br>губерніи.        | Годъ, мѣсяцъ<br>и число измѣренія<br>расходовъ. | Расходъ воды<br>Q куб. саж. въ<br>1 секунду. | Водосборная<br>площадь<br>по опредѣл.<br>на 3-хъ верст.<br>картѣ. | Стокъ съ 1 де-<br>сятныи литровъ<br>въ секунду. |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| „ „ д. Сенкевичи.....                                   | 7 окт. 1878 г.                                  | 0,805                                        | 211797 Р.                                                         | 0,037                                           |
| „ Случь д. Старобинъ.....                               | 20 окт. 1877 г.                                 | 0,789                                        | 170871 „                                                          | 0,045                                           |
| „ „ „ „ „.....                                          | 7 іюля 1881 г.                                  | 0,672                                        | 170871 „                                                          | 0,038                                           |
| „ „ д. Ленино.....                                      | 24 окт. 1877 г.                                 | 2,343                                        | 390578 „                                                          | 0,058                                           |
| „ устье д. Вильча.....                                  | 26 окт. 1877 г.                                 | 2,778                                        | 409526 „                                                          | 0,066                                           |
| „ Морочъ прит. Случи устье                              | 13 авг. 1879 г.                                 | 1,342                                        | 196444 „                                                          | 0,066                                           |
| „ Птичь д. Евсеѣвичи.....                               | 30 сен. 1877 г.                                 | 2,113                                        | 231089 „                                                          | 0,089                                           |
| „ д. Бубновка (съ Орессой)                              | 26 сен. 1877 г.                                 | 4,261                                        | 709834 „                                                          | 0,058                                           |
| „ Птичь д. Лучицы.....                                  | 30 іюля 1881 г.                                 | 1,432                                        | 740478 „                                                          | 0,019                                           |
| „ „ „ „ „.....                                          | 28 авг. 1893 г.                                 | 3,485                                        | 740478 „                                                          | 0,046                                           |
| Р. Птичь м. Конаткевичи....                             | 27 іюля 1881 г.                                 | 1,553                                        | 770297 дес.                                                       | 0,020                                           |
| „ „ выше устья у моста<br>Полѣсс. ж. д.....             | 13 іюля 1893 г.                                 | 5,670                                        | 804738 „                                                          | 0,068                                           |
| „ „ выше устья у моста<br>Полѣсс. ж. д.....             | 15 авг. 1895 г.                                 | 3,240                                        | 804738 „                                                          | 0,039                                           |
| „ Птичь устье д. Багримо-<br>вичи.....                  | 21 сен. 1877 г.                                 | 6,147                                        | 808407 „                                                          | 0,074                                           |
| „ Оресса прит. Птичи м.<br>Любань.....                  | 4 окт. 1877 г.                                  | 1,212                                        | 109039 „                                                          | 0,108                                           |
| „ устье д. Бубновка.....                                | 24 сен. 1877 г.                                 | 1,725                                        | 268772 „                                                          | 0,062                                           |
| „ Тремля д. Колки.....                                  | 15 сен. 1877 г.                                 | 0,268                                        | 33886 „                                                           | 0,077                                           |
| „ „ устье д. Коцеры..                                   | 19 сен. 1877 г.                                 | 0,342                                        | 75508 „                                                           | 0,044                                           |
| „ „ у моста Полѣсс. ж. д.                               | 17 іюля 1893 г.                                 | 0,789                                        | 73631 „                                                           | 0,104                                           |
| „ Инна близъ устья у моста<br>Полѣсс. ж. д.....         | 10 іюля 1893 г.                                 | 1,750                                        | 93909 „                                                           | 0,181                                           |
| Туровскій каналъ главный...                             | 19 сен. 1893 г.                                 | 0,072                                        | 60890 „                                                           | 0,011                                           |
| Сторожевецкій кан. въ Туров-<br>ской казен. дачѣ.....   | 17 сен. 1893 г.                                 | 0,072                                        | 1789 „                                                            | 0,391                                           |
| Хлупскій к. въ Туровской каз.<br>дачѣ у д. Хлупена..... | 16 окт. 1893 г.                                 | 0,044                                        | 2769 „                                                            | 0,154                                           |
| Бычокъ к. въ Туровск. к. д..                            | 17 сен. 1893 г.                                 | 0,025                                        | 6688 „                                                            | 0,036                                           |



| Названіе рѣкъ<br>и пунктовъ Минской<br>губерніи.                  | Годъ, мѣсяцъ<br>и число измѣренія<br>расходоу. | Расходъ воды<br>Q куб. саж. въ<br>1 секунду. | Водосборная<br>площадь<br>по опредѣл.<br>на 3-хъ верст.<br>картѣ. | Стокъ съ 1 де-<br>сятинъ литровъ<br>въ секунду. |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Галечницкій к. гл.....                                            | 17 сен. 1893 г.                                | 0,024                                        | 653 дес.                                                          | 0,357                                           |
| Быстрицкій к. гл.....                                             | 18 сен. 1893 г.                                | 0,009                                        | 2726 "                                                            | 0,032                                           |
| Р. и кан. Свиноводы.....                                          | 16 окт. 1893 г.                                | 0,102                                        | 22081 "                                                           | 0,045                                           |
| Мухомовскій к. паралл. р.<br>Славечинъ у с. Дерновичи.            | 5 іюля 1893 г.                                 | 0,580                                        | 133324 "                                                          | 0,042                                           |
| Р. у. д. Клесинъ .....                                            | 30 мая 1894 г.                                 | 0,268                                        | 131236 "                                                          | 0,020                                           |
| " " " " .....                                                     | 17 мая 1893 г.                                 | 0,592                                        | 13136 "                                                           | 0,044                                           |
| Р. и кан. Тремля.....                                             | 17 іюля 1893 г.                                | 0,789                                        | 72469 "                                                           | 0,106                                           |
| Р. и кан. Неночь.....                                             | 10 іюля 1893 г.                                | 0,680                                        | 60875 "                                                           | 0,108                                           |
| " " Закованка.....                                                | 29 іюля 1893 г.                                | 0,051                                        | 41450 "                                                           | 0,012                                           |
| " " Вить.....                                                     | 8 іюля 1893 г.                                 | 0,236                                        | 86705 "                                                           | 0,026                                           |
| " " Ведричь (пр. Днѣ-<br>пра) выше впад. р. Кра-<br>пивны .....   | 21 мая 1875 г.                                 | 0,029                                        | 123796 "                                                          | 0,002                                           |
| Р. и кан. ниже впаденія р.<br>Дѣдовки.....                        | 21 мая 1875 г.                                 | 0,039                                        | 69452 "                                                           | 0,005                                           |
| Р. и кан. Ведричь ниже впад.<br>р. Катани.....                    | 21 мая 1875 г.                                 | 0,064                                        | 70531 "                                                           | 0,009                                           |
| Р. и кан. ниже впад. р. Ивни.                                     | 22 мая 1875 г.                                 | 0,090                                        | 82360 "                                                           | 0,011                                           |
| " " " выше впад. р. Днѣп-<br>рика.....                            | 22 мая 1875 г.                                 | 0,126                                        | 82360 "                                                           | 0,015                                           |
| " " " ниже впад. р. Дери-<br>жанки.....                           | 22 мая 1875 г.                                 | 0,174                                        | 106954 "                                                          | 0,016                                           |
| " " " выше впад. р. Ро-<br>буски.....                             | 23 мая 1875 г.                                 | 0,186                                        | 106954 "                                                          | 0,017                                           |
| " " " въ 4 верст. отъ устья<br>у мельн.....                       | 23 мая 1875 г.                                 | 0,316                                        | 49160 "                                                           | 0,062                                           |
| Каналь Брагинка у дер. Че-<br>мерицы выше впад. въ<br>Днѣпръ..... | 13 авг. 1894 г.                                | 0,070                                        | 103875 "                                                          | 0,007                                           |

Изъ изложеннаго видно, что поперечное сѣченіе осушитель-  
ныхъ каналовъ работаетъ продуктивно только весной и во время



лѣтнихъ паводковъ; большую же часть года вода по каналу движется малою струею, которая замѣтна только при узкомъ днѣ; при широкомъ же днѣ канава принимаетъ видъ стоячаго водоема и такое дно, рассчитанное на воду весеннюю, является лѣтомъ осадочнымъ бассейномъ для ила и отличнымъ угодіемъ для разрастанія водныхъ растеній.

Чѣмъ уже дно, тѣмъ замѣтнѣе движеніе воды по немъ, тѣмъ труднѣе оно зарастаетъ травами, тѣмъ меньше на немъ осаждается ила и тѣмъ дольше, слѣдовательно, оно не требуетъ ремонта.

Поэтому широкое дно канала, рассчитанное по высокимъ нормамъ стока, является, помимо непроизводительнаго возрастанія стоимости работъ, прямо вреднымъ для долговѣчности самой меліорациі. Наиболѣе долговѣчнымъ сѣченіемъ осушительныхъ каналовъ является—узкое дно и пологій откосъ.

*Въ практикѣ при проектированіи осушительныхъ работъ в центральной и западной части Россіи часто берется въ основу расчета норма стока 0,35 литра въ секунду съ гектара для площади водосборовъ до 1000 десятинъ и около 0,15 литра при площади водосбора въ 15,000 десятинъ; при площадяхъ водосбора промежуточныхъ берутся и промежуточные нормы стока, которыя должны при этомъ быть увеличены или уменьшены въ зависимости преимущественно отъ величины уклоновъ, поверхности водосбора и степени канализациі.*

Инженеръ Е. В. Оппоковъ при составленіи въ 1916 году проекта регулированія р. Птичь Минской губерніи, при площади бассейна въ 1795 кв. верстъ, что составляетъ около 187000 десятинъ, принялъ въ основу расчета проектнаго сѣченія русла норму стока 0,07 литра въ секунду съ гектара (Матеріалы по изслѣдованію рѣкъ и рѣчныхъ долинъ Полѣся подъ редакціей Е. В. Оппокова 1916 г.) площади бассейна, при уклонахъ 0,0001—0,0002, а при составленіи проекта регулированія р. Брагинки Рѣчицкаго уѣзда, Минской губ., принялъ въ основу расчета норму стока въ 0,06 лит. въ сек. съ гектара при площади водосбора въ 1124 квадр. версты, и норму стока въ 0,133 метр. въ сек. съ гектара, при площади водосбора 775 кв. верстъ, при уклонахъ мѣстности 0,0001—0,0005. Такъ какъ гектаръ = 0,915 десятины, то указанныя нормы стока могутъ примѣняться почти безъ измѣненія и при расчетѣ на десятины.

Площадь водосбора опредѣляется обычно по картамъ Генераль-



наго Штаба (масштабъ 3 и 2 версты въ дюймѣ), на которыхъ точно нанесены всѣ возвышенности; при этомъ полезно имѣть въ виду, что дороги на болотахъ проходятъ часто какъ разъ по водораздѣльнымъ линіямъ; однако на обширныхъ ровныхъ болотахъ опредѣленіе площади водосбора отдѣльныхъ канавъ является часто невыполнимымъ, такъ какъ не только по картѣ, но и точною нивелировкой мѣстности въ этихъ случаяхъ линій водораздѣловъ найти не удастся.

Опредѣливъ тѣмъ или инымъ путемъ площадь водосбора въ десятинахъ и умноживъ ее на принятую величину стока, принимая таковой равнымъ отъ 0,35 до 0,15 литровъ съ десятины; получаютъ то количество воды, которое рассчитываемая магистраль должна пропускать въ 1 секунду въ данномъ мѣстѣ; имѣя, затѣмъ, проектный уклонъ дна канавы, глубину канавы и заложеніе откосовъ ея, опредѣляютъ ширину ея по дну кропотливымъ подборомъ сѣченія по формуламъ:  $Q = F \cdot v$  и  $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$ , въ предположеніи, что горизонтъ воды въ осушительныхъ канавахъ долженъ быть на 0,25 саж. ниже поверхности болота и въ уровень съ поверхностью болота въ магистральныхъ водоотводныхъ каналахъ. Ходъ такого подбора наглядень на приводимомъ примѣрѣ.

Каналь, по подсчету водосборной площади и принятой нормѣ стока, долженъ пропускать въ секунду 600 литровъ воды, уклонъ дна его 0,001, глубина 0,5 саж., заложеніе откосовъ одиночное, горизонтъ воды въ каналѣ долженъ быть на 0,25 саж. ниже поверхности болота; какова должна быть ширина по дну?

Пробуемъ взять ширину по дну 0,5 саж.; тогда: глубина воды въ каналѣ  $0,50 - 0,25 = 0,25$  саж.

Площадь живого сѣченія (см. таблицы площадей сѣченій)  $F = 0,1875$  кв. саж.  $= 0,85$  кв. метр.

Смоченный периметръ (табл. 6)  $P = 0,707 + 0,50 = 1,21$  саж.  $= 2,58$  метр.

Гидравлическій радіусъ  $R = \frac{0,85}{2,58} = 0,33$  м.;  $\sqrt{J} = \sqrt{0,001} = 0,0316$ .

По таблицѣ № 1 —  $v = 14,6 \times 0,0316 = 0,46$  метр. въ 1 секунду.

Расходъ  $Q = 0,85 \times 0,46 = 0,391$  куб. метр.  $= 391$  литр. въ 1 секунду.



По заданію же каналъ долженъ пропускать въ секунду 600 литр., слѣдовательно, принятая ширина по дну недостаточна.

Пробуемъ взять ширину по дну 0,80 саж., при той же глубинѣ воды въ канавѣ 0,25 саж. Площадь живого сѣченія  $= 0,2781$  кв. саж.  $= 1,265$  кв. м., смоченный периметръ  $= 0,80 + 0,707 = 1,51$  саж.  $= 3,22$  метр., гидравлическій радіусъ  $R = \frac{1,265}{3,22} = 0,39$  м.

По таблицѣ № 1— $v = 16,6 \times 0,0316 = 0,524$  метр. въ 1 секунду.

Расходъ  $Q = 1,265 \times 0,524 = 0,663$  куб. метра  $= 663$  литр. въ 1 секунду.

Этотъ расходъ болѣе необходимаго на 63 литра, но если принять ширину канала по дну 0,7 саж., то расходъ окажется меньше 600 лит., а такъ какъ принимается всегда ближайшій болѣе шій размѣръ, то, при данныхъ условіяхъ, ширина дна канала должна быть 0,80 саж.

Подобный расчетъ даетъ для боковыхъ канавъ съ малымъ водосборнымъ бассейномъ ширину по дну менѣе 0,2 саж., а для магистральныхъ канавъ съ водосборомъ въ нѣсколько тысячъ десятинъ — болѣе 1,0 саж. Въ обычной практикѣ осушенія болотъ указанные размѣры принимаютъ обычно за меньшій и болѣе шій предѣлы. При ширинѣ дна менѣе 0,2 саж., канава легко засоряется отъ всякаго обвала или выпирания откосовъ, отъ перехода животныхъ, отъ устраиваемыхъ, въ видѣ наваленнаго хвороста или сѣна, переѣздовъ и т. п.

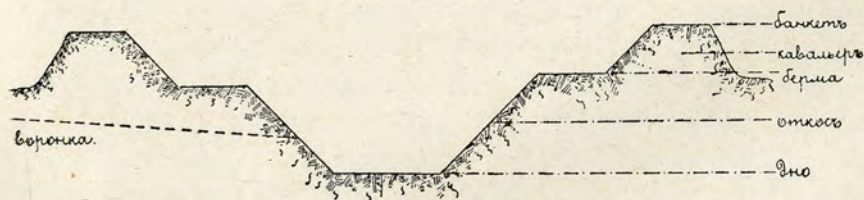
Съ другой стороны, при ширинѣ по дну болѣе 1 саж., занимается, при прохожденіи канала по узкой долиנѣ, уже замѣтная площадь земли, такъ какъ ширина по верху должна быть въ этомъ случаѣ до 2,5 саж. и производство работы, именно выкидываніе земли изъ канавы, становится труднѣе; обычно, канава сильно работаетъ только весной и послѣ продолжительныхъ дождей; въ сухое же время, даже при значительномъ водосборѣ, вода идетъ по дну канавы, имѣющей достаточный уклонъ, не по всей ширинѣ его, а, вслѣдствіе неизбежныхъ неровностей его, струйками-змѣвиками; затѣмъ дно зарастаетъ густою травой, движеніе воды затрудняется и канава заплываетъ; поэтому, замѣня уширенія дна болѣе 1,0 саж., предпочтительнѣе увеличить пропускную способность канавы увеличеніемъ ея глубины.

Очень часто на торфяномъ болотѣ канавы имѣютъ слѣдую-



шіе размѣры. Магистраль: средняя глубина 0,6 саж., ширина дна 0,5 саж., ширина по верху 1,7 саж. (одиночные откосы); боковыя канавы: глубина 0,4—0,5 саж., ширина дна 0,2—0,3 саж., ширина по верху 1,0—1,3 саж. (откосы одиночные).

Земля, вынимаемая изъ канавъ, обычно складывается въ валы, называемые кавальерами, по обѣ стороны канавы; валы должны быть сложены на разстояніи не менѣе 0,5 саж. отъ края канавы; эта промежуточная полоса земли называется бермою; иногда разстояніе вала отъ края канавы принимается равнымъ глубинѣ ея въ данномъ мѣстѣ. Оставлятъ валъ земли возлѣ самой канавы недопустимо по слѣдующимъ причинамъ: 1) при размывѣ или сползаніи откосовъ вынутая земля сваливается въ канаву; 2) вынутая земля уплотняется своимъ вѣсомъ торфяной грунтъ, на которомъ лежитъ, и тѣмъ затрудняетъ просачиваніе воды изъ болота въ канаву; при укладкѣ земли на нѣкоторомъ разстояніи отъ канавы это давленіе распределяется на боль-



Чертежъ 81.

шую площадь и поэтому вредное вліяніе ея меньше, чѣмъ при складываніи земли возлѣ самаго края канавы.

Кавальеры-валы земли прорѣзываются черезъ каждыя 10 сажень водосточными канавками-воронками для облегченія стока воды изъ болота въ канаву; воронку обычно углубляютъ въ материкъ, давая ей глубину отъ 0 до 0,30 саж. и ширину 0,20—0,30 саж., длину—отъ края канавы до наружнаго края откоса кавальера (около 1,5 саж.); слѣдовательно, въ разрѣзѣ осушительная канава представится какъ на чертежѣ 81.

При устройствѣ вдоль канавы дороги всю вынимаемую изъ канавы землю складываютъ на сторону дороги. Также на одну сторону, именно низовую, выбрасывается земля изъ канавъ, проводимыхъ въ затопляемыхъ текучею весеннею водою поймахъ рѣкъ.

Иногда, во избѣжаніе устройства специальныхъ водосточныхъ



воропокъ, земля изъ канавъ складывается въ валы то по одну, то по другую сторону канала.

Наконецъ, при интенсивномъ осушеніи рекомендуется, во избѣжаніе замѣтной потери площади земли, вынимаемую изъ канавъ землю разбрасывать тонкимъ слоемъ по поверхности осушаемаго участка. Въ этомъ случаѣ надлежитъ однако быть осторожнымъ, такъ какъ торфъ и прочій выбрасываемый съ глубины грунтъ содержитъ въ себѣ часто вредныя для роста травъ соединенія.

---



## ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

### Спеціальные способы осушенія болотъ.

Низменные пространства, прилежающія къ морямъ, озерамъ и рѣкамъ, горизонтъ воды которыхъ стоитъ періодически или всегда выше поверхности низины, устройствомъ обычной осушительной сѣти осушены быть, понятно, не могутъ. Въ такомъ положеніи находится масса заболоченныхъ луговъ вдоль рѣкъ, запруженныхъ мельничными плотинами. При незначительныхъ уклонахъ русскихъ рѣкъ очень часто на нѣкоторыхъ изъ нихъ подпоръ, производимый одной мельницею, доходитъ до плотины слѣдующей, вышележащей мельницы; часто можно видѣть передъ мельничными плотинами цѣлыя озера, длиною десятки верстъ и шириною сотни сажень, а если принять во вниманіе вредное повышеніе грунтовой воды, распространяющееся въ обѣ стороны, при пологихъ берегахъ, еще на сотни сажень, то въ суммѣ получимъ крупную площадь земли, пропадающей подъ водою, только по винѣ человѣка; помимо этого, весьма многія рѣки протекаютъ по столь низменнымъ долинамъ и болотамъ, что, при незначительномъ подъемѣ воды, затопляютъ ихъ.

Многія озера окружены кольцомъ заливаемыхъ на значительныя протяженія пространствъ; въ этомъ случаѣ всякій подъемъ горизонта воды въ озерѣ распространяется не въ двѣ стороны, какъ это имѣетъ мѣсто по берегамъ рѣкъ, а во все четыре, или по окружности и чѣмъ больше площадь озера, тѣмъ большую береговую полосу земли затопляетъ оно при одномъ и томъ же подъемѣ горизонта воды; поэтому искусственное пониженіе горизонта воды въ большемъ озерѣ, путемъ расчистки или углубленія вытекающаго изъ него протока, отразится при низменныхъ берегахъ его благотворно на значительную площадь; насколько она велика, можно видѣть изъ такого схематическаго примѣра.



Озеро квадратной формы, площадь 9 кв. верстъ, уклонъ прилегающихъ луговъ 0,0002; какая площадь луговъ затопляется при подъемѣ воды въ озерѣ на 0,1 саж.? Каждая сторона озера равна 3 верстамъ, слѣдовательно периметръ его = 12 вер., при уклонѣ 0,0002, подъемъ въ 0,1 саж. распространится во всѣ стороны на  $\frac{0,1}{0,0002} = 500$  саж., и затопляемая площадь  $(5 \times 5) - (3 \times 3) = 16$  кв. верстъ. Изъ русскихъ озеръ обращаетъ на себя вниманіе по площади затопляемыхъ береговыхъ пространствъ Чудское озеро въ Псковской губерніи.

Часто встрѣчаются замкнутыя котловины, на днѣ которыхъ скопляющаяся вода образуетъ, въ зависимости отъ площади водосбора и проницаемости грунта, пересыхающее озеро, постоянную топь или пересыхающее болото. Выводъ воды простою канавою требуетъ въ этихъ случаяхъ значительной земляной выемки, часто экономически не оправдывающейся.

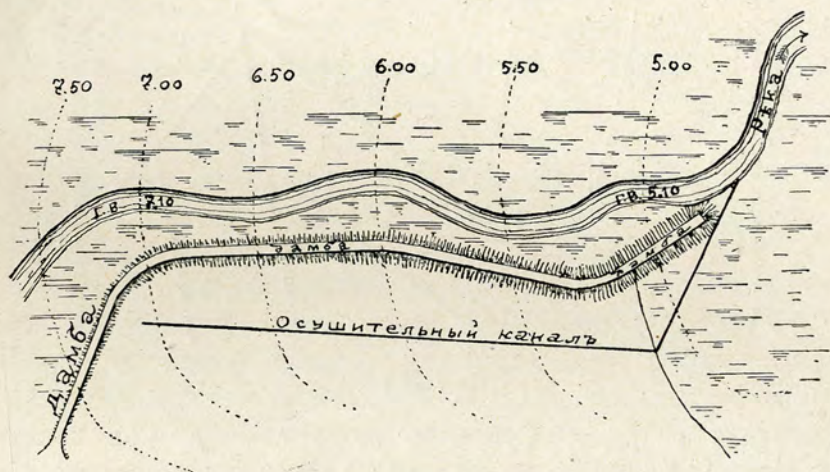
При изложенныхъ причинахъ заболачиванія мѣстности, если не представляется возможнымъ уничтожить мельницу, вызывающую подпоръ, спрямить рѣку, протекающую по низменнымъ лугамъ, или углубить на значительное протяженіе протокъ изъ озера съ низменными берегами, приходится у насъ обычно отъ осушенія угодія отказываться, такъ какъ указываемые въ этихъ случаяхъ особые приемы осушенія у насъ рѣдко примѣнимы по своей дороговизнѣ или природнымъ условіямъ; поэтому остановимся на этихъ приемахъ кратко, рассмотрѣвъ только сущность ихъ.

1) **Обвалованіе.** Затопляемый участокъ изолируется отъ рѣки моря или озера непроницаемою для воды дамбою; вода дождевая, грунтовая и просачивающаяся подъ дамбою, собирается обыкновенными осушительными каналами въ искусственные приемники, изъ которыхъ, затѣмъ, перекачивается насосами, въ рѣку или озеро. Подобнымъ образомъ осушены въ Голландіи цѣлые морскіе заливы такъ называемыя „польдеры“.

При уклонѣ поверхности воды рѣки большемъ, чѣмъ то необходимо для движенія воды въ канавахъ (0,0001), можетъ представится случай осушенія затопляемаго берегового участка огражденіемъ съ верховой и со стороны рѣки дамбами безъ перекачки воды, а отводомъ ея по каналу, устье котораго въ ту же рѣку расположено ниже по теченію ея (см. черт. 82).



Огражденіемъ дамбами съ періодической перекачкой воды можетъ быть осушенъ участокъ около большой рѣки, если онъ затопляется ею только во время паводковъ отъ ливней и весенняго таянія снѣга, въ обычное же время горизонтъ воды ниже поверхности участка. Въ такомъ случаѣ участокъ ограждается дамбою съ трехъ сторонъ, съ выходнымъ отверстіемъ въ самой нижней своей части, снабженнымъ шлюзовымъ затворомъ, куда подводится магистральная осушительная канава; вдоль четвертой повышенной стороны проводится нагорная канава, для отвода притекающей воды. Въ обычное время шлюзъ открытъ и осушитель-

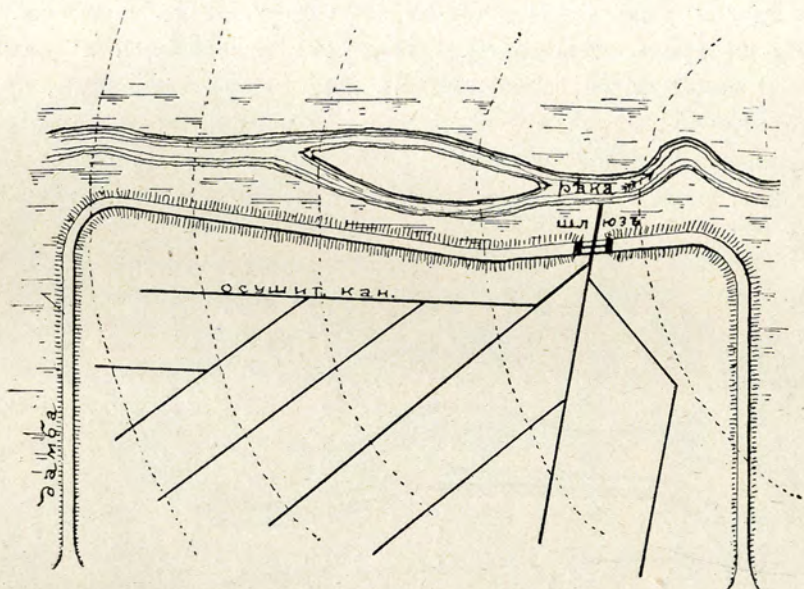


Чертежъ 82.

ная съѣтъ функционируетъ нормально. Послѣ ливня, захватившаго значительную площадь, или послѣ начала таянія снѣга горизонтъ воды въ рѣкѣ начнетъ медленно подниматься и только черезъ нѣсколько дней рѣка затопитъ низменную долину; въ теченіе этого времени шлюзъ остается открытымъ и вся дождевая и снѣговая вода можетъ успѣть свободно сойти съ огражденнаго участка до момента выступленія рѣки изъ береговъ; когда же этотъ моментъ наступитъ, шлюзъ закрывается и участокъ изолируется отъ рѣчной воды; собирающееся за это время съ участка количество воды будетъ уже незначительно и можетъ быть собираемо въ запасные водоемы или перекачиваемо соотвѣтствующими по производительности насосами. Когда вода въ рѣкѣ спадетъ шлюзъ вновь открывается и вода сходитъ опять самотекомъ. (См. черт. 83 и 84).

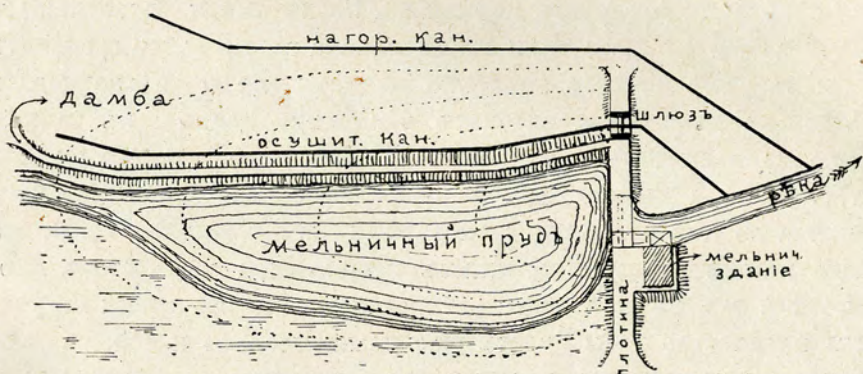


Наконецъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ обвалованіемъ и открытыми канавами возможно осушеніе, безъ механической откачки воды, части долины рѣки, затопляемой водою вслѣдствіе подпора отъ



Чертежъ 83.

мельничной запруды. Сущность этого способа, примѣнимаго въ Россіи и нынѣ, видна на чертежѣ 79. Затопляемую на незначительную глубину одну изъ сторонъ рѣчной долины отдѣляютъ



Чертежъ 84.

отъ рѣки валомъ, высотой, превосходящей высокіе горизонты воды въ рѣкѣ. Попадающая на участокъ просачиваніемъ черезъ



почву и въ видѣ осадковъ вода отводится прорытой канавой пересѣкающей устроенную ранѣе земляную плотину.

Работы по огражденію затопляемыхъ земель валами находятъ у насъ еще въ зачаточномъ состояніи.

Работы по огражденію участка отъ рѣчныхъ водъ произведены въ имѣніи Пинскаго уѣзда, Минской губерніи, каковыя работы кратко описаны въ Вѣстникѣ Минскаго Губернскаго Земства <sup>1)</sup> слѣдующимъ образомъ.

„Исходя изъ наблюденія, что болота Пинскаго края, лежація по берегамъ рѣкъ, неоднократно въ теченіе года заливаются водою, выступающей изъ береговъ этихъ рѣкъ и ихъ многочисленныхъ рукавовъ и притоковъ, и такимъ образомъ становятся недоступными для обычныхъ способовъ осушки путемъ канализации и дренажа, г. Свѣжинскій пришелъ къ выводу, нельзя ли примѣнить къ осушкѣ такихъ болотъ тотъ способъ, который былъ примѣненъ голландцами при осушеніи Голландіи, которая также подвергалась періодическимъ и притомъ ежедневнымъ наводненіямъ (вслѣдствіе морскихъ приливовъ).

Способъ этотъ — устройство соотвѣствующихъ плотинъ и дамбъ и выкачиваніе воды насосами.

Имѣя въ своемъ имѣніи („Почапово“, въ 6 верстахъ отъ г. Пинска) большія пространства такихъ низменныхъ болотъ, лежащихъ по берегу рѣки Пины и ежегодно по нѣскольку разъ заливаемыхъ выступающей изъ Пины водою, г. Свѣжинскій избралъ для опыта наиболѣе типичный участокъ болота, площадью около 70 десятинъ, примыкающій съ одной стороны къ рѣкѣ Пинѣ, съ другой — противоположной, къ возвышеннымъ пахотнымъ землямъ, а съ двухъ остальныхъ сторонъ граничащій съ болотами такого же типа, занимающими громадныя пространства. Въ 1910 году г. Свѣжинскій началъ строить плотину (дамбу) для огражденія опытнаго участка отъ затопливанія водою изъ р. Пины и для изолированія его отъ остальной массы болотъ. Въ 1913 году, хотя плотина не была еще совершенно закончена (протяженіе ея оказалось около 2½ верстъ при высотѣ приблизительно въ 1 сажень съ небольшимъ), сдѣлана была проба выкачиванія воды съ участка. Въ теченіе мѣсяца при дѣйствіи насоса съ паровымъ двигателемъ вся вода съ пробнаго участка была удалена,

<sup>1)</sup> № 1, 1914 г.



и просачиваніе подпочвенныхъ водъ (чего очень опасался г. Свѣжинскій, такъ какъ оно могло превратить этотъ опытъ въ бесплодную Сизифову работу) оказалось однако, настолько слабымъ, что, несмотря на небывалое поднятіе прошлымъ лѣтомъ уровня воды въ рѣкѣ и на болотахъ, почва на опытномъ участкѣ стала просыхать лишь вслѣдствіе испаренія, безъ дальнѣйшаго откачиванія воды насосомъ.

Почва эта оказалась довольно мощнымъ слоемъ ила, на которомъ сейчасъ же по удаленіи излишней воды стала развиваться богатая растительность не болотнаго типа.

Въ текущемъ 1914 году г. Свѣжинскій предполагалъ совершенно закончить плотину и съ весны, послѣ спада водъ, приступить къ меліораціи опытнаго участка. Но тутъ явилось совершенно неожиданное препятствіе, которое, если не будетъ устранено, можетъ свести на-нѣтъ всю работу и, всѣ многотысячныя затраты г. Свѣжинскаго. А именно этимъ препятствіемъ явилось распоряженіе министра путей сообщенія о сносѣ плотины въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ засыпаны проходящіе черезъ опытный участокъ незначительные протоки воды, по которымъ во время большихъ разливовъ рѣки Пины въ теченіе 2—3 недѣль проходятъ плоты. Такъ какъ этими протоками, теперь перегороженными плотиною, сокращается версты на 1½, пробѣгъ плотовъ по р. Пинѣ, то министерство путей сообщенія и предписало убрать плотину.

Въ настоящее время, какъ мы слышали, г. Свѣжинскій хлопочетъ передъ министромъ путей сообщенія объ отмѣнѣ этого распоряженія такъ какъ загражденіе вышеуказанныхъ протоковъ по его мнѣнію, не можетъ препятствовать ни сплаву, ни судоходству по р. Пинѣ, а сносъ плотины причинить ему, несомнѣнно громадныя убытки и, кромѣ того, подрветъ все значеніе произведеннаго имъ весьма интереснаго и важнаго для края опыта примѣненія новаго способа осушки Пинскихъ болотъ“.

Распоряженіе о сносѣ дамы было вскорѣ отмѣнено министерствомъ.

Работы по обвалованію сѣнокосныхъ угодій отъ затопленія нагорными и рѣчными водами начаты были въ 1914 году также въ имѣніи Лахва, Мозырскаго уѣзда, Минской губерніи, принадлежащемъ Крестьянскому поземельному банку. Вслѣдствіе наступившей войны эти работы были прекращены.



2) Другимъ приѣмомъ осушенія низменныхъ береговыхъ прирѣчныхъ пространствъ можетъ служить **кольматажъ** ихъ. Въ огражденный низкими земляными валами участокъ пускается мутная рѣчная вода; вслѣдствіе медленнаго движенія воды на участкѣ изъ нея осаждаются взмученныя частицы песка, ила и т. п., такъ что съ участка стекаетъ уже болѣе чистая вода; при многократномъ повтореніи этого приѣма можно, въ нѣкоторыхъ рѣдкихъ случаяхъ, добиться настолько значительнаго повышенія поверхности участка, что горизонтъ грунтовыхъ водъ, оставаясь на прежней абсолютной высотѣ, окажется уже замѣтно ниже поверхности наносной земли, а, слѣдовательно, условія произрастанія растеній улучшатся.

Кольматированіе возможно вести только во время весеннихъ или дождевыхъ паводковъ, въ каковое только время воды рѣкъ и бываютъ мутными; кромѣ того и условія рельефа мѣстности должны быть благопріятствующими устройству огражденных бассейновъ. Вода изъ рѣки пускается на участокъ или непосредственно черезъ шлюзы въ береговой дамбѣ, или приводится помощью водоотводныхъ канавъ, отвѣтвленныхъ отъ рѣки выше по теченію; скорость воды въ этихъ каналахъ должна быть настолько значительной, чтобы взмученныя въ водѣ частицы отнюдь не отлагались въ нихъ, а выносились бы на участки. Количество взмученныхъ частицъ, приносимыхъ на участки, возможно увеличивать искусственнымъ примѣшиваніемъ глины, ила и т. п. на пути движенія воды по приводящимъ каналамъ.

Кольматируемая площадь ограждается дамбами, гребни которыхъ находятся выше уровня воды въ рѣкѣ; окруженный такимъ образомъ бассейнъ раздѣляется на участки мелкими дамбами 2-го порядка, гребни которыхъ лежатъ на высотѣ горизонта воды при кольматированіи; разстояніе между этими дамбами таково, что горизонтъ воды, поднимаемый каждой изъ нихъ, нѣсколько выше основанія предыдущей дамбы. Кольматирующая вода, заполнивъ первый участокъ, переливается черезъ его нижнюю дамбу во второй и т. д.; во избѣжаніе быстрого размыва дамбъ, рекомендуется для пропуска воды черезъ нихъ устраивать на нихъ особые водосливы; разность горизонтовъ воды двухъ сосѣднихъ участковъ по проф. Friedrich'у <sup>1)</sup> не должна превы-

---

<sup>1)</sup> Kulturtechnischer Wasserbau.



шать 0,10—0,15 метра, чтобы при переливаніи воды черезъ гребни не происходило новаго взмучиванія уже осѣвшихъ частицъ въ нижнихъ участкахъ; далѣе слѣдуетъ добиваться возможно болѣе полнаго отстаиванія воды, такъ какъ только при этомъ условіи будетъ осаждаться мелкій илъ, источникъ плодородія почвы; осѣдающія же первоначально крупныя частицы песка, повышая горизонтъ участка, сами по себѣ безплодны. Кольматажныя работы произведены въ южной Франціи, Эльзасѣ-Лотарингіи и, главнымъ образомъ, въ Италіи (провинція Тоскана).

Въ Россіи за отсутствіемъ подходящихъ условій рельефа и малой интенсивности хозяйства кольматажныя работы распространены не получили.

3) **Грядованіе.** Высота поверхности участка надъ горизонтомъ воды безъ измѣненія положенія уровня послѣдняго можетъ быть увеличена проложеніемъ по участку, на близкомъ другъ отъ друга разстояніи, параллельныхъ канавъ, вынимаемая земля изъ которыхъ разравнивается между ними и тѣмъ повышаетъ поверхность болота между канавами; слѣдовательно участокъ разбивается какъ бы на гряды, между которыми проходятъ канавы, наполненные, вслѣдствіе отсутствія стока, водою. При этомъ пріемъ должна пропадать подъ водою весьма значительная часть площади участка и потому остальная часть его, гряды, должна быть занята интенсивною культурою, напр. огородными растеніями. Многіе огороды подъ Москвой разведены именно на такихъ низинахъ и въ сырое время на нихъ, между грядами съ капустою, стоитъ неимѣющая стока вода.

Низменные мѣста, расположенныя въ замкнутыхъ котловинахъ, выводъ воды изъ которыхъ помощью канавъ обыкновенно затруднителенъ, или же мѣста, находящіеся вообще вдали отъ удобнаго пріемника воды, могутъ быть при наличности благоприятныхъ условій осушены слѣдующими пріемами, которые обычно у насъ очень рѣдко примѣняются.

4) **Вертикальный дренажъ.** Собранную обычными осушительными канавами воду пропускаютъ по вертикально пробуровленнымъ черезъ водонепроницаемый грунтъ отверстіямъ въ глубокіе водопроницаемые слои грунта, которые и поглощаютъ поступающую сверху воду. Этотъ, какъ называемый, Голландскій дренажъ, такъ какъ онъ впервые получилъ примѣненіе именно въ Голландіи, вообще говоря, примѣняется рѣдко. Для его осуществленія



необходимо, чтобы подъ непроницаемымъ пластомъ залегала настолько проницаемая порода, чтобы по ней поступающая сверху вода успѣвала разсасываться, но и эта рѣдкая водопропускная способность быстро должна уменьшаться засореніемъ мутью, приносимою верхней водой; для предотвращения этого собираемую съ участка воду можно пускать, предварительно, въ отстойные бассейны, а затѣмъ уже въ отверстія. Число отверстій можетъ быть очень велико, въ Голландіи устраивается до 5000—6000 штукъ на гектаръ (0,9 десятины). Въ другихъ случаяхъ возможно въ одинъ большой поглощающій колодезь ввести помощью открытых канавъ воду съ площади въ одну и болѣе десятинъ. Дѣлая въ котловинѣ отверстія черезъ непроницаемый грунтъ, иногда можно натолкнуться на условія совершенно обратныя нужнымъ, вода въ проницаемомъ грунтѣ оказывается часто подъ давленіемъ, и по сдѣланному черезъ непроницаемый слой отверстию образуется токъ воды не сверху внизъ, а снизу вверхъ, т.-е. произойдетъ еще большее затопленіе участка. Поэтому прежде чѣмъ приступить къ такого рода осушенію, нужно произвести тщательныя обслѣдованія.

Осушеніе поглощающимъ колодеземъ было проектировано, на-примѣръ, на участкѣ казенной земли близъ ст. Сновская, Черниговской губерніи.

**5. Осушеніе культурою растений.** Нерѣдко можно наблюдать, какъ, послѣ сведенія лѣса, сухія и даже возвышенныя угодія начинаютъ заболачиваться, т.-е. покрываться мхомъ и другими болотными растеніями, или же, наоборотъ, сырыя голыя пространства становятся умѣренно влажными послѣ посѣва и развитія луговыхъ травъ. Объясняется это, въ первомъ случаѣ, поднятіемъ грунтовыхъ водъ, вслѣдствіе уменьшенія испаренія и увеличенія испаренія въ атмосферу черезъ растенія, или такъ называемою транспираціей растеній, во второмъ случаѣ.

Изслѣдователь Вольни (въ Германіи) опредѣляетъ потерю влаги изъ почвы черезъ транспирацію въ лѣтній періодъ въ слѣдующихъ процентахъ отъ выпадающихъ за то же время осадковъ <sup>1)</sup>:

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Подъ елью . . . . .       | 97,1% |
| „ березой . . . . .       | 96,2% |
| „ травой . . . . .        | 94,5% |
| Изъ голой почвы . . . . . | 14,1% |

<sup>1)</sup> Извлечено изъ „Грунтовая воды“, П. Отоцкій 1905.



По наблюденіямъ Генеля (Höhnelt) 100 грам. сухого вещества живыхъ листьевъ испаряетъ за лѣтній періодъ воды (въ среднемъ изъ трехъ лѣтъ 1878, 1879 и 1880):

|             |       |       |             |       |       |
|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| Ясень.....  | 85614 | грам. | Кленъ ..... | 55829 | грам. |
| Береза..... | 81433 | „     | Дубъ .....  | 44973 | „     |
| Букъ .....  | 74858 | „     | Ель.....    | 13501 | „     |
| Грабъ.....  | 73107 | „     | Пихта.....  | 7178  | „     |
| Вязъ.....   | 66170 | „     | Сосна.....  | 6734  | „     |

Изъ приведенныхъ цифръ видно, что лиственные породы испаряютъ въ среднемъ почвенной воды въ 8 разъ болѣе, чѣмъ хвойныя породы. Еще менѣе испаряетъ голая почва.

Такимъ образомъ, если на участкѣ происходитъ смѣна хвойныхъ породъ на лиственные, то содержаніе влаги въ почвѣ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, будетъ уменьшаться. Наоборотъ, при вырубкѣ лѣса содержаніе воды въ почвѣ можетъ замѣтно увеличиться. Это увлажненіе увеличивается еще тѣмъ, что мѣсто вырубки лѣса остается покрытымъ хворостомъ и мелкимъ мусоромъ.

При этомъ необходимо имѣть въ виду, что испаренія деревьями воды происходитъ изъ болѣе глубокихъ слоевъ почвы, поверхностный же слой почвы, находясь въ затѣненіи, остается въ лѣсу, особенно подъ покровомъ листвы и хвои, болѣе влажнымъ, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ.

По заключенію П. В. Отоцкаго <sup>1)</sup>, въ среднемъ величина годовой транспираціи деревьевъ составляетъ значительно болѣе 30% годовыхъ осадковъ.

Ислѣдованія Б. Высоцкаго <sup>2)</sup> въ Велико-Анадолѣ, Мариупольскаго уѣзда Екатеринославской губ., привели его къ заключенію, что въ ислѣдуемомъ мѣстѣ лѣсъ потребляетъ весь годовой запасъ влаги, поступающей въ почву черезъ атмосферу.

Особенною силою испаренія обладаетъ эвкалиптъ, родиною изъ Австраліи, не выносящій однако температуры ниже 9° Ц. холода. При таковой требовательности онъ разводится въ цѣляхъ осушенія мѣстности лишь въ Алжирѣ и Италіи, при томъ по свѣдѣніямъ разныхъ наблюдателей съ различнымъ успѣхомъ.

Изложенное указываетъ, что искусственная смѣна растительнаго покрова можетъ существенно измѣнить, въ нѣкоторыхъ слу-

<sup>1)</sup> Грунтовая вода 1905.

<sup>2)</sup> Извлечено изъ „Грунтовая вода“ Отоцкаго.



чаяхъ, влажность почвы и у насъ, вызывая новое или остававшаяся начавшееся заболачиваніе мѣстности.

Нѣкоторыми изъ наблюдателей надъ болотами придается испаренію растеніями и самою почвою на торфяномъ болотѣ столь значительная роль, что они приходятъ къ заключенію, что болото испаряетъ за годъ воды болѣе, чѣмъ на него выпадаетъ, т.-е. что болото изсушаетъ прилегающую къ нему мѣстность и потому, если болото изолировать отъ притока воды со стороны вала, то грунтовые воды въ немъ понизятся до нужной для роста культурныхъ растеній глубины, безъ всякой механической откачки воды съ обвалованнаго участка. Необходимо отмѣтить, что значительность испаренія воды на болотѣ даже за счетъ сосѣднихъ мѣстностей можетъ считаться установленной, заключеніе же о достаточности въ нѣкоторыхъ случаяхъ обвалованія болотнаго участка для осушенія его, высказываемое нѣкоторыми наблюдателями болотъ въ Полѣсьѣ, можетъ быть еще оспариваемо и требуетъ практической повѣрки.

---



## ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

### Орошеніе болотъ въ связи съ осушеніемъ.

Вліяніе осушенія на измѣненіе флоры болота происходитъ медленно, начиная дѣлаться замѣтнымъ черезъ 2—3 года, при чемъ болотныя растенія сначала еще не вымираютъ, а лишь перестаютъ развиваться ихъ наземныя части, корневища же долго сохраняютъ свою живучесть и при благопріятныхъ условіяхъ вновь выпускаютъ наземные побѣги; особенною живучестью корневищъ, по наблюденіямъ И. П. Петрова <sup>1)</sup>, отличаются хвощъ топяной (*Equisetum heleocharis*) и тростникъ болотный (*Phragmites communis*). Въ это время культурныя растенія иногда еще не успѣваютъ развиваться, и производительность болота въ такихъ случаяхъ значительно уменьшается въ количественномъ отношеніи; при неосторожномъ же осушеніи такое положеніе можетъ затянуться на долгое время.

Наблюденія показываютъ, что и естественныя, не культивируемыя, т.-е. не вспаханныя и не засѣянные угодія, минеральные суходолы и торфяники, не заливаемые весенними водами, даютъ малый урожай травы и при томъ иногда невысокаго качества. Въ центральныхъ губерніяхъ можно видѣть, какъ прилегающій къ болоту суходолъ покрытъ совершенно жалкою растительностью съ массою несѣдобнаго бѣлоуса.

Болото, осушенное настолько, что вода весною и во время лѣтнихъ паводковъ не выступаетъ на немъ изъ береговъ канавъ, становится сезъ дальнѣйшихъ агрономическихъ мѣропріятій на немъ малопродуктивнымъ. Успѣшныя работы на казенныхъ земляхъ въ Полѣсьѣ, послѣ которыхъ средняя арендная плата за десятину сѣнокоса достигла въ нѣкоторыхъ дачахъ 6 рублей,

---

<sup>1)</sup> „Болота долины Яхромы“ И. П. Петровъ, 1912 г.



произведены такимъ образомъ, что весною эти сѣнокосы въ наиболѣе доходныхъ дачахъ (Василевичская, Колковская, Слаунская, Рѣчицкаго уѣзда) покрываются водою, не вмѣщающей въ осушительныхъ каналахъ. Въ годы малаго весенняго разлива рѣкъ сборъ травъ съ болотъ Полѣся значительно уменьшается.

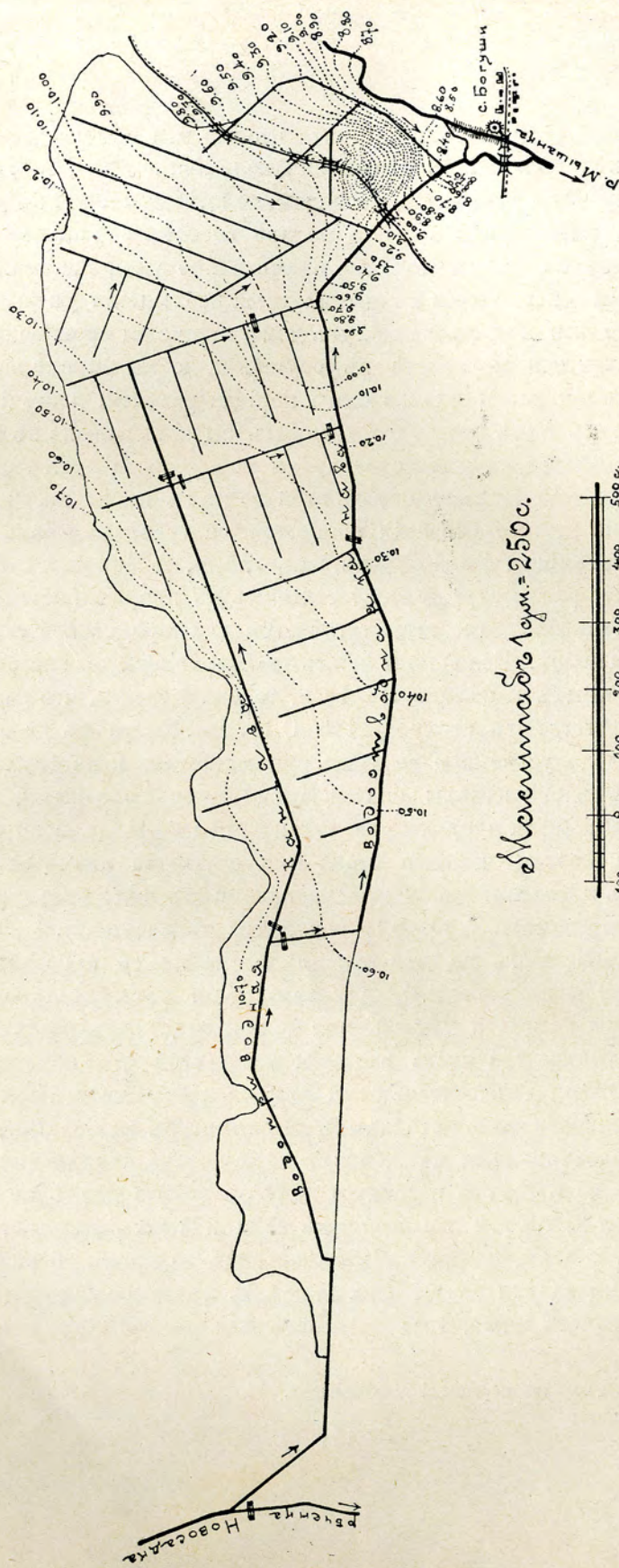
Таковыя многолѣтнія и повсемѣстныя наблюденія указываютъ, что болото или минеральный лугъ для увеличенія производительности нуждается не просто въ осушеніи, а въ опредѣленномъ распредѣленіи влаги для каждаго періода развитія растений. Въ простѣйшемъ видѣ это условіе можетъ быть выражено въ требованіи затопленія на нѣкоторое время поверхности луга весеннею водою и затѣмъ быстрого отвода этой воды съ поверхности. Удовлетвореніе этого требованія производится тремя приѣмами:

1) Простѣйшимъ, имѣющимъ, напримѣръ, въ Минской губерніи наибольшее распространеніе, состоящимъ въ прорытіи осушительныхъ канавъ завѣдомо недостаточныхъ для пропуска весеннихъ водъ размѣровъ. Если подсчитать водопропускную способность магистральныхъ каналовъ Полѣся, то оказывается, что размѣры ихъ соотвѣтствуютъ стоку менѣе 0,15 сек.-литра съ десятины, т.-е. менѣе допускаемаго во всѣхъ руководствахъ и инструкціяхъ. Между тѣмъ эти каналы оказываются болѣе полезными, чѣмъ если бы они были прорыты разсчитанными на пріемъ всей весенней воды; поэтому нормою стока при осушеніи значительныхъ болотныхъ пространствъ, не предназначенныхъ подъ культуру, достаточно принимать 0,20—0,15 сек.-литра съ десятины.

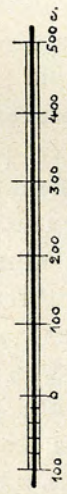
2) Устройствомъ на водоотводныхъ каналахъ шлюзовъ для задержанія воды: весенней, для затопленія на нѣсколько дней поверхности болота и лѣтней, для поддержанія воды на наиболѣе благопріятномъ для роста растений разстояніи отъ поверхности земли <sup>1)</sup>. Этими дополнительными сооружениями достигается большая надежность положительныхъ результатовъ меліораціи, такъ какъ: а) разсчитанныя на большую норму стока канавы быстро и своевременно отведутъ весеннюю воду съ болота послѣ поднятія шлюзовъ и б) по той же причинѣ вода лѣтнихъ дождей, вмѣщаясь въ канавы, не затопитъ сѣнокосовъ во время уборки ихъ; в) во время засухи закрытіемъ шлюзовъ предупреждается стокъ воды съ болота ниже, благопріятнаго для растений, уровня.

<sup>1)</sup> Глава: „Глубина осушительныхъ канавъ“.





Шкала 1 см = 250 с.



Чертеж 85.

Выводь воды на поверхность болота.



Чертежи и описаніе шлюзовъ приведены въ особой главѣ.

3) Прорытіемъ специальныхъ водопроводныхъ и оросительныхъ канавъ съ устройствомъ на всей сѣти канавъ шлюзовъ, направляющихъ и задерживающихъ воду во всѣхъ мѣстахъ меліорированнаго угодія. Приводъ воды на участокъ возможенъ, конечно, не вездѣ; для этого необходимо имѣть соотвѣтствующія условія-наличность рѣчки, изъ которой по характеру рельефа возможно вывести воду на поверхность болота. Примѣромъ такихъ условий изъ дѣйствительности изображенъ на чертежѣ № 85, гдѣ при закрытіи шлюза, установленнаго на ручьѣ, возможно по водопроводному каналу направить воду на поверхность болота, откуда она затѣмъ стечетъ по осушительной сѣти въ водоотводную магистраль. При постоянномъ теченіи воды въ ручьѣ водою изъ него можно рационально пользоваться и въ лѣтнее время, заполняя водою осушительно-оросительную сѣть каналовъ до высоты, наиболѣе благоприятной для роста травъ. Такимъ образомъ, простѣйшими работами достигается двоякое орошеніе луговъ: весеннее орошеніе—напускомъ движущейся по поверхности угодія воды и лѣтнее орошеніе—поддерживаніемъ уровня грунтовой воды на болотѣ на нужномъ для растеній горизонтѣ путемъ привода въ канавы воды со стороны или задержанія стока ея.

Работы по осушенію совмѣстно съ поверхностнымъ орошеніемъ болотъ устройствомъ специальныхъ водопроводныхъ канавъ и шлюзовъ произведены въ Минской губерніи на нѣсколькихъ значительныхъ по площади болотахъ; въ имѣніи Конацевичи, Слуцкаго уѣзда, орошеніе производится съ 1896 года водою рѣки Морочи; въ имѣніи Малево, близъ г. Несвижа, по рѣкѣ Дунаю, бассейна р. Нѣмана. Наибольшая площадь орошаемыхъ болотныхъ сѣнокосовъ находится въ Мозырскомъ уѣздѣ, въ им. Ленинъ г. Агаркова, въ бассейнѣ р. Лани, и въ имѣніе князя Радзивилла, по той же рѣкѣ.

Измѣненіе растительности на осушаемомъ и орошаемомъ торфяникѣ въ Минской губ. происходитъ слѣдующимъ образомъ: <sup>1)</sup> увеличивается количество *Calamagrostis neglecta* (вѣйникъ) и появляется *Agrostis canina* и *Ag. alba* (полевица бѣлая) и *Poa pratensis* (мятликъ луговой). Затѣмъ начинаютъ исчезать *Carex*'ы

---

<sup>1)</sup> Извлечено изъ „Орошеніе болотъ въ Полѣсѣ и измѣненіе растительности на нихъ В. С. Доктуровскій. „Болотовѣдніе“ 1913 № 1.



(осоки), а *Calamagrostis neglecta* и *Eriophorum angustifolium* (пушица) перестают цвѣсти, количество полевицы бѣлой и мятлика лугового увеличивается и появляется овсяница (*Festuca rubra*), чѣмъ и заканчивается смѣна растительности.

На моховомъ болотѣ при орошеніи начинаетъ исчезать сфагновый покровъ, появляется полевица и вѣйникъ и въ концѣ концовъ (черезъ 5—10 лѣтъ) появляется мятликъ луговой.

Дѣйствіе весенняго поверхностнаго орошенія можетъ быть объяснено слѣдующими факторами:

- 1) Непосредственно удобрительное дѣйствіе орошающей воды.
- 2) Ускореніе хода окислительныхъ процессовъ въ почвѣ.
- 3) Повышеніе температуры почвы отъ согрѣванія водою.
- 4) Вымываніе изъ почвы веществъ, вредныхъ для растений.
- 5) Уничтоженіе вредныхъ мелкихъ животныхъ, личинокъ насекомыхъ, зародышей болѣзней растений и пр.

Поэтому наибольшій успѣхъ отъ весенняго поверхностнаго орошенія болотистыхъ луговъ получается въ томъ случаѣ, если орошающая вода стекаетъ съ пахотныхъ угодій; такая вода не-сетъ во взмученномъ состояніи и въ растворѣ запасъ питательныхъ для растений веществъ, имѣетъ высокую температуру, богата кислородомъ.

Такъ какъ о значеніи каждаго изъ перечисленныхъ факторовъ дѣйствія орошенія еще не установлено безспорныхъ положеній и, кромѣ того, подробное разсмотрѣніе этого вопроса выходить изъ спеціальной области гидротехники, то этимъ пока необходимо ограничить настоящую главу.



## ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

### Составленіе проекта.

По произведеннымъ изысканіямъ и соображеніямъ, изложеннымъ въ главахъ о разстояніи между канавами, уклонѣ дна, глубинѣ, заложеніи откосовъ, ширинѣ по дну и пр., составляется проектъ осушительныхъ работъ.

Полный проектъ работъ долженъ состоять изъ:

- 1) Пояснительной записки.
- 2) Подписокъ о согласіи владѣльцевъ земли, находящихся ниже участка, предположеннаго къ осушенію, на проложеніе канавъ черезъ ихъ владѣнія.
- 3) Выкопировки изъ 2-хъ или 3-хъ верстной карты Главнаго Штаба мѣста работъ съ нанесеніемъ проектируемыхъ канавъ.
- 4) Вѣдомости гидравлическаго расчета сѣченій канавъ.
- 5) Вѣдомости протяженій, размѣровъ и объема проектированныхъ канавъ.
- 6) Смѣты на земляныя и плотничныя работы.
- 7) Выписки изъ справочныхъ цѣнъ на рабочія руки и матеріалы Строительнаго Отдѣленія Губернскаго Правленія или учрежденія его замѣняющаго.
- 8) Плана проектированныхъ работъ съ обозначеніемъ канавъ, глубинъ торфа, высотъ поверхности.
- 9) Продольныхъ профилей проектированныхъ канавъ и существующихъ руселъ съ надписаніемъ ихъ глубинъ на каждомъ пикетѣ, глубинъ торфа, воды, обозначеніемъ подпочвы, растительнаго покрова и пр.
- 10) Чертежей мостовъ, шлюзовъ и укрѣпленій откосовъ на канавахъ.

Изъ перечисленныхъ частей проекта прежде всего составляется планъ проектированныхъ работъ и продольные профили



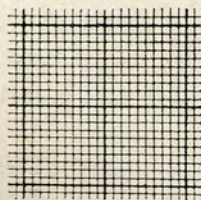
каналъ; затѣмъ вычисляется вѣдомость размѣровъ и объема проектированныхъ каналъ, составляются чертежи мостовъ и водоспусковъ.

Послѣ этого составляется смѣта на работы, дѣлается выкопировка изъ карты Главнаго Штаба, выпись справочныхъ цѣнъ, подбираются всѣ подписки и приговоры по работѣ. Послѣ всего этого составляется пояснительная записка.

### Продольные профили осушительныхъ каналъ.

Лишь въ рѣдкихъ случаяхъ возможно сдавать исполненіе работъ по проложенію осушительныхъ каналъ съ платой за погонную сажень, а именно лишь тамъ, гдѣ поверхность земли совершенно ровная съ опредѣленнымъ и одинаковымъ уклономъ и гдѣ поэтому глубина каналъ на большомъ протяженіи одинакова и притомъ сравнительно небольшая. Тамъ же, гдѣ поверхность не вполнѣ ровная, уклонъ ея въ сторону направленія проточной каналы мѣняется и поэтому глубины каналы въ различныхъ точкахъ ея протяженія различны и, въ зависимости отъ этихъ глубинъ, мѣняется и ширина каналы по верху, тамъ для точнаго учета работы является необходимымъ вычислять объемъ земляныхъ работъ по проложенію каналы.

Для опредѣленія глубинъ на пикетахъ, необходимо вычерчиваніе продольнаго профиля поверхности болота по линіямъ намѣченныхъ каналъ; условныя отмѣтки высоты каждаго пикета должны быть вычислены еще на мѣстѣ производства изысканій, какъ это было въ соотвѣтствующемъ мѣстѣ указано. Вычерчиваніе профиля производится на спеціальной профильной бумагѣ, которая бываетъ съ дѣленіями на доли метра и на доли сажени; для нашихъ цѣлей принята бумага съ дѣленіями на доли сажени; на изображенномъ образцѣ такой бумаги (черт. 86)



Черт. 86.

толстыми линіями ограничены квадраты, стороны которыхъ равны 0,01 саж., линіями второго порядка ограничены квадраты со сторонами въ 0,001 саж. и третьяго порядка въ 0,0005 саж. Двѣ пересекающіяся линіи, разстояніемъ отъ которыхъ опредѣляется положеніе всякой точки на плоскости, называются осями координатъ; изъ нихъ горизонтальная называется абсциссою, а вертикальная ординатою. На профильной



бумагъ разстояніе между пикетами откладывается по горизонтальной линіи, а условныя высоты по вертикальнымъ, проходящимъ черезъ соотвѣтствующія точки горизонтальной линіи. Если принять масштабъ въ горизонтальномъ и вертикальномъ направленіи одинаковымъ, то, послѣ соединенія прямыми линіями отложенныхъ на бумагъ точекъ, получается линія подобная линіи на мѣстности и наглазъ совершенно горизонтальная, профиль не будетъ нагляднымъ. Поэтому, продольная линія всегда вычерчивается въ искаженномъ видѣ, что достигается принятіемъ разныхъ масштабовъ горизонтальнаго и вертикальнаго; чаще принимаютъ 0,01 саж. на профильной бумагѣ въ горизонтальномъ направленіи за 100 саж.

протяженія на мѣстности (масштабъ  $\frac{1}{10000}$  натуральной величины) и 0,01 саж. въ вертикальномъ направленіи за 1 сажень паденія на мѣстности (масштабъ  $\frac{1}{100}$  натуральной величины), т.-е.

масштабъ вертикальный въ 100 разъ крупнѣе горизонтальнаго. При такомъ отношеніи, всякій уклонъ, съ которымъ приходится часто встрѣчаться на болотахъ, выражается на профилѣ достаточно рѣзко. Кромѣ поверхности болота, на томъ же профилѣ откладываются на каждомъ пикетѣ глубины существующихъ канавъ, высоты горизонта воды на болотѣ и глубины торфяного слоя; соединяя и эти точки прямыми линіями, получаемъ наглядное представленіе о линіи, по которой намѣчена канава. Надъ профилемъ отмѣчаются и подписываются границы владѣній, №№ кварталовъ, границы лѣса, чистаго, заросшаго кочковатаго болота, дороги, тропы, устья боковыхъ канавъ, установленные реперы. Ниже профиля подписываются №№ пикетовъ, условныя высоты мѣстности, глубина канавъ и пр., какъ указано на прилагаемомъ образцѣ (черт. 87), на профилѣ же обозначается и направленіе линіи относительно сторонъ свѣта, смотря снизу вверхъ по линіи; слѣдовательно, на полномъ профилѣ мы имѣемъ въ компактномъ видѣ весь матеріалъ, собранный изысканіями на мѣстѣ.

Послѣ этого намѣчаемъ на профилѣ дно проектируемой осушительной канавы, прочерчивая его въ видѣ прямой линіи опредѣленнаго уклона, съ изломами, соотвѣтственно профилю поверхности болота; разстояніе дна отъ поверхности и уклонъ его назначаются, сообразуясь съ изложенными ранѣе правилами. Затѣмъ по разности отмѣтокъ начала и конца каждого прямого



Профиль боковой канавы № 4  
 в ..... магистральному каналу



Примечание. На профилях линии поверхности земли и соответствующие или отметки обозначаются черными, линии проектного дна канавы и его отметки — карминовыми, линии глубины торфа с отметками — серыми, линии воды и отметки — синими.

Обыкновенный для профилей  
 Масштабъ

горизонтальный в 0,01 = 100 м  
 вертикальный в 0,01 = 1,00 м

Черт. 87.

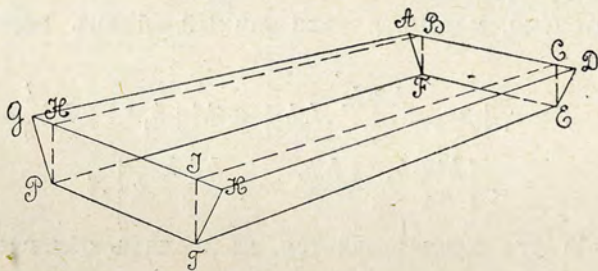


отрѣзка линіи дна и длинѣ его точно вычисляютъ уклонъ дна на этомъ протяженіи; по нему, затѣмъ, вычисляютъ высоту дна надъ условнымъ горизонтомъ на каждомъ пикетѣ; вычитая ее изъ высоты поверхности болота, получаютъ глубины канавы на каждомъ пикетѣ и подписываютъ ихъ на профилѣ съ точностью до сотыхъ долей сажени.

Опредѣливъ, если на то имѣется достаточно данныхъ, по картѣ или по плану площадь водосбора, вычисляютъ количество воды, которое каналъ долженъ пропускать въ устьѣ въ 1 секунду; берутъ среднюю глубину его въ этомъ мѣстѣ, полагаютъ, что горизонтъ воды долженъ быть на 0,25 саж. ниже поверхности земли и вычисляютъ по ранѣе указаннымъ пріемамъ ширину канала по дну; подобнымъ расчетомъ находятъ ошунью мѣста, въ конхъ слѣдуетъ размѣры дна уменьшать или увеличивать. Номера пикетовъ, разстояніе между ними, глубина канавы и ширина дна ея на каждомъ пикетѣ выписываются, затѣмъ, въ особую вѣдомость, именуемую обычно вѣдомостью протяженій, размѣровъ и объемовъ канавъ.

### Вычисленіе объема выемки.

Тѣло всей выемки изъ канавы между двумя ближайшими пикетами ограничено: съ двухъ концовъ—отвѣсными и параллельными другъ къ другу плоскостями—поперечными трапецидальными сѣченіями канавы, сверху—поверхностью земли, снизу—плоскостью дна канавы и съ боковъ 2-мя откосами канавы (черт. 88); четыре линіи пересѣченія этихъ продольныхъ плоско-



Черт. 88.

стей между собою, при различной глубинѣ канавы на смежныхъ пикетахъ, не параллельны другъ другу и не сойдутся, при продолженіи ихъ, въ одной точкѣ; такое тѣло именуется въ гео-



метріи призматондомъ (если бы упомянутныя линіи пересѣченія плоскостей были параллельны другъ къ другу, то тѣло выемки представляло бы призму, а если бы эти линіи сходились при продолженіи, то—усѣченную пирамиду). Объемъ призматонда выражается довольно сложною формулой, для вывода которой раздѣлимъ тѣло призматонда отвѣсными плоскостями  $BFH$  и  $CEI$ , проходящими черезъ линіи пересѣченія дна канавы съ откосами, на три части:

1)  $BFPHCETI$ —призму объема  $v_1 = \text{пл. } BFPH \times BC = \frac{h+h_1}{2} \cdot l \cdot b$ , гдѣ  $h$  глубина на одномъ пикетѣ,  $h_1$  на другомъ,  $l$  разстояніе между пикетами,  $b$  ширина канавы по дну.

2) Усѣченную пирамиду  $ABFGHP$  объемомъ (объемъ усѣченной пирамиды по теоремѣ геометріи выражается черезъ  $\frac{1}{3} h \cdot (F + f + \sqrt{Ff})$ , гдѣ  $F$ —площадь нижняго основанія,  $f$ —площадь верхняго основанія и  $h$ —высота усѣченной пирамиды):

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{BH}{3} \cdot \left[ \text{пл. } ABF + \text{пл. } GHP + \sqrt{\text{пл. } ABF \times \text{пл. } GHP} \right] = \\ &= \frac{l}{3} \left[ \frac{mh^2}{2} + \frac{mh_1^2}{2} + \sqrt{\frac{mh^2}{2} \cdot \frac{mh_1^2}{2}} \right] = \\ &= \frac{l}{3} \left( \frac{mh^2}{2} + \frac{mh_1^2}{2} + \frac{mhh_1}{2} \right) = m \cdot \frac{h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1}{2} \cdot \frac{l}{3} \end{aligned}$$

гдѣ  $m$  есть заложеніе откосовъ ( $= 1, 1\frac{1}{2}, 2$  и т. д.).

3) Усѣченную пирамиду  $CDEIKF$  объема  $v_3$  равнаго въ данномъ случаѣ, вслѣдствіе одинаковаго заложенія обоихъ откосовъ канала, объему  $v_2$ .

Слѣдовательно, математически точный объемъ всего призматонда равенъ:

$$\begin{aligned} V &= v_1 + 2v_2 = \frac{h+h_1}{2} \cdot l \cdot b + m(h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1) \frac{l}{3} = \\ &= \left[ \frac{h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1}{3} \cdot m + \frac{h+h_1}{2} \cdot b \right] \cdot l. \end{aligned}$$

Выраженіе это представляется, въ цѣляхъ облегченія вычисленій, и въ иныхъ видахъ, но все же непосредственное вычисленіе объема по нимъ, вслѣдствіе сложности ихъ, практически невозможно. Существуетъ много таблицъ, которыя значительно облегчаютъ это дѣйствіе, но все же не настолько, чтобы формула была удобна для быстрого подсчета.







$$= (h - h_1)^2 \cdot \frac{m}{6} \cdot l.$$

$h - h_1$  есть разность глубинъ канавы на смежныхъ пикетахъ, между которыми вычисляется объемъ; обозначивъ ее черезъ  $t$ , получаемъ:

$$V_1 - V = t^2 \cdot \frac{m}{6} \cdot l.$$

Слѣдовательно, вычисленія по формулѣ Винклера даютъ для канавъ всегда величину объема больше дѣйствительной; представимъ эту ошибку въ цифрахъ на примѣрѣ, соотвѣтствующемъ дѣйствительности.

Разстояніе между пикетами 50 саж., откосы одиночные ( $m=1$ ), глубина на одномъ пикетѣ 0,40 саж., на другомъ 0,50 саж. (разница глубинъ значительная); тогда  $t = 0,10$  саж.,  $t^2 = 0,01$ ,

$$V_1 - V = 0,01 \cdot \frac{1}{6} \cdot 50 = 0,0833 \text{ куб. саж.},$$

т.-е. величина, не имѣющая практическаго значенія. Въ нижеслѣдующей таблицѣ вычислены погрѣшности для разностей глубинъ отъ 0,01 до 0,20 саж., при разстояніи между пикетами 100 сажень и при одиночныхъ откосахъ.

| $t$  | $V_1 - V$ | $t$  | $V_1 - V$ |
|------|-----------|------|-----------|
| 0,01 | 0,001666  | 0,11 | 0,2016    |
| 0,02 | 0,00666   | 0,12 | 0,240     |
| 0,03 | 0,0150    | 0,13 | 0,2816    |
| 0,04 | 0,02666   | 0,14 | 0,3266    |
| 0,05 | 0,041666  | 0,15 | 0,3750    |
| 0,06 | 0,0600    | 0,16 | 0,4266    |
| 0,07 | 0,08166   | 0,17 | 0,4866    |
| 0,08 | 0,10666   | 0,18 | 0,5400    |
| 0,09 | 0,1350    | 0,19 | 0,6016    |
| 0,10 | 0,1666    | 0,20 | 0,666     |

При откосахъ полуторныхъ ошибка увеличивается въ полтора раза, при откосахъ половинныхъ ошибка уменьшается на половину противъ величины ея, указанной въ таблицѣ.

Такъ какъ, при обычныхъ условіяхъ прохожденія канала по болоту, разница глубинъ между смежными пикетами, въ среднемъ, рѣдко превышаетъ 0,05 саж., то ошибка въ вычисленіи по приближенной формулѣ на протяженіи одной версты составить, при откосахъ 1:1, объемъ менѣе 0,208 куб. саж.;



Площади сѣченій канавъ въ квадратныхъ саженьяхъ приведены во второй части книги для ширины по дну отъ 0,2 до 1,00 саж., глубины отъ 0,10 до 1,00 саж. и откосовъ  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ . Для вычисления объема по этимъ таблицамъ приходится дѣлать слѣдующія манипуляціи: на отдѣльномъ листѣ выписывается площадь сѣченія, соотвѣтствующая глубинѣ канавы на 1 пикетѣ, подъ нею то же для 2-го пикета; подъ этими двумя выписанными площадями подписывается полусумма ихъ (при небольшомъ навѣкѣ она пишется непосредственно, безъ предварительнаго складыванія и дѣленія), полусумма умножается на разстояніе между пикетами и произведеніе пишется въ вѣдомость; при разстояніи между пикетами въ 50 саж., взаимнѣ умноженія на 50 проще вычисленную полусумму дѣлится на 2, что даетъ въ результатѣ тѣ же цифры (умноженіе на 50 равносильно умноженію на дробь  $\frac{100}{2}$ ).

Для вычисленій объемовъ по точной формулѣ призматоида составлено много таблицъ. Въ этомъ случаѣ для удобства вычисленій точную формулу представляютъ въ иномъ видѣ, исходя изъ площади поперечнаго сѣченія на срединѣ между пикетами.

Размѣры этого сѣченія равны:

Ширина по дну —  $e$  — та же, что и на пикетахъ,

глубина —  $h_{cp.} = \frac{h + h_1}{2}$

заложеніе откосовъ —  $m$  — то же, что и на пикетахъ,

площадь —  $F_{cp.} = \frac{e + e + 2 h_{cp.} \cdot m}{2} \cdot h_{cp.} = (e + m h_{cp.}) \cdot h_{cp.}$

Подставляя вмѣсто  $h_{cp.}$  величину его  $\frac{h + h_1}{2}$ , имѣемъ:

$$F_{cp.} = \left( e + m \cdot \frac{h + h_1}{2} \right) \cdot \frac{h + h_1}{2} = e \cdot \frac{h + h_1}{2} + m \left( \frac{h + h_1}{2} \right)^2$$

Объемъ по средней площади сѣченія получается:

$$V_{cp.} = F_{cp.} \cdot l = \left[ e \cdot \frac{h + h_1}{2} + m \left( \frac{h + h_1}{2} \right)^2 \right] \cdot l$$

Этотъ объемъ по средней площади меньше исчисленнаго разнѣ объема по точной формулѣ призматоида на:

$$\begin{aligned} (V - V_{cp.}) = & \left[ \frac{h^2 + h_1^2 + h \cdot h_1}{3} \cdot m + \frac{h + h_1}{2} \cdot e \right] \cdot l - \left[ e \cdot \frac{h + h_1}{2} \right. \\ & \left. + m \cdot \left( \frac{h + h_1}{2} \right)^2 \right] \cdot l = \frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12} \cdot l \end{aligned}$$



Такимъ образомъ:

$$V = \left( F_{\text{ср.}} + \frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12} \right) \cdot l$$

здѣсь  $V$  — точный объемъ выемки по формулѣ призматоида,

$F_{\text{ср.}}$  — площадь сѣченія на срединѣ между пикетами по средней глубинѣ  $\frac{h + h_1}{2}$ ,

$h$  и  $h_1$  — глубины на смежныхъ пикетахъ,

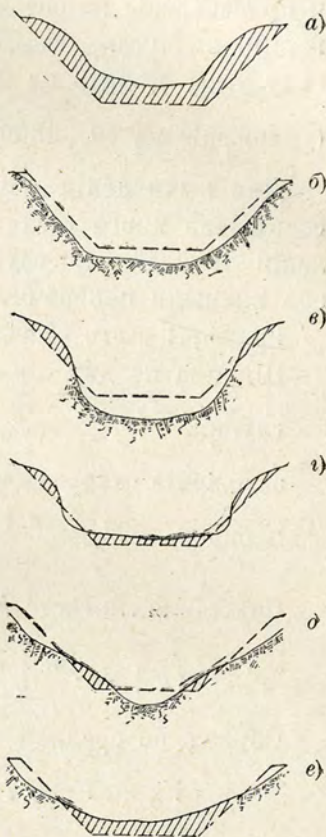
$m$  — заложеніе откосовъ, равное 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2 и т. д.

Площадь сѣченія  $F_{\text{ср.}}$  берется сразу изъ таблицъ площадей, а поправка  $\frac{(h - h_1)^2 \cdot m}{12}$  изъ таблицъ поправокъ,

помѣщенныхъ во второй части книги.

Не производится никакихъ вычисленій при пользованіи таблицами, составленными по принципу Пифагоровой таблицы умноженія; въ лѣвомъ вертикальномъ и верхнемъ горизонтальномъ столбцахъ пишутся глубины канавъ, а на пересѣченіяхъ соответствующихъ столбцовъ непосредственно дается объемъ канавы при томъ разстояніи между пикетами, для котораго составлена таблица. Для всякой ширины дна и заложенія откосовъ нужна особая таблица; въ виду весьма спеціальнаго значенія такихъ таблицъ и кропотливости ихъ составленія, ихъ нѣтъ въ продажѣ и едва ли даже вычисленъ весь ихъ комплектъ (образецъ такой таблицы приложенъ во второй части).

Если канава намѣчена по линіи существующаго русла, то дѣйствительный объемъ выемки получается, какъ разность объема проектированной канавы и объема существующаго русла, если сѣченіе послѣдняго цѣликомъ вмѣщается въ сѣченіяхъ проектныхъ (черт. 90 а.) Если же ширина или глубина существующаго русла въ иныхъ пикетахъ болѣе проектированныхъ, то вычисляется



Сплошнымъ —  
существующій профиль.  
Пунктиромъ — проекти-  
руемый профиль.  
Заштриховано — выемка.

Черт. 90.







не весь существующій объемъ, а только та часть его, которая заключена въ объемъ проектированнаго канала. При этомъ поперечныя сѣченія существующаго русла и проектированнаго могутъ располагаться относительно другъ друга согласно одной изъ шести изображенныхъ фигуръ, на которыхъ вычисляется только та часть площади сѣченія существующаго русла, которая заштрихована (черт. 90 д.).

Часто при большой волѣ, зыбкости грунта, отложеніяхъ наносовъ и пр. является невозможнымъ измѣрить ширину существующаго русла по дну. Въ этомъ случаѣ для вычисленія объема существующаго русла можно принимать поперечное сѣченіе его подобнымъ эллипсу или параболѣ.

Къ половинѣ эллипса сѣченіе русла ближе подходитъ, когда ширина его болѣе глубины. Половина площади эллипса, соотвѣтствующая площади сѣченія русла, выражается формулою:

$$F_{эл.} = \frac{\pi}{2} \cdot a \cdot e = 0,78 \cdot 2a \cdot e, \text{ гдѣ } 2a \text{ — ширина русла по верху, } e \text{ — глубина.}$$

Къ параболической кривой сѣченіе русла ближе подходитъ, когда ширина его менѣе глубины. Площадь ограниченная двумя вѣтвями параболы и замкнутая сверху линіею  $ae$  выражается

$$F_{пар} = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot x \cdot y = 0,66 \cdot 2y \cdot x \text{ гдѣ } 2y \text{ — ширина русла по верху, } x \text{ — глубина.}$$

Размѣры канавъ и вычисленные объемы выписываются въ вѣдомость протяженій, размѣровъ и объемовъ канавъ нижеприводимой формы.

### Составленіе смѣты.

Объемъ выемки совмѣстно съ характеромъ растительности на осушаемомъ участкѣ, родомъ грунта, наличностью или отсутствіемъ подземныхъ пней, росшаго нѣкогда лѣса, опредѣляетъ главнымъ образомъ, количество рабочихъ рукъ для выполненія работы; при этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что земля, вынутая изъ канавы, должна складываться по обѣ стороны ея въ валы, отстоящіе отъ края канавы не менѣе 0,5 саж., и эти валы должны прорѣзываться черезъ 10 саж. воронками для облегченія стока воды съ болотъ въ канаву. Количество рабочихъ рукъ вычисляется по нормамъ Урочнаго Положенія, составленнаго еще въ 1869 году, соотвѣтствующіе параграфы котораго приведемъ въ томъ порядкѣ, въ которомъ работа выполняется.



Прежде всего, полоса земли, назначенная подъ канаву, берму и кавальеры должна быть очищена отъ лѣса; количество рабочихъ рукъ для этого опредѣляется § 99.

§ 99. Для вырубки лѣса съ корчеваніемъ пней, обрубкой сучьевъ и вершинъ у строевыхъ деревьевъ, относкою въ сторону и складываніемъ бревенъ, накатника и жердей въ штабели, дровъ и хвороста—въ сажени, а пней—въ кучи, на десятину:

Рабочихъ силъ для лѣса

густого      посред-      рѣдкаго  
                 ственнаго

1) Дуба, бука, ильма, клена, ясеня, лиственницы и другихъ твердыхъ деревьевъ, при высотѣ ихъ на корнѣ:

а) 12 и болѣе сажень:

|                                              |     |     |     |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Очень толстыхъ (въ комлѣ 12 и болѣе вершк.). | 448 | 355 | 226 |
| Толстыхъ (въ комлѣ отъ 8 до 12 вершк.).      | 418 | 333 | 211 |

б) отъ 8 до 12 сажень:

|                                            |     |     |     |
|--------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Очень толстыхъ . . . . .                   | 404 | 315 | 200 |
| Толстыхъ . . . . .                         | 374 | 293 | 187 |
| Посредственныхъ (въ комлѣ отъ 5 до 8 вер.) | 359 | 255 | 180 |

в) отъ 5 до 8 сажень:

|                                       |     |     |     |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|
| Толстыхъ . . . . .                    | 294 | 233 | 147 |
| Посредственныхъ . . . . .             | 279 | 225 | 140 |
| Тонкихъ (въ комлѣ менѣе 5 вершк.) . . | 204 | 165 | 102 |

г) высотой менѣе 5 сажень:

|                           |     |     |    |
|---------------------------|-----|-----|----|
| Посредственныхъ . . . . . | 190 | 150 | 95 |
| Тонкихъ . . . . .         | 150 | 120 | 75 |

2) Сосны, при деревьяхъ высотой:

а) 12 и болѣе сажень:

|                          |     |     |     |
|--------------------------|-----|-----|-----|
| Очень толстыхъ . . . . . | 350 | 278 | 175 |
| Толстыхъ . . . . .       | 320 | 255 | 160 |

б) отъ 8 до 12 сажень:

|                           |     |     |     |
|---------------------------|-----|-----|-----|
| Очень толстыхъ . . . . .  | 318 | 248 | 159 |
| Толстыхъ . . . . .        | 288 | 225 | 144 |
| Посредственныхъ . . . . . | 240 | 192 | 122 |

в) отъ 5 до 8 сажень:

|                           |     |     |     |
|---------------------------|-----|-----|-----|
| Толстыхъ . . . . .        | 220 | 188 | 114 |
| Посредственныхъ . . . . . | 175 | 155 | 92  |
| Тонкихъ . . . . .         | 145 | 133 | 77  |



г) высотой меньше 5 сажень:

|                           |     |     |    |
|---------------------------|-----|-----|----|
| Посредственныхъ . . . . . | 130 | 100 | 65 |
| Топкихъ . . . . .         | 90  | 71  | 45 |

3) Ели, березы, осины, липы и другихъ деревь мягкой породы, количество рабочихъ силъ полагать противъ сосны отъ 10 до 12% меньше, смотря по мягкости породы.

|                                       |    |    |    |
|---------------------------------------|----|----|----|
| Кустарника и дровяного лѣса . . . . . | 90 | 45 | 25 |
|---------------------------------------|----|----|----|

Примѣчаніе. Если сумма площадей поперечнаго сѣченія пней отъ срубленныхъ на десятинѣ деревь составляетъ болѣе 400 кв. фут., то такой лѣсъ считается густымъ, отъ 250 до 400 — посредственной густоты, а меньше 250 кв. фут. — рѣдкимъ.

§ 100. Для вырубкы лѣса безъ корчеванія съ очисткою его сучьевъ, относкою въ сторону и на укладку бревень, накатника и жердей въ штабели, а дровъ и хвороста — въ куб. сажени, количество рабочихъ силъ на десятину уменьшать противъ § 99 на 40%.

На самое прорытіе канавъ назначаются рабочія руки согласно § 30.

§ 30. Для копанія земли изъ рвовъ, глубиною до 2 аршинъ и шириною не меньше 2 арш., съ выбрасываніемъ или накладываніемъ прямо на тачки, на куб. сажень:

а) Сыпучей или рыхлой земли, отдѣляемой деревянными съ желѣзнымъ лезвіемъ лопатами,

землекоповъ . . . . . 1

б) Растительной земли или вообще всякаго грунта, отдѣляемаго желѣзными заступами, смотря по крѣпости грунта и удѣльному вѣсу,

отъ до  
землекоповъ . . . . . 1,5—2

Примѣчаніе: Сюда относится также земля, смѣшанная съ щепами или щебнемъ.

в) Плотной сланцеватой глины, слежавшагося гравія, торфа съ корнями и пнями и вообще всякаго грунта, отдѣляемаго отчасти ломами, кирками и топорами, смотря по его твердости и удѣльному вѣсу,

землекоповъ . . . . . 3—4



г) Отвердѣваго глинистаго грунта, щебенистой земли съ большимъ количествомъ валуновъ, или мерзлаго грунта, отдѣляемаго при помощи кирокъ и ломовъ, смотря по его крѣпости и удѣльному вѣсу, . . . . . 5—6

д) Крѣпкихъ каменистыхъ, щебенистыхъ и замерзшихъ грунтовъ, отдѣляемыхъ помощью ломовъ, клиньевъ и молота, . . . . . 7—8

При глубинѣ канавы болѣе 2 аршинѣ, количество рабочихъ рукъ увеличивается по § 32.

§ 32. При выкидываніи вышеозначенныхъ грунтовъ изъ глубины болѣе 2 арш., по уступамъ, прибавляется, сообразно съ удѣльнымъ вѣсомъ земли, на кубическую сажень:

а) при глубинѣ до 3 аршинѣ землекопѣвъ . . . . . 0,35—0,6

6) " " " 4 " " . . 0,7—1,2

Вынутая земля складывается въ валы, на что при-  
бавляется по § 31 землекоповъ на 25%.

Если же земля, вынимаемая изъ канавъ, разбрасывается тонкимъ слоемъ по болоту, то требуемые землекопы для этого назначаются согласно § 36.

§ 36. Для откидыванія на горизонтальное разстояніе 2-хъ или на высоту до 1 саж. разрыхленной земли, на куб. саж.:

а) для грунтовъ, обозначенныхъ въ § 30 лит. а, б,  
землекопъ. . . . . 1

|                                                |                         |
|------------------------------------------------|-------------------------|
| б) для грунтовъ, обозначенныхъ въ § 30 лит. в, |                         |
| г, д,                                          | землекопъ. . . . . 1,33 |

Въ мѣстахъ устройства воронокъ рыхлая земля въ валу должна быть откинута въ сторону, на что требуются согласно § 35 на 1 куб. саж.:

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| а) для грунтов, обозначенных в § 30 лит. а, б, |      |
| землекопов. . . . .                            | 0,75 |

б) для грунтовъ, обозначенныхъ въ § 30 лит.  
В, Г, Д, . . . . . землекоповъ. . . . . 1

|                                                                                                                                                                                          |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| При тщательной работѣ, откосы канавъ должны быть<br>выравнены и отпланированы; согласно § 47, на плани-<br>рование подъ рейку готовыхъ откосовъ, на квадр. саж.,<br>землекоповъ. . . . . | 0.07 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|



При работѣ въ водѣ расчетъ рабочихъ силъ значительно измѣняется; именно по § 29:

„Для вычерпыванія ручными черпаками и ковшами съ помощью ворота, разжиженной земли, илу и изъ рѣкъ песку на куб. сажень:

- а) Изъ глубины не болѣе 0,5 саж. до поверхности, за которую выбрасывается земля . . . . . землекоповъ 6
- б) Изъ глубины не болѣе 0,66 саж. . . . . землекоповъ 7
- в) Изъ глубины 1 саж. . . . . землекоповъ 11
- г) При большей глубинѣ прибавлять къ 11 землекопамъ на каждыя 0,5 саж. углубленія . . . . землекоповъ по 1,5

Составленіе смѣты по нормамъ Урочнаго Положенія необходимо лишь по формальнымъ соображеніямъ для казенныхъ учрежденій. Частныя же лица, при сдачѣ исполненія работы съ подряда, никогда по этимъ нормамъ вычисленій не производятъ, а непосредственно оцѣниваютъ 1 куб. саж. выемки, или одну сажень протяженія канавы.

Дѣйствительныя цѣны на земляныя осушительныя работы при подрядномъ исполненіи ихъ въ Минской губерніи въ 1915 году представляются слѣдующей таблицей: \*)

|                                                                  | Чистое болото безъ пней. |    |                 |    | Сосновый и березовый лѣсъ безъ большихъ пней. |    |                 |    | Ольховые и другіе крупныя пни. |    |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------|----|-----------------|----|-----------------------------------------------|----|-----------------|----|--------------------------------|----|
|                                                                  | Торфѣ.                   |    | Песокъ и глина. |    | Торфѣ.                                        |    | Песокъ и глина. |    | Торфѣ.                         |    |
|                                                                  | Руб.                     | К. | Руб.            | К. | Руб.                                          | К. | Руб.            | К. | Руб.                           | К. |
| I Новыя канавы:                                                  |                          |    |                 |    |                                               |    |                 |    |                                |    |
| а) шириною по верху менѣе 2,5 саж.                               | 1                        | 75 | 2               | 00 | 1                                             | 85 | 2               | 10 | 2                              | 50 |
| б) шириною по верху болѣе 2,5 саж.                               | 2                        | 00 | 2               | 50 | 2                                             | 25 | 2               | 75 | 3                              | 00 |
| II Уширеніе и углубленіе:                                        |                          |    |                 |    |                                               |    |                 |    |                                |    |
| а) Канавъ и мелкихъ руселъ безъ большой проточной воды . . . . . | 2                        | 00 | 2               | 30 | 2                                             | 10 | 2               | 40 | 2                              | 75 |
| б) Каналовъ и рѣчекъ при работѣ въ проточной водѣ: . . . . .     |                          |    |                 |    |                                               |    |                 |    |                                |    |
| 1) шириною менѣе 3 саж. . . . .                                  | 3 руб. 00 к.             |    |                 |    | 3 руб. 50 к.                                  |    |                 |    | 4 р. 00 к.                     |    |
| 2) шириною болѣе 3 саж. . . . .                                  | 3 руб. 50 к.             |    |                 |    | 4 руб. 10 к.                                  |    |                 |    | 5 р. 00 к.                     |    |

При уклонахъ мѣстности болѣе 0,0005 расцѣнка принимается

\*) До начала войны.



меньшая, при уклонахъ менѣе 0,0005 принимается повышенная расцѣнка.

За вышеупомянутыя цѣны производятся:

- 1) Вырубка лѣса на всей площади подъ каналъ, бермы и кавальеры и складываніе его за кавальерами.
- 2) Выемка 1 куб. саж. грунта изъ канала.
- 3) Очистка бермъ отъ вынутаго изъ канала грунта.
- 4) Складываніе вынутаго грунта въ кавальеры на разстояніи не менѣе 0,5 саж. отъ края канала.
- 5) Устройство воронокъ для стока воды черезъ 10 саж. по каждой сторонѣ канала.
- 6) Устройство по сторонамъ каждой воронки бермъ шириною 0,20 саж.
- 7) Обдѣлка кавальеровъ со стороны канала и воронокъ откосомъ не круче полуторнаго.
- 8) Планированіе откосовъ канала.

Дѣйствительно произведенный на прорытіе канавъ на казенныхъ земляхъ расходъ не долженъ превышать нормъ Урочнаго Положенія и потому въ этихъ случаяхъ необходимо составленіе подробной смѣты; цѣны на рабочія руки ставятся въ смѣтѣ тѣ, которыя утверждаются для cadaго мѣсяца Строительными отдѣленіями при Губернскихъ Правленіяхъ. Образецъ такой смѣты на устройство одной канавы, профиль которой представленъ на черт. 87, приводится.



Предварительная смета на устройство канала № 4 въ ..... казенной дачѣ ..... лѣсничества  
уѣзда.

| № по по-<br>рядку. | О П И С А Н І Е Р А Б О Т Ъ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Основанія къ опре-<br>дѣленію количества<br>рабочихъ и матер. | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.        |          |      |        | ПРИМѢЧАНІЯ.                                                       |      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|----------|------|--------|-------------------------------------------------------------------|------|
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               | Рабочихъ.             |          | Матери-<br>аловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |                                                                   |      |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |                   | Рубли.   | Коп. | Рубли. |                                                                   | Коп. |
| 1.                 | Для прорытія канала № 4, бокового къ магистральному каналу, длиною 400 сажень, проходящаго цѣликомъ по землѣ казенной дачи, со средними размѣрами: шириною по дну 0,50 саж., глубиною 0,42 саж. и шириною по верху 1,35 саж., съ проектнымъ объемомъ 152,18 куб. саж., а за вычетомъ 59,27 куб. саж. объема существующей канавы, объемомъ выемки 92,91 куб. саж. торфяной и песчаной почвы съ корнями и пнями деревьевъ и кустарниковъ, съ устройствомъ кавальеровъ и очисткой бермъ и съ откидываніемъ половины количества вынутой изъ канавы земли на разстояніе до 1,5 сажень—потребно землекоповъ:<br>$92,91 \times 1,50 \times 1,25 + \frac{92,91}{2} \times 0,75.$ | Урочное положеніе.<br>§§ 30-б, 31 и 35-а.                     | 209,05                |          |                   |          |      |        |                                                                   |      |
| 2.                 | Для планированія подъ рейку готовыхъ откосовъ канала при заложеніи ихъ 1:1, длинѣ канала 400 саж. и средней глубинѣ 0,42 саж., на площади:<br>$400 \times 2 \sqrt{0,42^2 + 0,42^2} = 476$ кв. саж. потребно землекоповъ:<br>$0,07 \times 476.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | § 47.                                                         | 33,32                 |          |                   |          |      |        |                                                                   |      |
| 3.                 | Для откидыванія земли изъ кавальеровъ подъ воронки, считая на каждую 0,18 куб. саж., при устройствѣ ихъ черезъ 10 сажень, потребно землекоповъ:<br>$0,75 \times \left(\frac{400}{10} - 1\right) \times 2 \times 0,18.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | § 35-а.                                                       | 10,53                 |          |                   |          |      |        |                                                                   |      |
| 4.                 | Для прорѣзки по длинѣ канала черезъ 10 саж. воронокъ для стока воды, длиною 1,5 саж. шириною 0,30 саж., глубиною отъ 0 до 0,30 саж., объемомъ $1,5 \times 0,30 \times \frac{0,30}{2} = 0,0675$ куб. саж. каждая, потребно землекоповъ:<br>$1,5 \times \left(\frac{400}{10} - 1\right) \times 2 \times 0,0675.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | § 30 б.                                                       | 7,90                  |          |                   |          |      |        |                                                                   |      |
| 5.                 | Для вырубкы съ корчеваніемъ пней по линіи канала разнороднаго дровяного лѣса и зарослей лозы средней густоты на протяженіи 300 саж., при ширинѣ полосы въ 3,5 саж., потребно рабочихъ:<br>$45 \times \frac{3,5 \times 300}{2400}.$<br>Всего на устройство канала № 4 потребно:<br>землекоповъ . . . . .<br>рабочихъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | § 99.                                                         | 19,67                 |          |                   |          |      |        | По справочнымъ цѣнамъ за<br>іюнь мѣсяцъ 1907 г. по.....<br>уѣзду. |      |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               | 260,80                |          |                   | 90       | 234  | 72     |                                                                   |      |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               | 19,67                 |          |                   | 70       | 13   | 77     |                                                                   |      |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               |                       |          |                   |          | 248  | 49     |                                                                   |      |

Согласно даннымъ опыта, работу эту можно выполнить, считая по 2 рубля за кубическую сажень выемки, за  $2 \text{ р.} \times 92,91 = 185 \text{ р. } 82 \text{ к.}$



Предварительная смета на устройство канала № 4 въ ..... казенной дачѣ ..... лѣсничества  
уѣзда.

| № по порядку. | О П И С А Н И Е Р А Б О Т Ы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Основанія къ опредѣленію количества рабочихъ и матер. | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |           |          | П Р И М Ъ Ч А Н І Я.                                        |      |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|-----------|----------|-------------------------------------------------------------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       | Рабочихъ.             |          | Материаловъ. | Единицы. |           | ВСЕГО.   |                                                             |      |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп.      | Рубли.   |                                                             | Коп. |
| 1.            | Для прорытія канала № 4, бокового къ магистральному каналу, длиною 400 сажень, проходящаго цѣликомъ по землѣ казенной дачи, со средними размѣрами: шириною по дну 0,50 саж., глубиною 0,42 саж. и шириною по верху 1,35 саж., съ проектнымъ объемомъ 152,18 куб. саж., а за вычетомъ 59,27 куб. саж. объема существующей канавы, объемомъ выемки 92,91 куб. саж. торфяной и песчаной почвы съ корнями и пнями деревьевъ и кустарниковъ, съ устройствомъ кавальеровъ и очисткой бермъ и съ откидываніемъ половины количества вынутой изъ канавы земли на разстояніе до 1,5 сажень—потребно землекоповъ:<br>$92,91 \times 1,50 \times 1,25 + \frac{92,91}{2} \times 0,75.$ | Урочное положеніе.<br>§§ 30-б, 31 и 35-а.             | 209,05                |          |              |          |           |          |                                                             |      |
| 2.            | Для планированія подъ рейку готовыхъ откосовъ канала при заложеніи ихъ 1:1, длинѣ канала 400 саж. и средней глубинѣ 0,42 саж., на площади:<br>$400 \times 2 \cdot \sqrt{0,42^2 + 0,42^2} = 476 \text{ кв. саж.}$ потребно землекоповъ:<br>$0,07 \times 476.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | § 47.                                                 | 33,32                 |          |              |          |           |          |                                                             |      |
| 3.            | Для откидыванія земли изъ кавальеровъ подъ воронки, считая на каждую 0,18 куб. саж., при устройствѣ ихъ черезъ 10 сажень, потребно землекоповъ:<br>$0,75 \times \left(\frac{400}{10} - 1\right) \times 2 \times 0,18.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | § 35-а.                                               | 10,53                 |          |              |          |           |          |                                                             |      |
| 4.            | Для прорѣзки по длинѣ канала черезъ 10 саж. воронокъ для стока воды, длиною 1,5 саж. шириною 0,30 саж., глубиною отъ 0 до 0,30 саж., объемомъ $1,5 \times 0,30 \times \frac{0,30}{2} = 0,0675$ куб. саж. каждая, потребно землекоповъ:<br>$1,5 \times \left(\frac{400}{10} - 1\right) \times 2 \times 0,0675.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | § 30 б.                                               | 7,90                  |          |              |          |           |          |                                                             |      |
| 5.            | Для вырубкы съ корчеваніемъ пней по линіи канала разнороднаго дровяного лѣса и зарослей лозы средней густоты на протяженіи 300 саж., при ширинѣ полосы въ 3,5 саж., потребно рабочихъ:<br>$45 \times \frac{3,5 \times 300}{2400}.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | § 99 <sup>а</sup> .                                   | 19,67                 |          |              |          |           |          | По справочнымъ цѣнамъ за іюнь мѣсяцъ 1907 г. по..... уѣзду. |      |
|               | Всего на устройство канала № 4 потребно:<br>землекоповъ . . . . .<br>рабочихъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                       | 260,80<br>19,67       |          |              | 90<br>70 | 234<br>13 | 72<br>77 |                                                             |      |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |                       |          |              |          | 248       | 49       |                                                             |      |

Согласно даннымъ опыта, работу эту можно выполнить, считая по 2 рубля за кубическую сажень выемки, за  $2 \text{ р.} \times 92,91 = 185 \text{ р. } 82 \text{ к.}$



Предварительная смета на устройство канала № 4 въ ..... казенной дачѣ ..... лѣсничества  
уѣзда.

| № по по-<br>рядку. | О П И С А Н И Е Р А Б О Т Ь.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Основанія къ опре-<br>дѣленію количества<br>рабочихъ и матер. | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.        |          |           |          | ПРИМѢЧАНІЯ.                                                       |      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|----------|-----------|----------|-------------------------------------------------------------------|------|
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               | Рабочихъ.             |          | Матери-<br>аловъ. | Единицы. |           | ВСЕГО.   |                                                                   |      |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |                   | Рубли.   | Коп.      | Рубли.   |                                                                   | Коп. |
| 1.                 | Для прорытія канала № 4, бокового къ магистральному каналу, длиною 400 сажень, проходящаго цѣликомъ по землѣ казенной дачи, со средними размѣрами: шириною по дну 0,50 саж., глубиною 0,42 саж. и шириною по верху 1,35 саж., съ проектнымъ объемомъ 152,18 куб. саж., а за вычетомъ 59,27 куб. саж. объема существующей канавы, объемомъ выемки 92,91 куб. саж. торфяной и песчаной почвы съ корнями и пнями деревьевъ и кустарниковъ, съ устройствомъ кавальеровъ и очисткой бермъ и съ откидываніемъ половины количества вынутой изъ канавы земли на разстояніе до 1,5 сажень—потребно землекоповъ:<br>$92,91 \times 1,50 \times 1,25 + \frac{92,91}{2} \times 0,75.$ | Урочное положеніе.<br>§§ 30-б, 31 и 35-а.                     | 209,05                |          |                   |          |           |          |                                                                   |      |
| 2.                 | Для планированія подъ рейку готовыхъ откосовъ канала при заложеніи ихъ 1:1, длинѣ канала 400 саж. и средней глубинѣ 0,42 саж., на площади:<br>$400 \times 2 \cdot \sqrt{0,42^2 + 0,42^2} = 476 \text{ кв. саж.}$ потребно землекоповъ:<br>$0,07 \times 476.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | § 47.                                                         | 33,32                 |          |                   |          |           |          |                                                                   |      |
| 3.                 | Для откидыванія земли изъ кавальеровъ подъ воронки, считая на каждую 0,18 куб. саж., при устройствѣ ихъ черезъ 10 сажень, потребно землекоповъ:<br>$0,75 \times \left(\frac{400}{10} - 1\right) \times 2 \times 0,18.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | § 35-а.                                                       | 10,53                 |          |                   |          |           |          |                                                                   |      |
| 4.                 | Для прорѣзки по длинѣ канала черезъ 10 саж. воронокъ для стока воды, длиною 1,5 саж. шириною 0,30 саж., глубиною отъ 0 до 0,30 саж., объемомъ $1,5 \times 0,30 \times \frac{0,30}{2} = 0,0675$ куб. саж. каждая, потребно землекоповъ:<br>$1,5 \times \left(\frac{400}{10} - 1\right) \times 2 \times 0,0675.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | § 30 б.                                                       | 7,90                  |          |                   |          |           |          |                                                                   |      |
| 5.                 | Для вырубкы съ корчеваніемъ пней по линіи канала разнороднаго дровяного лѣса и зарослей лозы средней густоты на протяженіи 300 саж., при ширинѣ полосы въ 3,5 саж., потребно рабочихъ:<br>$45 \times \frac{3,5 \times 300}{2400}.$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | § 99 <sup>а</sup> .                                           | 19,67                 |          |                   |          |           |          | По справочнымъ цѣнамъ за<br>іюнь мѣсяцъ 1907 г. по.....<br>уѣзду. |      |
|                    | Всего на устройство канала № 4 потребно:<br>землекоповъ . . . . .<br>рабочихъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                               | 260,80<br>19,67       |          |                   | 90<br>70 | 234<br>13 | 72<br>77 |                                                                   |      |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               |                       |          |                   | 248      | 49        |          |                                                                   |      |

Согласно даннымъ опыта, работу эту можно выполнить, считая по 2 рубля за кубическую сажень выемки, за  $2 \text{ р.} \times 92,91 = 185 \text{ р. } 82 \text{ к.}$



## Пояснительная записка.

Всякій проектъ меліоративныхъ работъ, представляемый въ учрежденія на утвержденіе или для полученія ссуды, долженъ содержать пояснительную записку, заключающую въ себѣ:

1) Объясненіе по какому побужденію составленъ проектъ (постановленіе какого-либо совѣщанія, заявленіе какого-либо учрежденія, заявленіе частнаго лица, приговоръ крестьянскаго общества) и цѣли работъ.

2) Описаніе болота: рельефъ, растительность, мощность торфа, родъ эксплуатаціи.

3) Описаніе водопріемника и существующихъ на болотѣ осушительныхъ канавъ.

4) Описаніе предполагаемыхъ работъ: протяженіе, размѣры объема и стоимость ихъ.

5) Предполагаемые результаты работъ: техническіе и экономическіе.

6) Юридическія условія производства работъ: отсутствіе юридическихъ затрудненій или необходимость соглашенія съ сосѣдними владѣльцами.

Подробной перечень документовъ, входящихъ въ составъ проектовъ по осушительнымъ работамъ, установленъ циркуляромъ Отдѣла Земельныхъ улучшеній отъ 30 декабря 1910 года и приведенъ во второй части книги.

Въ видѣ примѣра обыкновенной краткой пояснительной записки приводится ниже записка изъ проекта, составленнаго Бюро Минской Губернской Земской управы:

Пояснительная записка къ проекту осушительныхъ работъ въ имѣніи..... Слуцкаго уѣзда, Минской губерніи, принадлежащемъ.....

По заявленію владѣльца имѣнія..... поданнаго на имя Губернской Земской Управы 15 апрѣля 1914 года, въ началѣ лѣта того же года произведены были изысканія въ цѣляхъ выясненія возможности осушенія находящихся въ имѣніи болотъ и обращенія части ихъ подъ сѣнокосы, а части подъ лѣсную удобную площадь; при этомъ съ 26 апрѣля по 16 мая исполнено 43 версты 297 саж. нивелировки ходовыхъ линій, намѣчены и провѣшены линіи предполагаемыхъ къ прорытію каналовъ, съ забивкою черезъ каждыя 100 саж. пикетовъ (деревянныхъ кольевъ) и съ обозначеніемъ на нихъ номеровъ соотвѣствующихъ номерамъ пикетовъ въ приложенной къ проекту вѣдомости о размѣрахъ каналовъ.



Имѣніе расположено въ юго-восточной части Слуцкаго уѣзда, въ 40 верстахъ отъ города Слуцка и въ 36 верстахъ отъ ст. Урѣчье вѣтки Либ.-Ром. ж. д. Главнымъ водопріемникомъ для стекающей изъ имѣнія воды служить рѣка Сѣверная Случь, при чемъ владѣнія непосредственно примыкають къ рѣкѣ Случи въ юго-западной своей части.

Болота расположены въ двухъ отдѣльныхъ другъ отъ друга участкахъ въ западной и восточной части имѣнія, раздѣленныхъ между собою песчаной грядой, по которой пролегаетъ дорога изъ имѣнія Листопада въ село Милковичи. Болота, расположенныя въ западной части, имѣють выходъ и естественный уклонъ къ рѣкѣ Случи непосредственно по владѣнію имѣнія, болота же восточной части имѣють выходъ и естественный уклонъ къ рѣкѣ Случи черезъ владѣнія крестьянъ села Милковичи и крестьянъ хуторянъ имѣнія Крестьянскаго Поземельнаго Банка Милковичи. Болота западной части имѣнія въ нижней своей части принадлежать къ типу низинныхъ, при чемъ въ урочище „Гатково“, „Жидово“, „Якимово“ и „Подъельничье“ покрыты крупнымъ ольховымъ лѣсомъ съ примѣсью ели и березы; въ урочищахъ же: „Шестахъ“, „Клюсино“, часть „Жидово“ „Якимово“—свободны отъ лѣсной заросли, и въ урочищѣ „Горбачиха“ покрыты лозовымъ и ольховымъ кустарникомъ. Верховья этихъ болотъ, урочище „Муровицы“, принадлежать къ типу моховыхъ, поросшихъ густой мелкой корявой сосной. Болота восточной половины имѣнія въ урочищахъ „Пасѣки“, „Осняки“, „Присторонь“, „Сухой“, „Лѣсокъ“ и „Топило“—низиннаго типа, частью свободны отъ лѣсной заросли, частью поросли лозой и березнякомъ; въ урочищѣ „Березовой Мохъ“ и „Избицы“ болото типа переходнаго, покрытое березнякомъ съ примѣсью коряной сосны; и въ урочищахъ „Гряда“, „Глумча“, „Полома“ и верховья урочища, „Березовой мохъ“ типа мохового, покрытое исключительно корявой сосной.

Травяная растительность излѣдованныхъ болотъ какъ и типы ихъ, очень разнообразны: на низинномъ болотѣ, покрытомъ лѣсными зарослями, растительность состоитъ изъ осоки разныхъ видовъ, бѣлокрыльника, касатика, трилистника, калужницы, кувшинки, щавеля конскаго, аира, тростника, пырея болотнаго, папортника, ряски и тѣлорѣза, встрѣчающагося въ большомъ количествѣ на днѣ существующихъ канавъ; на мѣстахъ, свободныхъ отъ лѣсной заросли, встрѣчаются: осока, лютикъ, калужница, кувшинка, мятликъ обыкновенный, трилистникъ, дрена, бѣлозоръ, хвощъ, касатикъ, пушица обыкновенная и др. На переходномъ болотѣ травяная растительность состоитъ изъ осоки разныхъ видовъ, бѣлокрыльника, трилистника, калужницы, тростника, пушицы обыкновенной, бѣлозора и др.; кромѣ того, встрѣчаются кусты багульника, подбѣла и багуна. На моховомъ болотѣ растетъ осока круглая, пушица одноголовая, тростникъ, багульникъ, подбѣлъ, багунъ и др. малотребовательныя растенія.



Мощность напластованія торфа на низинномъ болотѣ колеблется отъ 0,20 до 0,60 саж., на переходномъ болотѣ отъ 0,20 до 2,30 саж., и на моховомъ болотѣ отъ 0,20 до 1 саж., подпочва-бѣлый песокъ, мѣстами переходящій въ суглинокъ.

Общая площадь имѣнія съ подраздѣленіемъ по угодьямъ опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

| НАЗВАНІЕ УГОДІЙ.                                    | Количество. |             |
|-----------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                     | Дес.        | Саж.        |
| <b>Удобной земли:</b>                               |             |             |
| Усадебной . . . . .                                 | 6           | 297         |
| Пашни . . . . .                                     | 167         | 274         |
| Сѣнокоса по суходолу . . . . .                      | 68          | 2141        |
| Лѣсу . . . . .                                      | 1826        | 547         |
| Вырубки . . . . .                                   | 67          | 2240        |
| Кустарныхъ зарослей . . . . .                       | 32          | 704         |
| Перелога . . . . .                                  | 36          | 353         |
| Выгона . . . . .                                    | 27          | 1420        |
| Подъ корчмой . . . . .                              | 1           | 745         |
| <b>Итого удобной . . .</b>                          | <b>2233</b> | <b>1576</b> |
| <b>Неудобной земли:</b>                             |             |             |
| <b>Болота:</b>                                      |             |             |
| Чистаго сѣнокоснаго . . . . .                       | 300         | 688         |
| Заросшаго лозой, ольхой и березникомъ . . . . .     | 160         | 1200        |
| Заросшаго мѣшанымъ лѣсомъ . . . . .                 | 158         | 1200        |
| Заросшаго березникомъ и сосной . . . . .            | 190         | 1200        |
| Моховаго заросшаго корявой сосной . . . . .         | 189         | 1200        |
|                                                     | 1000        | 688         |
| Подъ дорогами, рѣками, канавами и песками . . . . . | 26          | 555         |
| <b>Итого неудобной . .</b>                          | <b>1026</b> | <b>1243</b> |
| Крестьянскихъ надѣловъ внутри имѣнія . . . . .      | 109         | 840         |
| <b>Всего . . . . .</b>                              | <b>3369</b> | <b>1259</b> |

Такимъ образомъ, неудобныя земли и болота составляютъ  $\frac{1026 \times 100}{2233} = 46\%$  — общей площади имѣнія.

Для осушенія болотъ сначала проектировалось два магистральныхъ канала, одинъ въ западной части—цѣликомъ по землѣ имѣнія съ усть-



емъ въ рѣку Случь между урочищами „Гатково“, „Почина“ и второй— для восточной части съ выпускомъ воды по естественному уклону въ рѣку Случь ниже села Милковичи, черезъ владѣнія крестьянъ села Милковичи и крестьянъ хуторянъ имѣнія Милковичи; однако переговоры съ названными крестьянами о проложеніи канала по ихъ землямъ за счетъ владѣльца им. Листопадовичи съ небольшимъ матеріальнымъ участіемъ или участіемъ натурою по продолженію канала на ихъ земляхъ къ благопріятному результату не привели; тогда было рѣшено восточную часть болотъ осушать продолженіемъ магистральнаго канала № 1 черезъ узкій песчаный перешеекъ въ урочищѣ „Борки“ черезъ дорогу изъ Листопадовичъ въ Милковичи. Для этого необходимо сдѣлать перекопъ названнаго перешейка на самомъ низкомъ мѣстѣ, при чемъ наибольшая глубина перекопа получилась по профилю 1,62 саж., длина перекопа 25 саж., уклонъ канала въ этомъ мѣстѣ и далѣе за перекопомъ равенъ 0,0003, т.-е. достаточный для принятія и отвода всѣхъ водъ проступающихъ съ прилегающей мѣстности въ рѣку Случь по выбранному направленію. Длина всего канала 6 вер. 131 саж., при чемъ съ пикета 236 до 139, идя сверху внизъ, каналъ нужно копать по новому мѣсту съ п. 139 и до устья его въ р. Случь п. 180, каналъ нужно рыть по существующей небольшой канавѣ; на этомъ протяженіи въ нижней части канала между пикетами 177 и 178, есть небольшой перекопъ, спрямляющій старую канаву. Объемъ выемки магистральнаго канала № 1 равенъ 3812,56 куб. саж. за вычетомъ объема уже существующей канавы.

Къ магистральному каналу № 1, для осушенія западной части, необходимо прорыть: каналъ № 2, дл. 400 саж., объемомъ 143,81 куб. саж.; № 3, длиной 300 саж., объемомъ 96,48 куб. саж.; № 4, длиной 500 саж., объемомъ 237,07 куб. саж.; № 5, длиной 800 саж., объемомъ 348,37 куб. саж.; № 7, длиной 370 саж., объемомъ 85,02 куб. саж.; № 8, длиной 11,00 саж., объемомъ 421,34 куб. саж. и № 9, дл. 300 саж., объемомъ 104,71 куб. саж. Для осушенія восточной части болотъ необходимо прорыть слѣдующіе каналы: магистральнѣйшій каналъ № 11, длиной 13,20 саж., объемомъ 927,02 куб. саж., и боковые къ нему каналы: № 12, длиной 11,85 саж., объемомъ 590,10 куб. саж., № 13, длиной 460 саж., объемомъ 126,76 куб. саж.; № 14, длиной 400 саж., объемомъ 129,89 куб. саж.; № 16 А, длиной 322 саж., объемомъ 97,76 куб. саж.; № 16, длиной 270 саж., объемомъ 85,83 куб. саж., № 18, длиной 633 саж., объемомъ 245,20 куб. саж.; № 19, длиной 285 саж., объемомъ 102,71 куб. саж.; № 20, длиной 190 саж., объемомъ 54,96 куб. саж., къ магистральному каналу № 1, два боковыхъ канала № 23, длиной 325 саж., объемомъ 132,37 куб. саж., № 24, длиной 400 саж., объемомъ 72,05 куб. саж. Такимъ образомъ, въ пер-



вую очередь необходимо прорыть 19 вер. 60 саж. боковых каналовъ, съ объемомъ выемки 4001,45 куб. саж.

Для поддержанія въ засушливые годы воды въ каналахъ на уровнѣ потребномъ для лучшаго произростанія травъ и для заливанія въ весеннее время сѣнокосовъ, расположенныхъ въ урочищахъ: „Клюсино“, „Шестахъ“, „Подъельничье“, „Жидово“ и „Горбиха“ на магистральномъ водоотводномъ каналѣ № 1, ниже пикета № 150, нужно построить деревянный шлюзъ съ отверстіемъ 1,50 саж. и высотой 0,60 саж.; для таковой же надобности необходимо построить деревянный жлюзъ на магистральномъ каналѣ № 11 ниже пикета № 52, отверстіемъ 0,50 саж. и высотой 0,50 саж.; чертежи шлюзовъ приложены къ проекту.

При пересѣченіи каналами существующихъ проѣзжихъ дорогъ необходимо построить деревянные балочные мосты согласно приложенныхъ къ проекту чертежей: 1 мостъ длиной 4 саж., шир. 2 саж., 9 мостовъ длиной 2 саж., шириной 2 саж. и 3 моста длиной 1½ саж., шириной 2 саж., всего 13 мостовъ.

Необходимый на исполненіе вышеперечисленныхъ работъ расходъ опредѣлится слѣдующимъ образомъ:

### I. Земляныя работы.

1) На прорытіе 6 вер. 131 саж. магистральнаго водоотводнаго канала, съ объемомъ выемки 3812, 56 куб. саж., за вычетомъ уже существующаго объема, считая по 2 рубля за 1 куб. саж. выемки, потребуется . . . . . 7624 р. 72 коп.

2) На прорытіе 18-ти боковыхъ къ магистральному каналу № 1 каналовъ, общей длиной 19 вер. 60 саж., объемомъ 4001,45 куб. саж., считая по 1 р. 80 коп. за одну куб. саж. выемки, потребуется . . . . . 7202 р. 61 коп.

Итого за земляныя работы 14827 р. 33 коп.

### II. Плотничныя работы.

3) На постройку на водоотводномъ каналѣ у пикета № 150 деревяннаго шлюза отверстіемъ 1,50 саж. съ шпунтовымъ рядомъ, высотой 0,60 саж. потребно . . 530 руб. . коп.

4) На постройку на магистральномъ каналѣ № 11, у пикета 52, одного деревяннаго шлюза отверстіемъ 0,50 саж. со шпунтовымъ рядомъ потребно . . . . . 100 руб. . коп.

5) На постройку одного моста длиной 4 саж., 9 мостовъ, длиной 2 саж., и 3 мостовъ, длиной 1,50 саж., балочной системы, потребно . . . . . 80+480= 560 руб. . коп.

Итого на плотничныя работы . . . . . 1020 руб. . коп.

А всего въ первую очередь потребуется . . . . . 15847 руб. . коп.



Такимъ образомъ, стоимость осушенія 1 десятины болота выразится въ суммѣ 15 руб. 85 коп.

Послѣ осушенія, кромѣ площади въ 300 десятинъ болотнаго сѣнокоса, предполагается обратить въ сѣнокосную удобную площадь 160 десятинъ болота заросшаго лозой, ольхой и березнякомъ, 192 десятины болота переходнаго заросшаго березнякомъ и сосной; всего подъ сѣнокосную площадь предполагается обратить 652 десятины, остальные же 348 десятинъ болотъ предполагается послѣ осушенія оставить подъ лѣсной площадью.

Въ настоящее время, какъ указано выше, въ имѣніи имѣется до 300 десятинъ болотнаго сѣнокоса, при чемъ приблизительно половина его, до 150 десятинъ, находится въ безвозмездномъ пользованіи арендатора имѣнія, а 150 десятинъ состоитъ въ непосредственномъ распоряженіи экономіи. Здѣсь необходимо отмѣтить, что во время повышенія воды въ рѣкѣ Случи, вода выступаетъ изъ береговъ и разливается по прилегающимъ сѣнокосамъ, иногда до высоты болѣе фута, и за неимѣніемъ каналовъ, успѣвающихъ отвести воду обратно съ болота въ рѣку при пониженіи горизонта воды въ послѣдней, вода стоитъ на поверхности болота продолжительное время и сѣнокосы въ этомъ случаѣ остаются нескошенными. Послѣ проложенія каналовъ №№ 2, 3, 4, 5 и 7, боковыхъ къ магистральному № 1, такого явленія не будетъ и, во всякомъ случаѣ, во время большихъ паводковъ и весенняя вода, разливающаяся по поверхности луга, этими каналами въ болѣе короткое время будетъ отведена въ рѣку Случь и тѣмъ предотвратится долгое застаиваніе воды на поверхности, губельно вліяющее на ростъ травъ.

Доходность нынѣшнихъ 150 десятинъ болотнаго сѣнокоса можетъ быть приблизительно исчислена въ среднемъ въ 10 руб. съ десятины или 1500 руб. со 150 десятинъ.

Послѣ же осушенія, какъ было указано выше, предполагено постепенно образовать сѣнокосы на площади до 650 десятинъ, изъ которыхъ нужно вычесть 150 десятинъ, отданныхъ въ пользованіе арендатора, т.-е. въ распоряженіи экономіи будетъ состоять до 500 десятинъ сѣнокоса. Валовая доходность отъ нихъ можетъ быть приблизительно исчислена въ томъ предположеніи, что 1 десятина луга могла бы быть отдана въ аренду за 14 рублей въ среднемъ, т.-е. съ 500 десятинъ получится 7000 рублей валового дохода.

Ежегодный расходъ сложится изъ слѣдующихъ цифръ:

Уплаты % и погашенія ссуды, если бы таковая была  
получена изъ 4% годовыхъ на 20 лѣтъ, ежегодно . 1159 р. 74 коп.

Суммы, необходимой на поддержаніе до 25 верстъ  
каналовъ вмѣстѣ съ сооружениями, примѣрно по 10  
руб. на версту ежегодно . . . . . 250 р. — коп.



На наемъ сторожа, считая по 10 руб. въ мѣсяцъ,  
 ежегодно . . . . . 120 р. — коп.  
 Итого . . 1529 р. 74 коп.

или за округленіемъ ежегоднаго приблизительнаго расхода будетъ 1530 рублей.

За вычетомъ изъ 7000 рублей расхода 1530 р. и 1500 руб. доходности отъ сѣнокоса, получаемой нынѣ, получится чистаго дохода 3970 рублей, что составитъ  $\frac{3970 \times 100}{15848} = 25,15\%$  на затраченный капиталъ.

Гидравлическій расчетъ водоотводнаго магистральнаго канала № 1 и бокового къ нему канала № 11 изложенъ въ особо приложенной къ проекту вѣдомости.

Всѣ проектируемые каналы цѣликомъ пройдутъ по владѣніямъ имѣнія, а потому юридическихъ препятствій къ исполненію даннаго проекта не имѣется.

По магистральному каналу возможенъ сплавъ лѣса изъ прилегающихъ къ нему дачъ непосредственно въ рѣку Случь, что удешевить доставку лѣса при продажѣ до сплавнаго главнаго пути.

Впослѣдствіи для достиженія полнаго осушенія сѣнокосовъ окажется полезнымъ прорытіе 7 верстъ 388 пог. саж. дополнительныхъ боковыхъ канавъ съ объемомъ выемки 1481,20 куб. саж. съ расходомъ на эти работы 2666 руб. 16 коп.



## ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

### Прорытіе осушительныхъ канавъ.

**Ручной и машинный способъ.** Прорытіе осушительныхъ канавъ и расчистка водопріемниковъ производится ручнымъ и машиннымъ способомъ. Всѣ работы Западной экспедиціи по осушенію болотъ за время съ 1873— 1902 годы производились въ Полѣсьѣ ручнымъ способомъ—лопатами, при чемъ лопатами удалось расчистить и выпрямить рѣчки съ площадями водосборовъ до 900 кв. верстъ, длиною до 90 верстъ. Ручная работа по такимъ рѣчкамъ возможна лишь въ болѣе сухіе годы, такъ какъ въ мокрое лѣто долины такихъ рѣчекъ залиты водою и становятся недоступными.

Это обстоятельство, въ связи съ увеличивавшейся дороговизной труда землекопа въ водѣ, побудило въ послѣдніе годы правительство и частныя фирмы примѣнить въ Россіи работу землечерпалками.

Вкратцѣ достоинства машиннаго рытья канавъ и расчистки рѣчекъ могутъ быть сведены къ слѣдующему:

1) Машина незамѣнима для расчистки рѣчекъ съ большою водою, въ которой невозможна работа землекопа.

2) Машина замѣняетъ тяжелый рабочій трудъ и расчистка рѣчекъ и рытье канавъ изъ работы мучительной и вредной для людей становится физически легкой и не губительной для здоровья.

3) Машина замѣняетъ недостатокъ рабочихъ рукъ.

4) Машина можетъ работать позднѣю осенью до времени замерзанія воды, когда люди стоятъ въ водѣ отказываются.

Главнѣйшія затрудненія, съ которыми приходится встрѣчаться при машинной работѣ и которыя необходимо заранѣе взвѣсить:

1) Наличіе въ торфяномъ грунтѣ массы завалившихся и покрытыхъ торфомъ деревьевъ, корней срубленнаго или погибшаго лѣса, а въ рѣчкахъ, кромѣ того, затонувшихъ при сплавѣ бревенъ.



2) необходимость при прохождении рѣки и канавы подь мостомъ—разбирать или машину или мостъ.

3) Высокія единовременныя затраты на приобрѣтеніе, доставку и сборку машины и трудность ремонта нѣкоторыхъ частей.

4) Малая производительность машинъ, годныхъ по своимъ размѣрамъ и тяжести къ работѣ на торфяныхъ болотахъ.

5) Необходимость додѣлки лопатами канавъ, пройденныхъ машиной.

Достоинствомъ ручного производства работъ является крайняя незначительность предварительныхъ затратъ на приобрѣтеніе инвентаря; часто при наймѣ профессиональныхъ землекоповъ, такихъ затратъ и вовсе не требуется, такъ какъ землекопы являются съ своими инструментами.

**Прорытіе канавъ ручнымъ способомъ.** При приступѣ къ работамъ необходимо имѣть слѣдующіе инструменты и принадлежности:

1) Вѣшки, мѣрная лента, саженная мѣрка, колья и шнуръ. Проектированныя линіи канавъ возстановляются вѣшками, укрѣпляемыми по оси канавъ въ мѣстахъ забитыхъ при изысканіяхъ пикетовъ; при этомъ отысканіе мѣстъ пикетовъ производится отмѣриваніемъ указанныхъ на планѣ работъ разстояній. По поставленнымъ вѣшкамъ провѣряется правильность линій канавъ и, въ случаѣ замѣченной, не вызываемой условіями рельефа, кривизны, линіи выпрямляются. Затѣмъ, въ каждую сторону отъ пикетной вѣшки отмѣривается лентою или деревянною саженкою по половинѣ указанной въ вѣдомости размѣровъ канавъ ширины по верху на данномъ пикетѣ. Въ этихъ боковыхъ точкахъ ставятся также прочныя вѣшки, на которыхъ надписывается карандашемъ номеръ пикета и проектная глубина канавы. Затѣмъ по линіямъ этихъ боковыхъ пикетныхъ вѣшекъ ставятся промежуточные колья на разстояніи вдоль канавы пяти или менѣе саженъ другъ отъ друга. Такимъ образомъ очерчиваются ясно края или бровки канавъ. При приступѣ къ рытью между этими кольями натягиваются шнуры, по которымъ лопатами обрѣзываются края канавъ.

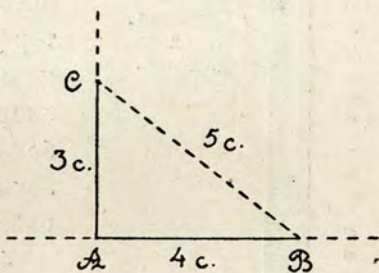
Въ поворотахъ небольшихъ канавъ, особенно въ мѣстности покрытой кустарникомъ или лѣсомъ, закругленіе намѣчается обычно кольями на глазъ; на чистомъ мѣстѣ рекомендуется линію размѣтить по точной дугѣ круга, радіуса около десяти саженъ



при чемъ дуга эта описывается шнуромъ или мѣрною цѣпью. Необходимо для плавности перехода, чтобы центр дуги находился на пересѣченіи перпендикуляровъ, восстановленныхъ къ линіямъ канала. Повороты значительныхъ водоотводныхъ магистралей, по которымъ предположенъ сплавъ лѣса, необходимо дѣлать съ правильнымъ закругленіемъ, размѣчаемымъ по принятымъ въ дорожномъ дѣлѣ таблицамъ разбивки кривыхъ линій, составленныхъ Инж. Кренке. (Руководство къ разбивкѣ желѣзнодорожныхъ и шоссеинныхъ кривыхъ).

Полезно напомнить, что для проведенія на мѣстѣ линіи АС, перпендикулярной къ данной АВ, надлежитъ, если не имѣется угломернаго инструмента, поступать слѣдующимъ образомъ (черт. 91) Отъ точки А осевой линіи отмѣривается 4 сажени и забивается колы. Затѣмъ, на точкѣ

А закрѣпляется конецъ мѣрной ленты, а на точкѣ В восьмисаженное дѣленіе ея. Взявъ послѣ этого ленту за 3-хсаженное дѣленіе ея, отходятъ отъ осевой линіи въ сторону направленія перпендикуляра до тѣхъ поръ, пока натянутся обѣ части рулетки и здѣсь противъ 3-хсаженнаго дѣленія, ставятъ вѣш-



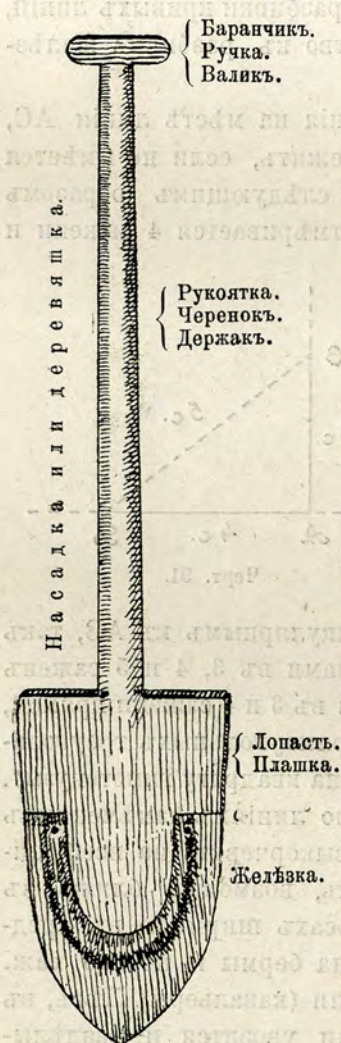
Черт. 91.

ку С. Направленіе АС и будетъ перпендикулярнымъ къ АВ, такъ какъ образуется треугольникъ съ сторонами въ 3, 4 и 5 сажень длиною, уголъ котораго между сторонами въ 3 и 4 сажени прямой, что вытекаетъ изъ основной теоремы о прямоугольныхъ треугольникахъ: „сумма квадратовъ катетовъ равна квадрату гипотенузы“.

2) Топоры и пилы. Находящіеся по линіямъ намѣченныхъ канавъ лѣсъ и кустарники надлежитъ выкорчевать на всей ширинѣ канавъ и выпилить или вырубить, возможно ближе къ корню, по обѣ стороны канавъ, на полосахъ шириною въ среднемъ по 2 сажени, считая по 0,5 саж. на бермы и по 1,5 саж. подъ валы вынимаемой изъ канавъ земли (кавальеры). Лѣсъ, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, или увозится и раздѣляется на дрова и прочій матеріалъ или, при отсутствіи путей и дальности разстояній, складывается по краю очищенной полосы. Работа топоромъ продолжается и при самомъ рытѣ канавъ, такъ какъ въ торфяной массѣ болота постоянно находятся неразло-



жившіеся стволы крупныхъ деревьевъ и пни, называемые корчами. Корчи достигаютъ значительныхъ размѣровъ и извлеченіе ихъ на поверхность, послѣ подрубки сбоковъ и снизу, требуетъ силы многихъ рабочихъ; особенно много затрудненій оказываютъ пни крупной ольхи съ массою корневыхъ отростковъ. При подрубкѣ корней необходимы массивные топоры на длинныхъ рукояткахъ.



Польская лопата.  
Черт. 92.

3) Рычаги съ опорами, канаты и ворота необходимы для извлеченія изъ торфа большихъ пней. Орудія эти изготовляются изъ мѣстнаго же прочнаго матеріала. Опорою для накручиванія рычагами, захватывающихъ корчи канатовъ или цѣпей служатъ часто стволы растущихъ деревьевъ. Часто же на глубокомъ торфяномъ болотѣ вообще трудно получить естественную или искусственную опору — корни растущихъ деревьевъ на болотѣ не идутъ глубоко и опорное дерево легко выворачивается, люди вязнутъ и работа становится весьма трудной.

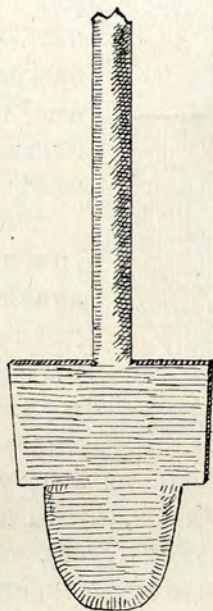
4) Лопаты. Лопата состоитъ изъ трехъ частей: а) лопасти — главной рабочей части, б) рукоятки, черенка или держалки, в) ручки, валика или баранчика. Главнымъ образомъ въ зависимости отъ формы лопасти, лопаты носятъ различныя наименованія: англійская, данцигская, польская, кіевская, рыдлевка, французская и др., не считая садовыхъ типовъ. Основными являются:

Польская лопата, состоящая изъ деревянной насадки и желѣзнаго накопечника на ней (Черт. 92). Этотъ типъ получилъ распространеніе въ мѣстахъ богатыхъ лѣсомъ и при работѣ въ торфяномъ или глинистомъ грунтѣ. Въ этихъ условіяхъ она предпочитается всѣмъ другимъ лопатамъ, вслѣдствіе своей легкости, глубины захвата и возможности изготовленія на мѣстѣ; однако работа ею требуетъ умѣлаго землекопа-профессіона-

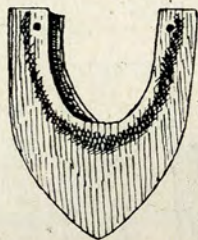


ла. Желѣзный наконечникъ обычно покупается, а вся деревянная часть можетъ заготовляться на мѣстѣ работъ. При этомъ о заготовкѣ матеріала и просушкѣ его слѣдуетъ озаботиться заранѣе. Для изготовленія насадокъ употребляются твердыя породы — кленъ, ясень и мягкія породы — береза, липа и ольха. Изъ нихъ кленъ, ясень и береза считаются тяжелыми, липа — самая легкая, но лопата изъ липы колетса и лопаётся. По сообщеннымъ техникомъ-практикомъ Комсинымъ даннымъ, лучшимъ матеріаломъ для лопатъ считается ольха. Дубъ, сосна, ель и осина для насадокъ вовсе не годятся. Въ районѣ Полѣсья, гдѣ на болотахъ по берегамъ рѣкъ растутъ именно ольха, насадки преимущественно и дѣлаются изъ нея; при этомъ лучшее качество ольховой лопаты совпадаетъ съ сравнительной дешевизной ольхового дерева.

Ольховыя колоды для приготовления лопатъ лучше употреблять уже просохшія, зимней рубки, діаметра 5—6 вершковъ. Самое изготовленіе лопатъ производится исподволь, съ заботой о просушкѣ дерева, во избѣжаніе трещинъ и разрывовъ лопатъ. Колоды очищаются отъ коры и распиливаются на кругляки длиною по  $1\frac{3}{4}$  арш. Круглякъ колетса или распиливается вдоль на двѣ пластины. Изъ каждой пластины выдѣлывается затѣмъ одна деревяшка грубой формы съ приданіемъ желательнаго изгиба (черт. 93 и 94). Въ такомъ видѣ деревяшка должна сушиться на вѣтру въ тѣни или въ тепломъ мѣстѣ не менѣе недѣли. Послѣ этого изъ деревяшки выдѣлывается насадка и къ ней пригоняется желѣзка (черт. 95)



Деревяшка для изготовления польской лопаты.  
Черт. 93.



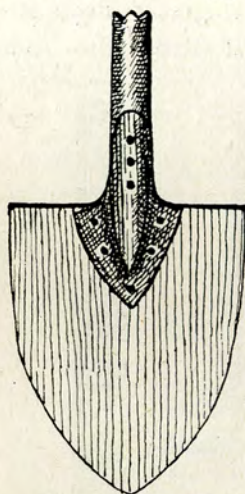
Желѣзка польской лопаты.  
Черт. 95.



Деревяшка въ профиль для изготовления польской лопаты.  
Черт. 94.



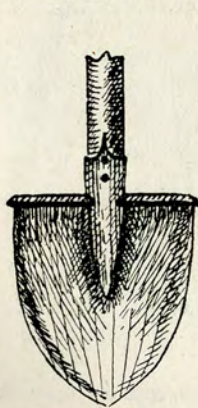
сначала безъ прибивки гвоздемъ, такъ какъ дерево продолжаетъ ссыхаться. Сверху насаживается гнѣздомъ на шипъ и прибивается гвоздемъ ручка (валикъ, баранчикъ).



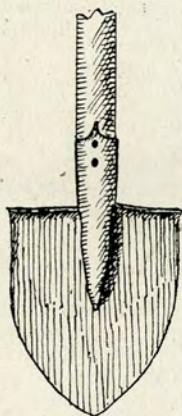
Кіевская лопата.  
Черт. 96.

Кіевская лопата (черт. 96) съ цѣльною желѣзною лопастью примѣняется не рѣже польской; болѣе распространена, гдѣ нѣтъ опытныхъ землекоповъ и дешеваго ольховаго матеріала; также предпочтительнѣе въ грунтахъ вязкихъ, глинистыхъ, илистыхъ и т. п., менѣе прилипающихъ къ желѣзу, чѣмъ къ дереву.

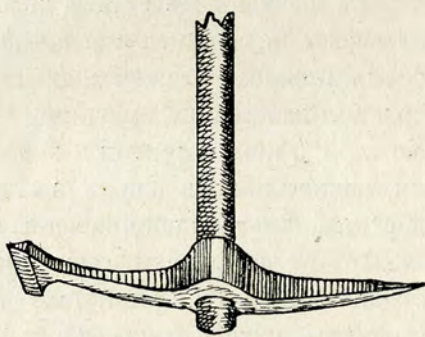
Очень распространена желѣзная лопата „рыдлевка“ (черт. 97) разныхъ величинъ подъ номерами; при осушительныхъ работахъ употребляется подростками и женщинами, такъ какъ захватываетъ меньше грунта. Эта лопата при работѣ въ сухихъ минеральныхъ грунтахъ наиболѣе употребительна. Приобрѣтая лопату для канавныхъ работъ, необходимо обращать вниманіе, чтобы въ верхней части лопасти, или вовсе не было загиба (наступа), какъ, напримѣръ, у лопаты польской и кіевской, или чтобы наступъ для надавливанія ногою былъ бы впередъ (черт. 97), а не назадъ (черт. 98). При наступѣ



„Рыдлевка“ съ наступомъ впередъ.  
Черт. 97.



Лопата съ наступомъ назадъ.  
Черт. 98.



Кирка.  
Черт. 99.

назадъ затрудняется чистая работа отдѣлки откосовъ, такъ какъ загибъ назадъ царапаетъ землю. Для работъ въ торфу неудобны

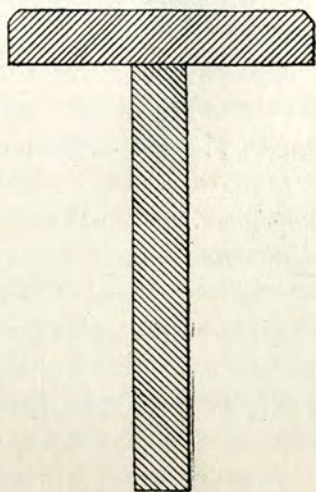


также лопаты садового типа, съ прямоугольною лопастью, такъ какъ такая лопата трудно идетъ въ волокнистый торфъ.

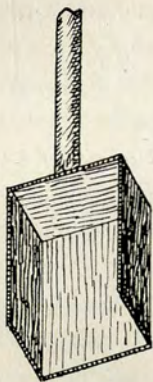
5) Кирки (черт. 99) и ломы употребляются для разрыхленія плотнаго глинистаго грунта, пробиванія орштейноваго слоя и для выворачиванія камней.

6) Визирки (черт. 100), сколачиваемыя изъ двухъ брусевъ, служатъ для провѣрки дна канала между пикетами. Ихъ должно быть не менѣе трехъ, изъ которыхъ двѣ ставятся у пикетовъ и одна между ними, въ мѣстѣ провѣрки дна. Если по канавѣ движется вода, то надобности въ визиркахъ обычно не представляется, такъ какъ правильность дна провѣряется въ этомъ случаѣ гораздо лучше наблюденіемъ надъ равномерностью движенія воды.

7) Черпаки, шуфлы, совки для вычерпыванія со дна прорываемыхъ канавъ жидкаго торфа, ила и плывуна.



Визирка.  
Черт. 100.



Шуфель деревянный.  
Черт. 101.



Шуфель желѣзный.  
Черт. 102.

Совокъ въ простѣйшемъ случаѣ сколачивается изъ досокъ (черт. 101), въ видѣ ящика безъ передней стѣнки, прикрѣпляемаго къ рукояткѣ. Для большей производительности и силы работы совка, къ переднему концу его прикрѣпляется веревка, за которую помогаетъ поднимать совокъ второй рабочій. Примѣняются также для вычерпыванія грязи и отливки воды обыкновенныя совки для насыпки зерна и покупныя желѣзныя баластныя лопаты (черт. 102).

8) Ш а б л о н ы. Для облегченія провѣрки сѣченія прорываемыхъ канавъ изготовляются деревянные шаблоны-трапеции для каждаго размѣра ширины канавы по дву и крутизны заложения откосовъ. Вставляя такой шаблонъ въ канаву возможно сразу провѣрить



глубину, ширину по дну, ширину по верху и правильность откосовъ канавы.

9) Ватерпасъ деревянный служить для забивки у краевъ канавъ новыхъ кольевъ въ уровень съ основными пикетными кольями, вытаскиваемыми при рытьѣ канавъ: замѣняется брусомъ съ уровнемъ.

Кромѣ того, необходимы вспомогательные инструменты: напильники и рапиры для точенія лопатъ, бруски для точенія топоровъ и лопатъ, разводки для установки зубьевъ пилъ.

Производство земляныхъ работъ. Работу ручнымъ способомъ необходимо начинать снизу, именно съ расчистки водоприемника, выбравъ для того время низкаго уровня воды. Для облегченія работы слѣдуетъ, гдѣ позволяютъ мѣстные условія, устроить выше мѣста работъ временную запруду изъ земли, какъ указано въ главѣ о ремонтѣ канавъ, и направить воду по старому руслу, лощинѣ или специально прорытой канавѣ, впустивъ ее въ настоящее русло ниже мѣста работъ. При проектированномъ спрямленіи русла рѣчки, работа значительно облегчается тѣмъ, что вода идетъ по старому руслу рѣчки и не препятствуетъ рытью новаго русла.

Работы по существующему руслу состоятъ въ извлеченіи изъ него постороннихъ предметовъ: кольевъ, хвороста, пней, сѣна, кочекъ, затонувшихъ бревенъ и т. п., а также водныхъ растений; затѣмъ, въ удаленіи земли съ отдѣльныхъ перемеловъ, оправленіи подмытыхъ береговъ, расширенія русла и суженія его плетнями въ широкихъ мѣстахъ для достиженія, по возможности, одинаковой скорости теченія воды въ руслѣ, что устраняетъ отложеніе наносовъ. Для извлеченія изъ воды растений, сѣна и пр. возможно примѣнять желѣзныя грабли съ длинными зубьями и вилы.

Складывать извлеченные предметы слѣдуетъ возможно дальше отъ русла, за кустарниками или поверхъ валовъ вынутой земли, выше уровня высокихъ водъ; въ противномъ случаѣ эти предметы большою водою вновь снесутся въ русло. Вообще успѣшность расчищенія рѣчекъ зависитъ отъ опытности землепосовъ и рабочихъ; необходимо достигнуть, чтобы движеніе воды въ расчищенномъ руслѣ было замѣтное на глазъ и равномерное по всему протяженію.

Для облегченія стеканія весеннихъ водъ съ долины обратно



въ русло рѣчки, желательнo прорытіе черезъ 20 и менѣе сажень канавокъ отъ русла до низкихъ мѣстъ долины. Особенно это необходимо въ тѣхъ случаяхъ, когда берега рѣчки, вслѣдствіе отложенія наносовъ, возвышаются надъ уровнемъ долины. О расчисткѣ и ремонтѣ существующихъ канавъ указывается въ особой главѣ.

Прорытіе отъ расчищеннаго водопріемника новыхъ канавъ по цѣльному торфяному болоту легко въ сухое время и требуетъ особыхъ пріемовъ въ мокрое время. Послѣ выкорчевки лѣса на полосѣ подъ канаву и вырубки лѣса на полосахъ подъ берму и валы земли, земляная работа начинается съ рытья по оси канавы узкой канавки, называемой траншеей или кюветомъ, для стока верхней воды; глубина и ширина кювета дѣлается въ зависимости отъ количества воды; обычно первоначальная ширина кювета—двѣ лопаты, глубина—одинъ „штыкъ“—(9—12 вершковъ); желательнo вести работу такъ, чтобы кюветъ заготовлялся впередъ за одинъ—два и болѣе дней. За это время стечетъ верхняя вода, осядетъ торфъ въ зыбучихъ мѣстахъ.

Послѣ этого можно разставить землекопovъ сразу на всемъ протяженіи кювета по обѣимъ его сторонамъ, т. е. произвольное количество ихъ, если кювета достаточно заготовлено и глубина его доходитъ до половины глубины канавы. При этомъ, каждымъ двумя или четыремъ землекопамъ отводится опредѣленный участокъ канавы съ извѣстнымъ объемомъ выемки, посильнымъ къ исполненію за 1—2 дня. Работа производится уступами отъ оси канала къ бровкамъ, наблюдая чтобы не было перебора на мѣстахъ откосовъ.

При большомъ числѣ рабочихъ работа ведется такимъ образомъ, что въ то время, какъ нижняя партія доводитъ каналъ уже до полной глубины его, средняя партія доходитъ только до половинной глубины, а верхняя партія продолжаетъ кюветъ.

Земля выбрасывается по обѣ стороны канавы на разстояніе не менѣе половины сажени, при этомъ окончательную откидку земли на указанное разстояніе производятъ послѣ прорытія канавы, вмѣстѣ съ рытьемъ воронокъ (бурчаковъ) для стока воды, съ отдѣлкою канавы начисто.

При рытьѣ канавы, по мѣрѣ продвиженія вверхъ, въ нижней части ея собираются приносимыя съ водою сверху илъ, песокъ, мелкій торфъ, растенія и т. п. Эту мелочь необходимо выбирать



совками и черпаками, идя по канавѣ сверху внизъ. Для задержанія наносовъ въ опредѣленномъ мѣстѣ возможно устраивать искусственное временное загражденіе установкой на прорытой канавѣ деревянныхъ щитовъ, хворостяного плетня и т. п. или отводить мутную воду въ близъ находящуюся старую канаву, гдѣ вода очищается отъ взмученныхъ частицъ.

Вслѣдствіе большой осадки торфа, глубина свѣжей канавы въ теченіе мѣсяца значительно уменьшается, уменьшается и ширина по верху и по дну, такъ какъ торфяная масса, вслѣдствіе нарушеннаго равновѣсія, понемногу сползаетъ въ канаву.

По этимъ причинамъ при рытьѣ необходимо глубину и ширину канавы въ торфяномъ грунтѣ брать на 0,10—0,15 сажень болѣе проектной. Для сохраненія канавъ отъ порчи надлежитъ тотчасъ же по прорытіи ихъ устраивать, гдѣ является необходимость, переходы изъ трехъ рядомъ положенныхъ жердей и мосты въ мѣстахъ пересѣченія дорогъ.

Труднымъ является установленіе дневного урока выемки рабочего, а вмѣстѣ съ этимъ и предварительное опредѣленіе стоимости всей работы. Разнообразіе торфяного грунта, въ зависимости отъ степени разложенія его, затѣмъ, содержаніе пней, крупныхъ и мелкихъ остатковъ растеній, прослоекъ орштейна, наконецъ, прохожденій нижней части канавъ по песчаному или глинистому грунту—дѣлаютъ предварительное исчисленіе производительности труда весьма гадательнымъ. По мнѣнію инж. Піотровскаго <sup>1)</sup>, при ширинѣ канала по верху отъ 1,50 до 2,00 саж. и глубинѣ его отъ 0,50 до 0,75 саж. одинъ землекопъ въ (10—11 часовъ) можетъ сработать: въ торфяномъ безъ пней, легкомъ супесчаномъ или песчаномъ безъ валуновъ грунтахъ, отъ 1,00 до 1,20 куб. саж.; въ тѣхъ же грунтахъ, но съ пнями, корнями или валунами, смотря по ихъ количеству,—отъ 0,60 до 0,90 куб. саж.; въ илистыхъ, тяжелыхъ суглинистыхъ и глинистыхъ грунтахъ—отъ 0,30 до 0,60 куб. саж.; въ каменистыхъ грунтахъ, орштейнахъ, а равно въ сланцеватыхъ глинахъ не болѣе 0,25 куб. саж.; если же выемку, вслѣдствіе разжиженности болота приходится производить не лопатами, а черпаками, то производительность землекопа не больше 0,15—0,20 куб. саж. въ день. При болѣе широкихъ и глубокихъ каналахъ, а равно при каналахъ съ двойною

---

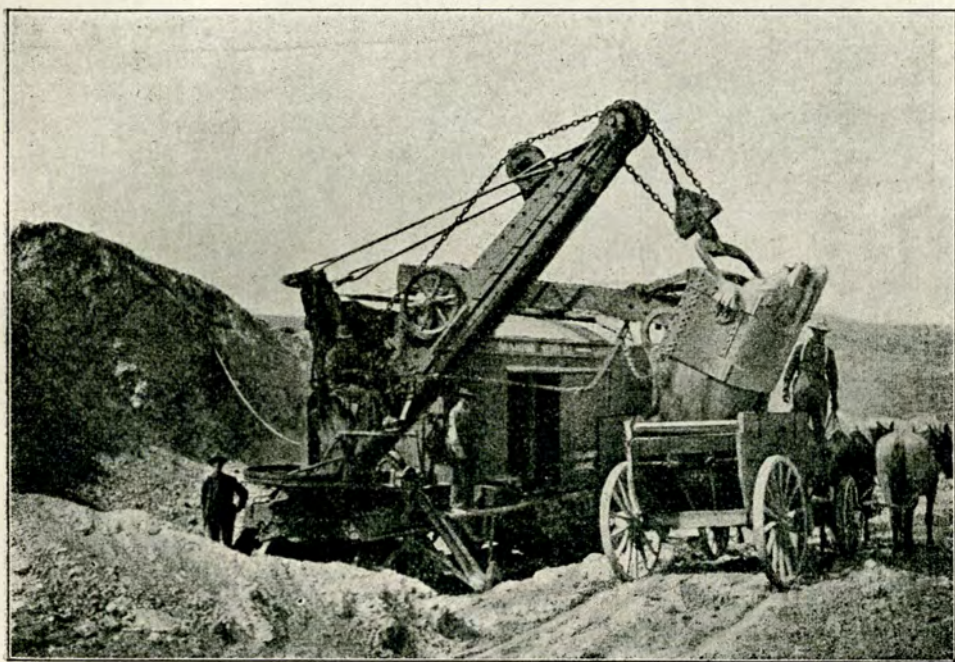
<sup>1)</sup> Практика осушенія болотъ открытыми канавами 1913 г.



профилью поперечнаго сѣченія, (откосы съ уступами), когда вынутую землю приходится перекидывать дважды, необходимо на откидку полагать особое количество рабочихъ, согласно нормамъ Урочнаго Положенія, или сообразно съ ними уменьшать задаваемые уроки.

#### **Прорытіе осушительныхъ каналовъ машиннымъ способомъ<sup>1)</sup>.**

Машинныя приспособленія при земляныхъ работахъ можно раздѣлить на двѣ основныя группы: 1) Сухопутныя машины— для устройства каналовъ и насыпей въ сухомъ грунтѣ (сним. 103 и 104).



Сним. № 103.

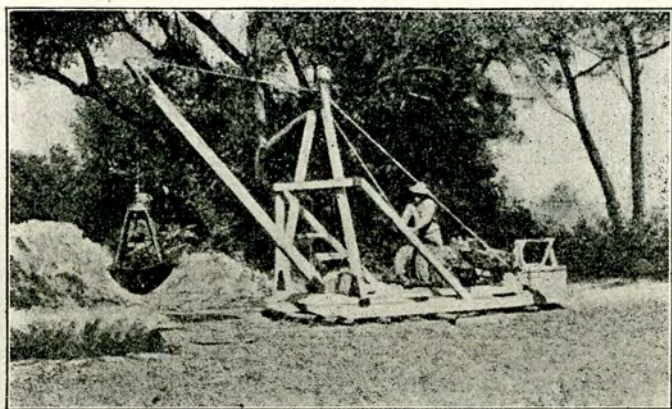
Эта группа дѣлится еще на двѣ подгруппы: а) работающая машина движется по специально проложенной у края прорываемаго канала дорогѣ—рельсамъ, бревнамъ, камнямъ и т. п. Ясно, что для прорытія каналовъ на болотѣ эта подгруппа машинъ не пригодна, такъ какъ движеніе на болотѣ тяжелой машины невозможно. Эти машины въ употребленіи для оросительныхъ работъ въ Сѣв. Америкѣ, б) работающая машина движется по или надъ прорываемымъ рвомъ. Конструируются такія машины для прорытія дре-

<sup>1)</sup> Большая часть содержанія о землечерпалкахъ и фотографіи извлечены съ сокращеніями и перегруппировкою изъ статьи И. А. Шовгенова „Землечерпаніе при меліоративныхъ работахъ“. Ежегодникъ Отдѣла Земляныхъ Улучшеній за 1913-ый годъ.



нажныхъ и водопроводныхъ рововъ малой ширины и въ осушительной практикѣ на болотахъ также не получаютъ распространенія.

2) Вторая группа — паровыя плавучія землечерпалки, движущіяся на суднѣ по водѣ въ прорываемомъ каналѣ, вверхъ или внизъ по теченію. Въ Россіи этотъ типъ машинъ распространенъ на



Сним. № 104.

судоходныхъ рѣкахъ для расчистки перемеловъ. Въ послѣдніе годы нѣсколько такихъ машинъ поставлено было въ Россіи и на осушительныя работы, о чемъ указано будетъ ниже. Плавучая землечерпательная машина состоитъ изъ: а) корпуса-судна, въ видѣ одной баржи или соединенныхъ между собою двухъ лодокъ, б) установленнаго на баржѣ парового или нефтяного двигателя, приводящаго въ движеніе землечерпательный механизмъ, в) механизма захватывающаго и поднимающаго грунтъ изъ прорываемаго канала, г) механизма для отведенія грунта изъ захватывающаго механизма на стороны канала, д) частей для закрѣпленія землечерпалки къ определенному мѣсту и для продвиженія впередъ и въ стороны.

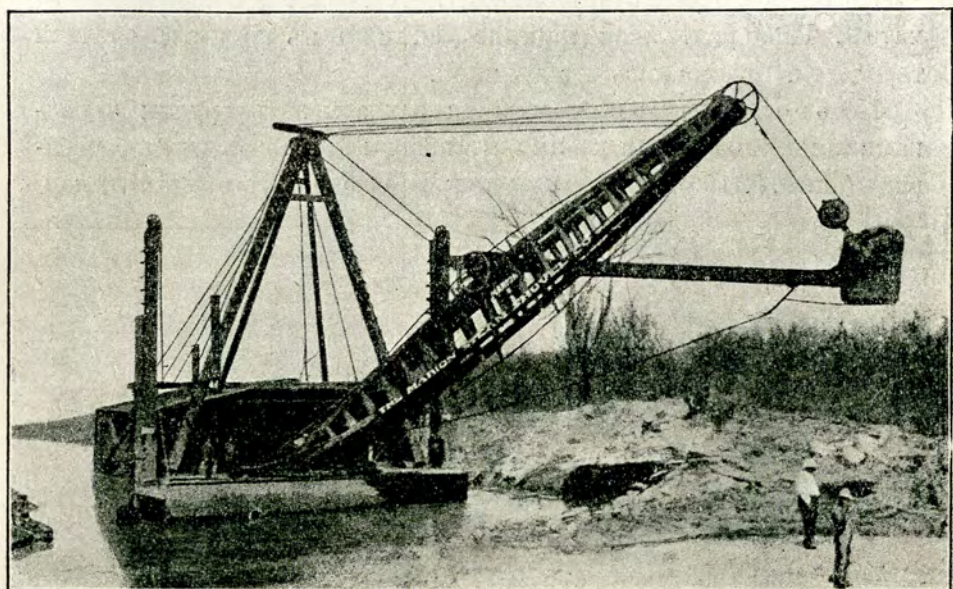
Описаніе двигателей и подробностей конструціи всѣхъ частей землечерпалокъ входитъ въ область механики, а не меліоративнаго дѣла, поэтому здѣсь возможно ограничиться лишь классификаціей плавучихъ землечерпалокъ по способу захватыванія ими грунта изъ каналовъ.

По способу захватыванія грунта плавучія землечерпалки могутъ быть раздѣлены на четыре группы: 1) одночерпаковыя, 2) щипцовыя, 3) многочерпаковыя, 4) гидравлическія или землесосы.

Одночерпаковая машина (сним. № 105) захватываетъ грунтъ однимъ черпакомъ, называемымъ паровою лопатою, прикрѣпленнымъ къ „стрѣлѣ“ машины. Стрѣла вращается на поворотномъ кругѣ на уголъ до 200°. Приводится въ надлежащее движеніе лопата черезъ систему цѣпей и блоковъ, которыми она опускается



внизъ, врѣзается въ грунтъ, поднимается наполненный грунтомъ, отводится въ сторону канала и опоражнивается вскрытіемъ дна.



Сним. № 105.

Одночерпаковыя машины обладаютъ большою силою и ихъ можно примѣнять въ грунтахъ твердыхъ и даже съ пнями. Однако цѣлесообразнѣе большіе пни убирать заранѣе. Размѣры черпаковъ колеблются отъ 0,03 до 1,2 куб. саж., а производительность машинъ отъ 1 до 50 кубич. саж. въ часъ.

На осушительныхъ работахъ въ Россіи могутъ имѣть примѣненіе машины съ малою производительностью.

Стоимость выемки сильно колеблется, конечно, отъ рода грунта, мѣста работы и т. п. По американскимъ даннымъ выемка одной куб. сажени обходится въ 2 р. 50 коп.

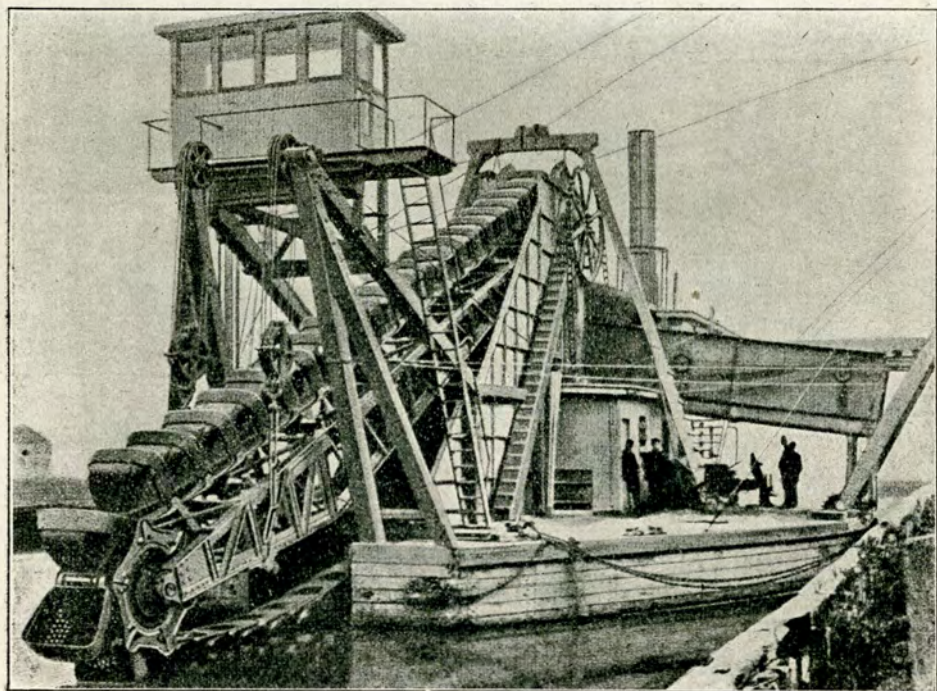
Щипцовая машина захватываетъ грунтъ створчатымъ черпакомъ-щипцомъ, подвѣшеннымъ, какъ и въ предыдущемъ типѣ къ вращающейся стрѣлѣ (сним. № 103). Работа щипцового экскаватора; по описанію инж. И. А. Шовгенова, выражается въ слѣдующемъ, нижніе края створокъ щипца заострены или снабжены зубьями: при паденіи щипца съ высоты нѣсколькихъ футовъ на землю, раскрытыя створки его врѣзываются въ грунтъ; подъ дѣйствіемъ цѣпи, створки съ большою силою сближаются и при этомъ щипецъ заполняется матеріаломъ; затѣмъ онъ системою цѣпей и



блоковъ, поднимается и отводится стрѣлою въ сторону, гдѣ раскрывается и матеріалъ вываливается.

Щипцовый экскаваторъ бываетъ двустворчатый и четырехстворчатый. Работаетъ такая машина успѣшно въ грунтахъ средней твердости, при маломъ числѣ пней.

Многочерпаковая машина захватываетъ грунты черпаками прикрѣпленными къ цѣпямъ вращающимся на двухъ барабанахъ (сним. № 106). По данному инж. Шовгеновымъ описанію, кор-



Сним. № 106.

пусъ судна землечерпалки устраивается желѣзнымъ или деревяннымъ съ большимъ продольнымъ прорѣзомъ, внутри котораго проходитъ черпаковая рама; эта рама верхнимъ концомъ опирается на станину, имѣя 'возможность вращенія около опорной линіи. Нижній конецъ рамы поддерживается цѣпями, закрѣпленными на особой подъемной лебедкѣ.

Черпаковая рама имѣетъ сверху и внизу барабаны, которые обхватываются двумя параллельными цѣпями, составленными изъ планокъ, имѣющихъ длину равную грани барабана. Къ планкамъ прикрѣплены болтами черпаки.



Верхній барабанъ приводится въ движеніе главной машиной посредствомъ ременной или цѣпной передачи.

При вращеніи верхняго барабана грани его захватываютъ планки цѣпи и двигаютъ ее вмѣстѣ съ черпаками, которые и врѣзываются въ грунтъ. Земля захваченная черпаками, вываливается изъ нихъ въ верхней точкѣ рамы въ особый ящикъ, называемый грунтовымъ колодцемъ, а оттуда идетъ или по лоткамъ, или по трубамъ съ водою, или по транспортерамъ на берегъ или, при большой ширинѣ канала, въ шаланды, на которыхъ отвозится въ назначенное мѣсто. Многочерпаковая землечерпалка имѣетъ больше мелкихъ частей, чѣмъ одночерпаковая и щипцовая и потому всѣ части машины должны быть сдѣланы и собраны самымъ тщательнымъ образомъ. Производительность многочерпаковыхъ землечерпалокъ очень разнообразна, отъ 0,2 куб. саж. до 100 куб. саж. въ часъ. Для расчистки рѣкъ и каналовъ съ меліоративными цѣлями наиболѣе примѣнны землечерпалки съ дѣйствительною производительностью не болѣе 10 куб. саж. въ часъ, а чаще около 2 куб. саж.

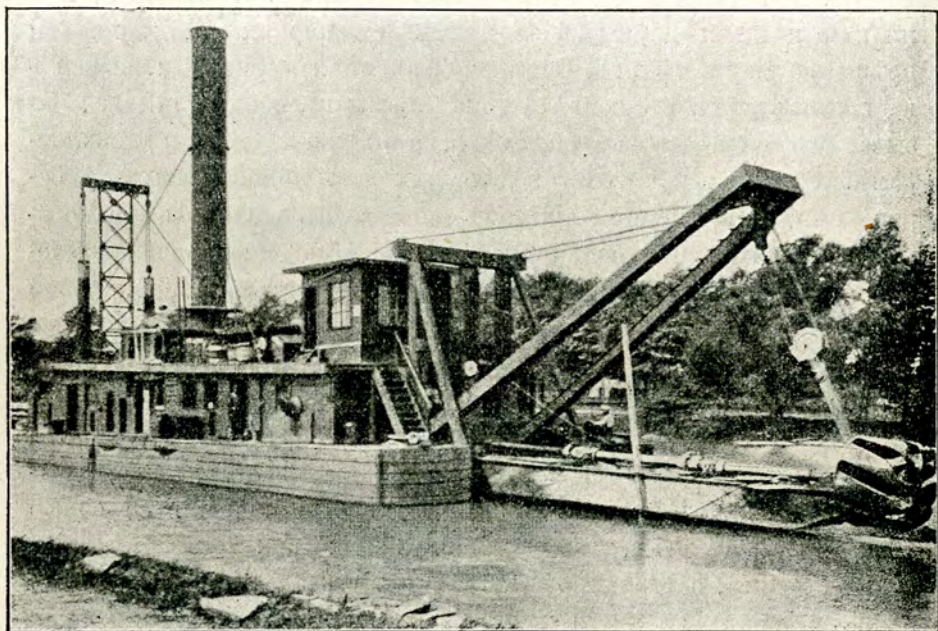
Въ Европѣ, а особенно въ Россіи типъ много черпаковыхъ землечерпалокъ является исключительно преобладающимъ.

Какъ уже сказано выше, грунтъ изъ черпаковъ попадаетъ въ грунтовой колодецъ машины, а оттуда идетъ въ простѣйшемъ случаѣ по лоткамъ или трубамъ на стороны канала или въ шаланды. Чтобы грунтъ могъ по лоткамъ сползать безостановочно, лотки должны имѣть наклонъ не менѣе 20—30°; однако при вязкихъ грунтахъ и такой наклонъ лотковъ не гарантируетъ ихъ отъ закупорки; въ такихъ случаяхъ необходимо для промывки лотковъ или трубъ доставлять къ нимъ центробѣжнымъ насосомъ постоянную струю воды.

Гидравлическая машина или землесосъ—грунтъ захватываетъ всасываніемъ въ трубу. (сним. № 107). На суднѣ устанавливается сильный центробѣжный насосъ, отъ всасывающаго конца котораго опускается на дно расчищаемой рѣки труба; при дѣйствіи насоса вода направляется съ большою силою въ всасывающую трубу, при чемъ грунтъ вблизи нея сильно размывается и всасывается съ водою въ насосъ, а оттуда удаляется по выкиднымъ трубамъ. Для работъ въ грунтахъ болѣе твердыхъ, у головы всасывающей трубы помѣщаютъ особый разрыхлитель, состоящій изъ вращающихся рѣзаконъ. Землесосы съ разрыхлите-



лями примѣнимы для почти всякаго грунта если онъ однороденъ и не имѣеть включенія дерева и камней. Поэтому въ меліоратив-



Сним. № 107.

ной практикѣ наиболѣе удобенъ землесосъ для ремонта каналовъ съ песчанымъ дномъ.

Вслѣдствіе того, что въ Россіи прорытіе осушительныхъ каналовъ машинами находится въ зародышѣ, то при выборѣ машины слѣдуетъ быть особенно осторожнымъ. При запросахъ о машинахъ необходимо указывать: 1) характеръ грунта, 2) общій объемъ предполагаемой выемки, 3) желательную часовую производительность, 4) родъ топлива, 5) глубину воды, 6) ширину канала, 7) глубину канала ниже горизонта высокой воды, 8) величину колебанія горизонтовъ, 9) куда и на какое разстояніе долженъ выгружаться извлекаемый изъ канала матеріалъ, 10) желательную высоту выгрузки.

**Примѣры работъ землечерпалки.** Осушительныя работы землечерпалки въ Россіи производились лишь въ единичныхъ случаяхъ именно:

1) на рѣкѣ Пивесѣ, въ Поневѣжскомъ уѣздѣ, Ковенской губерніи—начаты работы въ 1913 году многочерпалковою машиною упрощеннаго типа, полученною отъ завода „Бюнгеръ“ въ Дюс-



сельддорфъ въ Германіи и приспособленной къ мѣстнымъ условіямъ инженеромъ И. А. Крогземомъ <sup>1)</sup>. Машина установлена на двухъ понтонахъ, долиною по 3 саж., ширина всей конструкціи 1,43 саж. На понтонахъ установленъ нефтяной шестисильный двигатель. Подаваемый черпаками грунтъ стекаетъ на берега по двумъ наклоннымъ желобамъ. Полная стоимость машины 3130 руб.; часовая производительность 1—1,5 куб. сажень.

2) На рѣкѣ Оршѣ, Тверского уѣзда и губерніи начаты въ 1914 году работы многочерпаковою машиною, изготовленную акціонернымъ обществомъ Артуръ Копель. Вся машина построена изъ желѣза; длина 12 метровъ, ширина 4 метра, осадка при полномъ снаряженіи 0,5 метра. Паровая машина развиваетъ до 12 лошадиныхъ силъ. Рабочая часть снабжена 21 черпакомъ, емкостью по 25 литровъ каждый. Вѣсъ всей машины 1486 пудовъ. Производительность машины 18 куб. саж. въ десяти часовой рабочей день; стоимость кубич. сажени выемки съ погашеніемъ единовременныхъ затратъ 3 руб. 14 коп., при стоимости машины въ 11080 рублей исчисленіе стоимости выемки произведено инж. Г. Грищенко <sup>2)</sup> слѣдующимъ способомъ:

|                                           |             |
|-------------------------------------------|-------------|
| 1) плата 6 рабочимъ по 1 р. 50 к. . . . . | 9 р. — к.   |
| 2) „ 1 машинисту по 3 р. . . . .          | 3 р. — к.   |
| 3) „ 1 сторожу . . . . .                  | — р. 66 к.  |
| 4) „ 1 технику по 4 р. . . . .            | 4 р. — к.   |
| 5) Амортизація . . . . .                  | 4 р. 04 к.  |
| 6) Стоимость дровъ . . . . .              | 3 р. 25 к.  |
| 7) „ смазки . . . . .                     | — р. 43 к.  |
| 8) Погашеніе единовременныхъ затратъ . .  | 13 р. 37 к. |

---

И т о г о . . . 37 р. 75 к.

При достигнутой уже выемкѣ въ 12 кубич. сажень въ день, стоимость кубической сажени опредѣляется въ 3 р. 14 коп. Принимая, однако, во вниманіе, что машина работает не каждый день, а плата персоналу идетъ за каждый день, стоимость кубич. сажени выемки должна быть повышена.

3) На осушительныхъ работахъ по р. Трубежѣ, Полтавской

---

<sup>1)</sup> См. „Опытъ примѣненія механическаго способа выемки грунта“ инж. Крогземъ. Труды второго съѣзда Инженеръ-гидротехниковъ.

<sup>2)</sup> Машинный способъ проведенія осушительныхъ канавъ Г. Грищенко. Извѣстія Московскаго Общества изученія и использованія болотъ 1915 г.



губерніи, была пущена въ работу землечерпалка фирмы Таат (Halle) стоимостью около 18.000 рублей, теоретической производительностью отъ 3 до 4 куб. саж. въ часъ. Дѣйствительная работа за день составляла 20—60 куб. саж. въ зависимости отъ грунта. Осадка машины до 0,7 метра, двигатель 18 ти сильный, машина работаетъ при ширинѣ канала  $3\frac{1}{2}$  саж.

4) Большія работы произведены многочерпаковою машиною на рѣкѣ Роси, въ Кіевской губерніи.

5) Начаты работы были на рѣкѣ Полистѣ въ Полистѣ въ Псковской губерніи, но продолженіе ихъ встрѣтило техническія затрудненія.



## ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ.

### Ремонтъ осушительныхъ канавъ.

При производствѣ изысканій съ цѣлью осушенія земель постоянно замѣчаются старыя заплывшія канавы, часто въ видѣ только небольшихъ прямолинейныхъ углубленій, проведенныя много лѣтъ тому назадъ.

Канавы эти, въ свое время хорошо исполнявшія свое назначеніе, постепенно, вслѣдствіе отсутствія надзора и періодическихъ ремонтовъ, заилились и, представляя наиболѣе благопріятныя условія для обсемененія, быстро зарастали различными растеніями и мѣстность около нихъ въ концѣ-концовъ вновь заболачивалась. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ это явленіе происходило въ лѣсныхъ пространствахъ, можно легко по приросту, въ особенности у сосны и ели, прослѣдить сначала вліяніе осушки, при которомъ замѣчается рѣзкое увеличеніе прироста, а затѣмъ вліяніе постепеннаго заболачиванія, которое обнаруживается постепеннымъ уменьшеніемъ прироста.

Можно утверждать, что напрасными являются затраты на производство работъ по осушкѣ земель, если исполненныя работы не будутъ постоянно поддерживаться въ надлежащемъ видѣ; въ большинствѣ случаевъ работы эти безъ дальнѣйшихъ мѣропріятій по ихъ постоянному ремонту являются предпріятіемъ коммерчески невыгоднымъ, въ особенности при осушкѣ лѣсныхъ пространствъ, гдѣ увеличенные вслѣдствіе осушки доходы могутъ быть получены иногда только послѣ нѣсколькихъ десятилѣтій, въ зависимости отъ установленнаго хозяйственнымъ планомъ оборота рубки. Какъ установила практика, технически правильно проложенныя канавы могутъ правильно функціонировать постоянно только при условіи періодической и надлежащей ихъ очистки съ поддержаніемъ первоначально рассчитаннаго и приданнаго имъ поперечнаго профиля.



**Причины порчи канавъ.** Въ поперечномъ профилѣ всякаго вновь устроеннаго на торфяномъ болотѣ осушительнаго канала тотчасъ же начинаютъ измѣняться первоначально приданные ему размѣры и формы подѣ вліяніемъ причинъ какъ *природныхъ*, такъ и *искусственныхъ*, при чемъ первыя—природныя причины, могутъ быть раздѣлены еще на внутреннія, обусловленные сущностью происходящихъ въ болотѣ послѣ его осушенія физическихъ процессовъ, и внѣшнія—вызываемыя воздѣйствіемъ внѣшнихъ природныхъ факторовъ.

Важнымъ физическимъ процессомъ, наблюдаемымъ при проведеніи по торфяному болоту осушительныхъ канавъ и вызывающихъ существенныя измѣненія въ профилѣ канавъ, является **осадка** торфяной массы. Неканализованное торфяное болото значительную часть года бываетъ обычно пересыщено водою настолько, что торфъ можетъ разсматриваться въ немъ какъ тѣло, погруженное въ воду и теряющее въ своемъ вѣсѣ столько, сколько вѣситъ объемъ вытѣсняемой имъ воды. Неразложившійся мохъ легче воды и потому на многихъ болотахъ верхній слой торфа и моховой покровъ оказываются во время избытка влаги плавающими; отчего получается зыбучее болото съ волнующимся подѣ тяжестью человѣка покровомъ. Торфъ болотъ травяныхъ болѣе богатъ минеральными соединеніями, имѣетъ болѣе плотное строеніе и потому водою уже не поднимается, но все же при пересыщеніи давить на нижележащія слои силою, меньшею своего вѣса. Съ проведеніемъ осушительныхъ канавъ, условія давленія рѣзко измѣняются: уровень грунтовой воды понижается, верхній горизонтъ торфа, хотя еще и остается богатымъ водою, но уже не является плавающимъ тѣломъ и потому обнаруживаетъ давленіе на нижніе слои торфа не только всѣмъ своимъ вѣсомъ, но и вѣсомъ той воды, которая удерживается имъ въ силу влагоемкости. Это давленіе тѣмъ больше, чѣмъ дальше горизонтъ грунтовой воды отъ поверхности болота, то есть, чѣмъ глубже проведенныя осушительныя канавы. Величина давленія на одинъ квадратный метръ можетъ быть вычислена, исходя изъ вѣса сухого торфа. Одинъ кубическій метръ свѣжей торфяной почвы содержитъ въ среднемъ сухого вещества:

|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| Моховой торфъ . . . . . | 90 килограммовъ |
| Травяной „ . . . . .    | 250 „           |
| Переходной „ . . . . .  | 180 „           |



При разстояніи грунтовой воды отъ поверхности 0,30 сажень = 0,64 метра, давленіе на одинъ квадратный метръ абсолютно сухого мохового торфа будетъ  $90 \times 0,64 = 57,60$  килограммъ = 3,6 пуда, но такъ какъ торфъ абсолютно сухимъ въ природѣ быть не можетъ, то это давленіе всегда больше; при насыщеніи моха водою до 1000% отъ его удѣльнаго вѣса, давленіе на квадратный метръ, при той же глубинѣ грунтовой воды, будетъ уже равно 633 килограммамъ = 40 пудамъ, то-есть весьма значительнымъ; давленіе будетъ еще больше, когда болото покрыто лѣсомъ или снѣгомъ. Подъ вліяніемъ этого давленія происходитъ, съ проведеніемъ осушительныхъ канавъ, быстрая осадка болота, и тѣмъ большая, чѣмъ болѣе было насыщено болото водою <sup>1)</sup>.

Изъ изложеннаго ясно также, что осадка происходитъ не только въ слоѣ, лежащемъ выше дна канавъ, но и въ слоѣ, лежащемъ ниже дна, такъ какъ и онъ окажется подъ увеличеннымъ давленіемъ верхнихъ слоевъ. Поэтому наблюдается иногда, что на чистомъ днѣ вырытаго по болоту канала появляется черезъ нѣкоторое время ярусъ пней погибшаго когда-то здѣсь лѣса; по удаленіи ихъ, вслѣдствіе дальнѣйшей осадки дна, открывается слѣдующій ярусъ пней и т. д. Это явленіе наблюдается, между прочимъ, въ Туровской казенной дачѣ Мозырскаго уѣзда, гдѣ, при періодическомъ ремонтѣ канала „Бычекъ“ и другихъ, со дна извлекается каждый разъ масса новыхъ и новыхъ корчей. Примѣры величинъ осадокъ торфа приведены на стр. 101.

Принимая въ соображеніе данное выше объясненіе причины осадки болота, становится яснымъ, что величина ея есть производная многихъ факторовъ, изъ коихъ главнѣйшіе:

1) глубина канавъ, обуславливающая высоту торфяного слоя, оказывающаго давленіе на нижніе слои;

2) глубина торфяного слоя на болотѣ, такъ какъ таковой сдѣлается и въ части, лежащей ниже дна канавъ;

3) свойства торфа, именно вѣсъ сухого вещества его въ единицѣ объема мокрой почвы и величина влагоемкости его. Поэтому нормы осадки болотъ, выраженные въ процентахъ только отъ глубины канавъ или только отъ глубины торфяного слоя, завѣдомо не могутъ быть правильными.

---

<sup>1)</sup> Подробнѣе объ осадкѣ торфа указывается въ спеціальной главѣ.

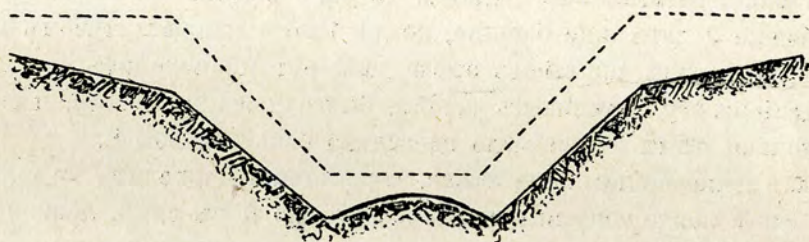


Вышеописанный процесс осадки болота долженъ вызвать:

1) уменьшеніе глубины канавы, вслѣдствіе уплотненія торфяного слоя между поверхностью болота и дномъ канавы;

2) опусканіе дна канавы и

3) искаженіе дна канавы, выражающееся обычно въ стремленіи принять выпуклую форму (см. черт. 108); это явленіе выпирания дна складается изъ двухъ явленій:



Черт. 108.

а) отставанія—вся прилегающая къ канавѣ толща торфяного болота подъ вліяніемъ вѣса осушеннаго слоя опускается, самое же дно канавы, не испытывая непосредственно на себѣ тяжести этого слоя, можетъ опускаться только вслѣдствіе связности торфяной массы дна съ массою всего болота; если связность велика, а дно достаточно широко, то дно принимаетъ сводчатую форму; если же связность торфа мала, то на днѣ скопляется жидкая масса торфа, оторвавшаяся отъ своего первоначальнаго горизонта, который опустился на нѣкоторую глубину. Кромѣ явленія „отставанія“, дно канавы подвергается непосредственному „выпучиванію“.

б) Выпучиванія водою: появленіе струи воды, выпирающей дно, объясняется опять-таки процессомъ осадки болота. Изъ слоя торфа, лежащаго выше дна канавы, вода преимущественно стекаетъ въ канаву, изъ слоевъ же, лежащихъ ниже дна канавы, вода, подъ вліяніемъ уплотненія торфа, выдавливается въ канаву черезъ площадь дна ея и напоромъ приподнимаетъ дно въ связномъ торфѣ.

Изложенныя причины деформациі профиля канавы дѣйствуютъ, понятно, въ большей степени, въ первые 2—4 года послѣ осушенія болота, за какое время канавы на торфяномъ болотѣ, даже не подвергаясь поврежденіямъ внѣшнихъ факторовъ, теряютъ часто до половины своей глубины и заполняются



со дна иломъ; въ связи съ этимъ откосъ канавы становится значительно положе первоначально сдѣланнаго.

Торфяные откосы канавъ претерпѣваютъ поврежденія, не говоря объ обвалахъ ихъ въ случаѣ несоотвѣтствія отлогости ихъ со связностью грунта, отъ дѣйствія мороза и воды. Поверхность откоса новой канавы, особенно въ нижней части, гдѣ поступаютъ въ канаву грунтовья воды, портится при первомъ же морозѣ, такъ какъ замерзшій слой откоса, отогрѣваемый съ внутренней стороны подходящими изъ почвы къ каналу грунтовыми водами, теряетъ связь съ незамерзшею массою торфа и сваливается комочками или плитками на дно канавы; откосъ какъ бы шелушится; послѣ естественнаго задержанія откоса прекращается и его шелушеніе.

Движущаяся по канавамъ вода производитъ въ нихъ механическую работу, выражающуюся въ отрываніи и увлеченіи частицъ земли со дна и откосовъ. Особенно скоро поддается разрушенію водою песчаный грунтъ; песчаные откосы канавъ подмываются водою снизу при весьма малой скорости теченія и даже подъ вліяніемъ только волнъ, образующихся въ канавахъ при вѣтрѣ. Откосъ, подмываемый снизу, обрушивается по вертикальной плоскости на дно канавы и или уносится водою внизъ, или, при малой скорости теченія, остается на мѣстѣ, вызывая застой воды въ верхней части канавы. Ущербъ отъ размыванія причиняется не только на мѣстѣ размыва дна и обвала откосовъ, но и ниже этихъ мѣстъ, выражаясь въ отложеніи наносовъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ скорость воды оказывается недостаточной для влеченія частицъ земли, смытыхъ съ вышележащихъ участковъ канавъ. Иногда эти наносы заполняютъ канаву совершенно и выносятся даже на берега ея.

Разрушеніе канавъ водою происходитъ также при вливаніи ея въ канавы черезъ боковыя воронки, что наблюдается на болотахъ хотя и не часто, такъ какъ большая часть воды изъ болота поступаетъ въ канавы просачиваніемъ черезъ дно и стѣнки ихъ. При вливаніи черезъ воронки разрушается какъ самая воронка, такъ и откосъ и дно канавы. Размываніе поверхности движется всегда снизу вверхъ, то - есть противъ теченія воды; въ обыкновенной обстановкѣ это наблюдается особенно хорошо на земляныхъ водообводныхъ канавахъ при плотинахъ, на дорогахъ съ большимъ уклономъ и оврагахъ, гдѣ каждый образовавшійся не-



большой уступъ начинаетъ увеличиваться, двигаясь вверхъ и образуя въ концѣ-концовъ большую промоину; вызывается это струею воды, которая, падая съ уступа, разбивается о нижній горизонтъ воды или о самое дно русла и, расходясь конусомъ, бьетъ подъ основаніе уступа; когда часть уступа, подмытая водою, обвалится, то вода, падая на обвалившійся кусокъ, бьетъ рикошетомъ еще съ большею силою въ основаніе уступа, вызываетъ новый обвалъ и т. д. Подобнымъ процессомъ всѣ воронки осушительныхъ канавъ, по которымъ движется верховая вода, размываются, начиная отъ устья; отмываемая земля отлагается ниже по каналу.

Изъ изложеннаго вытекаетъ, что для того, чтобы избѣжать занесенія какихъ-либо участковъ канавы землею, слѣдуетъ проектировать ихъ съ такимъ расчетомъ, чтобы скорость воды въ нихъ была или на всемъ протяженіи одинакова, или увеличивалась бы по мѣрѣ приближенія къ устью.

Не менѣе великъ ущербъ, приносимый канавамъ и слишкомъ малую скоростью движенія воды въ нихъ; такія канавы быстро зарастаютъ водными растеніями, которыя дѣлаютъ теченіе еще болѣе медленнымъ, и такая канава, заполняясь водою, затягивается растительнымъ ковромъ подобно всякому водоему на болотѣ со стоячею водою.

Зарастаніе канавъ, по наблюденіямъ И. П. Петрова, въ Дмитровскомъ у., Московск. губ., происходитъ преимущественно слѣдующими травами: хвощъ топяной (*Equisetum heleocharis*), погозъ широколистный (*Thypha latifolia*), частуха болотная (*Alisma Plantago*), водоплавъ пильчатый (*Stratiotes aloides*), водокрасъ плавающий (*Hydrocharis morsus ranae*).

Малая скорость воды въ чистой канавѣ вызывается малымъ уклономъ дна канавы и слишкомъ большою шириною канавы по дну. Первую причину, при малыхъ длинахъ канавъ, можно иногда устранять приданіемъ дну уклона искусственнаго, путемъ постепеннаго углубленія канавы отъ верховья ея къ устью; вторая же причина есть слѣдствіе неосторожнаго проектированія работъ, преимущественно на почвѣ придаванія слишкомъ большого значенія недостаточно выясненнымъ нормамъ стока воды съ единицы площади. Наибольшій стокъ съ большихъ бассейновъ, а на болотахъ и съ малыхъ, наблюдается во время весенняго таянія снѣговъ, когда за полмѣсяца, и менѣе того, стекаетъ



весь запасъ зимнихъ осадковъ. Изъ этого количества обычно и рекомендуется исходить при расчетѣ размѣровъ осушительныхъ канавъ.

Разсчитанныя по этимъ нормамъ канавы работаютъ продуктивно только весною и во время лѣтнихъ паводковъ, большую же часть года вода по канавѣ движется малою струею, которая замѣтна только при узкомъ днѣ, при широкомъ же днѣ канава принимаетъ видъ стоячаго водоема и потому такое дно, разсчитанное на воду весеннюю, является лѣтомъ отличнымъ угодіемъ для разрастанія водныхъ растений и, слѣдовательно, затягиванія канавы.

Чѣмъ уже дно, тѣмъ замѣтнѣе движеніе воды по немъ, тѣмъ труднѣе оно зарастаетъ травами, тѣмъ меньше на немъ осаждаются ила и тѣмъ дольше, слѣдовательно, не требуется ремонта. Наиболѣе долговѣчнымъ сѣченіемъ осушительныхъ канавъ являются узкое дно и пологій откосъ.

*Искусственныя* причины засоренія осушительныхъ канавъ не требуютъ подробнаго разсмотрѣнія, такъ какъ общезвѣстны; это устройство кладокъ на уровнѣ воды для перехода черезъ канаву, заваливаніе канавъ хворостомъ и сѣномъ для переѣзда, заторы изъ травы, хвороста и бревенъ, принесенныхъ водою сверху, устройство загражденій изъ хворостяныхъ плетней для ловли рыбы въ канавахъ, заваливаніе канавъ бревнами и обрубками при мочкѣ льна, разрушеніе откосовъ при переѣздахъ, при водопоѣ и перегонѣ скота, при сплавѣ лѣса и т. п.

Изложенныя причины порчи осушительныхъ канавъ могутъ быть сведены и классифицированы въ слѣдующей таблицѣ:

#### А. Природныя причины.

| Чѣмъ причиняется порча.                              | № по порядку. | Въ чемъ порча заключается:                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| а) Внутренніе физическіе процессы въ торфяной массѣ. | {             | 1. Уменьшеніе глубины новыхъ каналовъ черезъ 3—4 года послѣ ихъ прорытія на 25—50%, вслѣдствіе значительнаго уплотненія верхняго слоя торфа. |
| Осадка болота.                                       |               | 2. Появленіе на торфяномъ днѣ каналовъ, вслѣдствіе опусканія его, пней и стволовъ погибшаго въ прежнее время на болотѣ лѣса.                 |



- |                                                                                                  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>а) Внутренніе физическіе процессы въ торфяной массѣ.<br/>Осадка болота.</p>                   | { | <p>3. Появленіе на днѣ каналовъ, вслѣдствіе опусканія его, ила изъ отставшихъ отъ остальной массы торфа мелкихъ частицъ.<br/>4. Искривленіе откосовъ каналовъ, вслѣдствіе большей осадки поверхностнаго слоя торфа, чѣмъ слоя, лежащаго на горизонтѣ дна.</p>                                                                           |
| <p>б) Внѣшніе физическіе процессы.<br/>Движеніе воды по каналу.<br/>Стеканіе воды въ каналъ.</p> | { | <p>5. Размывы песчанаго дна и подмывы откосовъ, обваливающихся къ каналъ.<br/>6. Осажденіе взмученныхъ частицъ грунта въ мѣстахъ замедленія теченія воды.<br/>7. Попадающая съ поверхности болота въ каналъ вода размываетъ откосы его, грунтъ которыхъ отлагается затѣмъ на днѣ.<br/>8. Шелушеніе откосовъ и сползаніе ихъ на дно.</p> |
| <p>Морозъ.</p>                                                                                   | { | <p>9. Зарастаніе водными растеніями дна канала, вызывающее повышеніе уровня воды въ каналахъ какъ непосредственно своею массою, такъ и вслѣдствіе увеличенія осажденія взмученныхъ въ водѣ твердыхъ частицъ грунта.</p>                                                                                                                 |
| <p>Растительность.</p>                                                                           | { | <p>10. Зарастаніе древесными породами откосовъ и бермъ каналовъ.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## Б. Искусственныя причины:

- |                                  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>а) Эксплоатація каналовъ.</p> | { | <p>11. Плывущій по каналамъ, связанный въ плоты лѣсъ, ударяясь въ откосы и, при большой водѣ, въ кавальеры, разрушаетъ ихъ; разрушеніе увеличивается гонщиками, упирающимися съ плотовъ шестами въ берега каналовъ.</p>                                                      |
| <p>Сплавъ лѣса.</p>              | { | <p>12. Во время остановокъ сплаваемаго лѣса, скорость воды между и подъ бревнами значительно увеличивается, вслѣдствіе чего дно канала подѣ глубоко погруженнымъ остановленнымъ плотомъ размывается. Вынесенный изъ подѣ плота грунтъ отлагается затѣмъ ниже по теченію.</p> |



Сплавъ лѣса.

13. Отдѣльныя бревна продолжительно плывущаго по каналу плота пропиты-ваются водою, тонутъ и оставляются не извлеченными въ каналахъ.

Движеніе вдоль ка-  
наловъ.

14. Берма прорытыхъ по болоту кана-ловъ становится всегда тропой для людей и животныхъ. Въ сырое время подъ тяжестью человѣка и животныхъ земля съ бермъ сползаетъ на откосъ и иногда вмѣстѣ съ откосомъ обвали-вается на дно.

Ловля рыбы.

15. Для ловли рыбы устанавливаются въ канавахъ и рѣчкахъ поперечные плотины и плетни-язы съ узкимъ про-ходомъ посерединѣ.

б) Вызываемыя недо-  
статочнымъ надзоромъ  
или умысломъ.

16. По осушеннымъ болотамъ пасется скотъ, который, переходя каналъ или подходя къ нему для питья, портитъ кавальеры, бермы, откосы и дно.

Перегонъ и водопой  
скота:

17. Вслѣдствіе недостаточнаго количе-ства мостовъ черезъ каналы особенно на сѣнокосныхъ угодіяхъ населеніемъ устраиваются временные переѣзды наброскою въ каналы бревень, хворос-та и сѣна, которыя затѣмъ обратно изъ каналовъ не извлекаются.

Переѣзды.

Переходы.

18. Для перехода населеніемъ набрасы-ваются въ канавы кладки, обрубки и проч., возлѣ которыхъ, вслѣдствіе за-медленія теченія воды, отлагается му-соръ и илъ и образуется мель.

Побочныя пользова-  
нія.

19. Нагружаемый для мочки въ канавы лень придавливается пнями, обруб-ками, камнями и пр., которые затѣмъ остаются въ канавахъ и частью уно-сятся большою водою на нѣкоторое протяженіе внизъ.

Сообразно съ причинами и родомъ поврежденій осушительные ка-налы нуждаются въ ремонтѣ двоякого рода: капитальномъ и бѣгломъ.



*Капитальный ремонт* имѣетъ цѣлью устраненіе результатовъ дѣйствія природныхъ факторовъ: осадки торфяного болота, движенія воды въ каналъ и по каналу, мороза и пр., т.-е. приданіе поперечному сѣченію каналовъ первоначальныхъ размѣровъ, уменьшившихся подъ вліяніемъ указанныхъ природныхъ факторовъ. Поэтому капитальный ремонтъ долженъ состоять въ сплошномъ углубленіи обмелевшаго, вслѣдствіе осадки торфа и наносовъ сверху, канала или въ укрѣпленіи размытыхъ мѣстъ его.

Таковой ремонтъ, по причинамъ своимъ, необходимъ первый разъ черезъ 5—8 лѣтъ послѣ проведенія новаго канала, когда закончится въ главнѣйшемъ осадка болота. Слѣдующій капитальный ремонтъ можетъ быть произведенъ уже не ранѣе 15 лѣтъ послѣ перваго.

*Бѣглый ремонт* имѣетъ цѣлью устраненіе поврежденій каналовъ отъ порчи искусственныхъ: сплава лѣса, ловли рыбы, переѣздовъ, перегоновъ, переходовъ и пр. и состоитъ преимущественно въ удаленіи изъ канала постороннихъ предметовъ и мѣстныхъ обваловъ. Таковой ремонтъ, какъ указала практика, цѣлесообразно производить черезъ каждые четыре года.

Изложенное указываетъ, что ни капитальный, ни частый бѣглый ремонтъ замѣнить другъ друга не могутъ и ихъ необходимо производить на всѣхъ каналахъ примѣрно въ слѣдующемъ порядкѣ:

Черезъ 4 года послѣ прорытія бѣглый ремонтъ.

|   |        |   |   |                      |
|---|--------|---|---|----------------------|
| „ | 8 лѣтъ | „ | „ | капитальный ремонтъ. |
| „ | 12 „   | „ | „ | бѣглый „             |
| „ | 16 „   | „ | „ | бѣглый „             |
| „ | 20 „   | „ | „ | бѣглый „             |
| „ | 24 „   | „ | „ | капитальный „        |
| „ | 28 „   | „ | „ | бѣглый „             |

и т. д., повторяя бѣглый ремонтъ черезъ 4 года и капитальный черезъ 16 лѣтъ.

По даннымъ практики Минской губерніи, бѣглый ремонтъ обычно производился съ расходомъ въ среднемъ 25 рублей на версту ремонтируемыхъ каналовъ.

Нормы расхода на капитальный ремонтъ установить невозможно и въ большомъ хозяйствѣ для этой работы производятся вновь промѣры каналовъ и вычисляется объемъ выемки изъ нихъ.

При капитальномъ ремонтѣ казенныхъ крупныхъ осушитель-



но-сплавныхъ каналовъ въ Минской губерніи расходъ на 1 версту составляетъ 150—250 рублей.

Для поддержанія въ должномъ порядкѣ осушительной сѣти необходимо также постоянно слѣдить за состояніемъ водопріемника и принимать мѣры по очисткѣ рѣчекъ отъ наносовъ, засореній, а также не допускать устройства какихъ-либо загражденій, запрудъ и т. п., могущихъ вызвать подпоръ въ осушительныхъ канавахъ, а также и заболачиваніе прилегающей мѣстности.

При производствѣ ремонтныхъ работъ необходимо, насколько возможно, освободить каналы отъ воды; для этого устраивается предварительно на канавѣ съ проточной водой запруда (перемычка) на такомъ разстояніи выше отъ начала работы, чтобы за то время, когда работа будетъ доведена до запруды, она какъ разъ наполнилась бы водою. Практически это разсчитать возможно только ощупью и сводится къ тому, что запруда устраивается саженъ на 200—300 выше начала работы; затѣмъ эта запруда при доведеніи до нея работы или при переполненіи водою разбирается и выше ея устраивается слѣдующая и т. д. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ возможенъ отводъ воды изъ канавы на сторону, въ сосѣднюю канаву, старое русло и т. п.

Перемычки устраиваются земляныя, досчатыя и брезентныя.

Для устройства брезентной перемычки черезъ канаву перекидывается перекладина—бревно 4—5 вершковъ толщиною; по обѣ стороны канавы вбиваются съ низовой стороны перекладины по одному столбику для удержанія перекладины отъ сдвига напоромъ воды.

Затѣмъ, съ верховой стороны къ перекладинѣ приставляются наклонно кольца во всю ширину канавы съ промежутками между собою до 2-хъ вершковъ; нижніе концы колеьевъ слегка вбиваются въ дно и откосы канавы, верхніе концы возвышаются на  $\frac{1}{2}$  аршина надъ перекладиной. На кольца накладывается брезентъ нижній край котораго затаптываютъ къ концамъ колеьевъ въ дно канавы; если же дно твердое, то нижній конецъ брезента закладывается землею. Верхній край брезента поднимается нѣсколько выше перекладины помощію каната, продѣтаго черезъ кольца брезента; канатъ прикрѣпляется къ столбикамъ, удерживающимъ перекладину отъ сдвига. Такая перемычка имѣетъ большое преимущество передъ земляною тѣмъ, что не засоряетъ канавы землею при разборкѣ и выдерживаетъ напоръ воды.



Самая работа по ремонту производится орудіями, описанными въ главѣ о прорытіи канавъ. При бѣгломъ ремонтѣ находятъ значительное примѣненіе желѣзныя грабли съ длинными зубьями для вырыванія растений съ корнями со дна канавъ и для извлеченія хвороста сѣна, камней и т. п. предметовъ.

Для вычерпыванія ила и другихъ наносовъ примѣняютъ совокъ и черпакъ.

При капитальномъ ремонтѣ значительныхъ каналовъ должны получить распространеніе малаго типа землечерпалки, такъ какъ корни деревьевъ здѣсь обычно уже бываютъ извлечены при рытіи канавы, притокъ воды для движенія машины обезпеченъ, откосы канала могутъ оставаться безъ ремонта. *При бѣгомъ ручномъ ремонтѣ задерживающіе откосы канавъ вовсе не слѣдуетъ трогать.*

Относительно вырубки разрастающихся по откосамъ, бермамъ и кавальерамъ канавъ кустарниковъ возможны противоположныя сужденія. Зарастаніе краевъ канавы кустарникомъ и затѣненіе имъ откосовъ и дна уменьшаетъ ростъ травы на откосахъ и днѣ, лучше предохраняетъ дно канавъ отъ промерзанія, затрудняетъ доступъ пасущемуся скоту—все это содѣйствуетъ лучшей работѣ канавъ.

Но, съ другой стороны, кустарникъ, скопляя въ себѣ снѣгъ и затрудняя его таяніе, уменьшаетъ пропускную способность канавъ въ весеннее время, когда на поверхности болота снѣгъ уже растаялъ, а канавы и особенно воронки заполнены снѣгомъ.



## ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ.

### Сооруженія на каналахъ.

**Мосты.** На мѣстахъ пересѣченія канавъ съ дорогами необходимо строить для переѣзда мосты. Промедленіе въ постройкѣ мостовъ вызываетъ порчу канавъ, такъ какъ для возможности переѣзда и перегона черезъ нихъ, въ канавы наваливается хворость, сѣно и пр. посторонніе предметы. Въ виду того, что осушительныя канавы не имѣютъ поперечныхъ сѣченій особо большихъ размѣровъ, то и мосты на нихъ строятся обычно простѣйшей балочной конструкціи, указанной на помѣщаемыхъ ниже чертежахъ. На мѣстахъ впаденія боковыхъ канавъ въ магистрали устраиваются переходы для людей изъ 2—4 толстыхъ сколоченныхъ жердей съ перилами по одной сторонѣ изъ того же матеріала; чѣмъ больше устроено мостовъ и переходовъ тѣмъ надежнѣе канавы предохранены отъ порчи.

**Длина моста.** Отверстіе моста—разстояніе между крайними сваями—опредѣляется обычно шириною канавы по верху съ прибавленіемъ запаса по обѣ стороны. Отверстіе моста черезъ регулированную рѣчку устанавливается сообразно съ пролетами существовавшихъ мостовъ, имѣя въ виду, однако, что по канализованной рѣчкѣ послѣ ливней будутъ проходить большія массы воды, чѣмъ ранѣе по засоренному руслу.

Если никакихъ данныхъ на мѣстѣ о необходимой величинѣ пролета моста черезъ рѣчку собрать нельзя, то величина пролета опредѣляется вычисленіемъ въ зависимости отъ площади бассейна рѣки передъ мостомъ слѣдующимъ простѣйшимъ способомъ \*).

---

\*) Справочная книга для инженеровъ „Hütte“. 1905



Площадь бассейна въ кв. вер.

50 до 100  
100 „ 300  
300 „ 500  
500 „ 1000

Коэффициентъ, на который надо умножить площадь для полученія живого сѣченія весен. воды въ кв. саж.

0, 07  
0, 06  
0, 05  
0,045

Примѣръ. Какое должно быть отверстіе моста при глубинѣ воды подъ нимъ въ 0,66 саж. и при площади водосбора въ 75 кв. верстъ (=7800 дес.)?

Живое сѣченіе весеннихъ водъ:

$$75 \times 0,07 = 4,25 \text{ кв. саж.},$$

Отверстіе моста:

$$4,25 : 0,66 = 8 \text{ саж.}$$

При площадяхъ водосбора менѣе 50 кв. верстъ, когда наибольшій расходъ даютъ ливневые, а не весеннія воды, правильный расчетъ отверстій мостовъ при дорожныхъ работахъ производится довольно сложно и для ознакомленія съ нимъ необходимо обратиться къ специальнымъ руководствамъ (напр., для техниковъ рекомендуется „Руководство при устройствѣ и содержаніи земскихъ дорогъ“ Г. В. Розенъ. Для инженеровъ: „Руководство къ опредѣленію отверстій мостовъ и трубъ“ Н. Самгинъ). Основы этого расчета однородны съ расчетомъ плузовъ и изложены въ слѣдующей главѣ. При расчетахъ отверстія моста черезъ осушительныя каналы возможно въ большинствѣ случаевъ имѣть въ виду, что большія весеннія воды безъ ущерба могутъ итти одинъ-три дня черезъ гать по обѣ стороны моста.

*Ширина моста.* Опредѣляется въ зависимости отъ значенія дороги: на лѣсо-сѣновозныхъ и проселочныхъ дорогахъ достаточно ширина между прогонами въ 2 сажени, на дорогахъ тракторныхъ необходима ширина въ 3, 4 и даже 5 сажень.

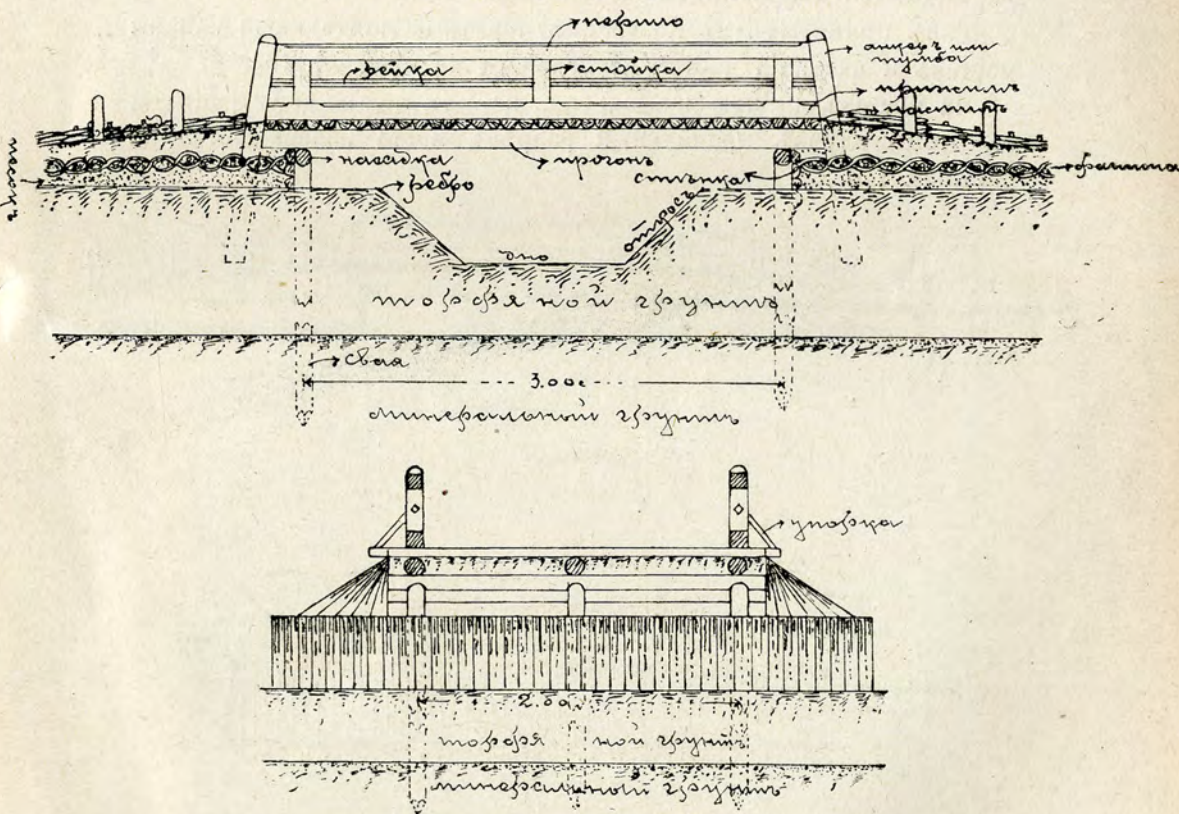
*Высота моста.* Настиль моста и поддерживающіе его прогонныя балки должны быть выше горизонта самыхъ высокихъ весеннихъ водъ, устанавливаемого опросомъ мѣстныхъ людей и по слѣдамъ воды на деревьяхъ, зданіяхъ, на прежнихъ сваяхъ, склонахъ долины и пр.

На сплавныхъ каналахъ балки моста должны быть для свободного прохода лѣса еще на аршинъ выше, чѣмъ только что указано. Поэтому настиль моста на осушительно-сплавномъ ка-



налѣ всегда значительно выше поверхности земли и для перѣзда черезъ мостъ необходимо устройство специальныхъ вѣздовъ. На болотахъ Минской губерніи настилъ мостовъ черезъ малыя осушительно-сплавныя каналы возвышается надъ поверхностью болота не менѣе 0,5 саж.

Сваи мостовыя располагаются на канавахъ такимъ образомъ, чтобы по срединѣ канавы, въ предупрежденіе задержанія хвороста, сѣна, бревенъ и т. п. плавучихъ въ водѣ предметовъ, никакихъ свай не приходилось. На сплавныхъ каналахъ это правило совершенно необходимо съ тѣмъ еще добавленіемъ, что пролетъ между сваями долженъ быть по возможности не менѣе ширины поверхности воды въ каналѣ во время сплава и никакъ не менѣе 3 сажень.



Черт. 190.

**Вѣзды.** Къ каждому мосту на торфяномъ грунтѣ необходимо устройство короткихъ гатей-вѣздовъ. Вѣзды устраиваются съ продольнымъ уклономъ поверхности не круче 0,1 (при высотѣ

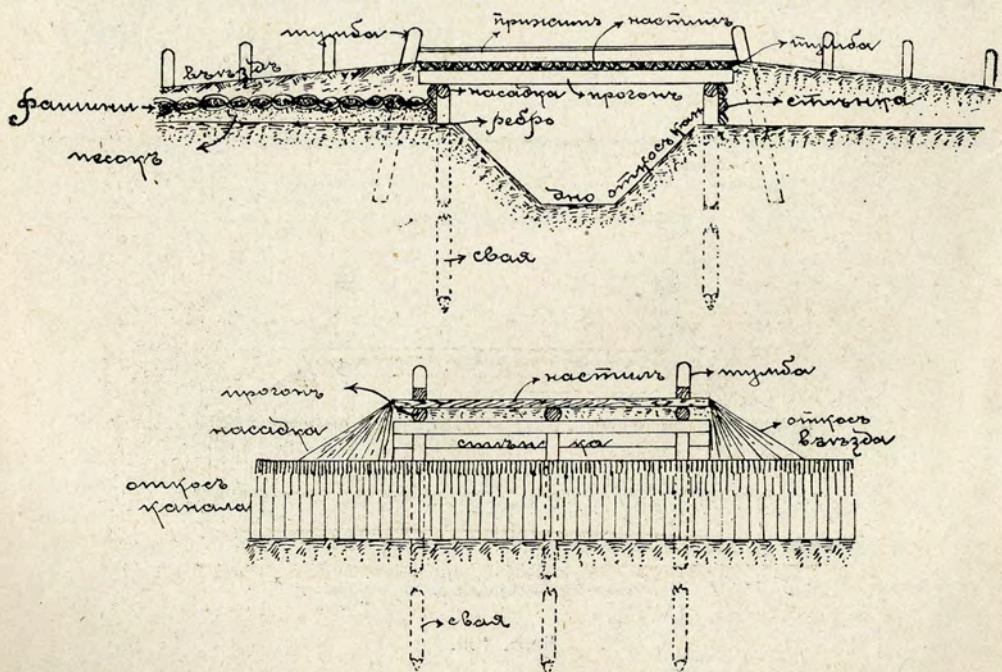


0,5 саж. длина 5 сажень), лучше же въ 0,05. Для устройства въѣздовъ укладываются поперекъ дороги хворостяныя фашины или просто хворостъ слоемъ 0,15—0,20 саж., который засыпается съ утрамбовкой грунтомъ, вынутымъ изъ канавы вдоль въѣзда; поверхъ этого насыпается слой песка.

Необходимо имѣть въ виду, что при осадкѣ болота оседаютъ и въѣзды, настилъ же свайнаго моста останется на прежней высотѣ; поэтому на второй годъ оказывается необходимымъ производить на въѣздъ дополнительную насыпку земли. Бока въѣзда устраиваются съ полуторнымъ откосомъ и для предохраненія отъ размыва, разливающейся по болоту, водой и отъ порчи скотомъ укрѣпляются хворостяными плетнями.

Типъ принятыхъ къ постройкѣ черезъ осушительныя канавы мостовъ и названія частей изображены на чертежѣ 109.

На мостахъ длиною менѣе 3 саж. периль можно не устраивать; въ этомъ случаѣ продольный разрѣзъ моста изображается на чертежѣ 110.



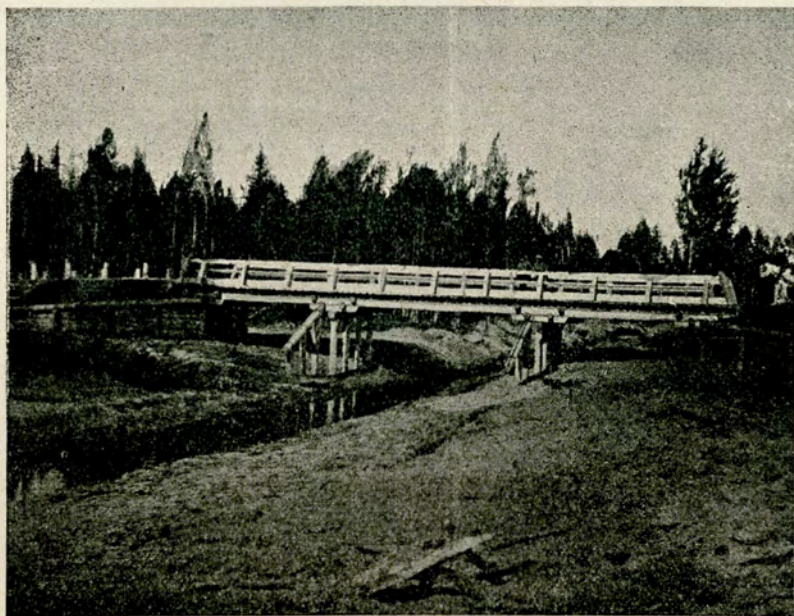
Черт. 110.

Сортименты матеріала для постройки прочныхъ мостовъ употребляются въ практикѣ нижеслѣдующіе:



|                                                          | Ширина моста 2 сажени.    |         |                                     |                   |        |                                     |
|----------------------------------------------------------|---------------------------|---------|-------------------------------------|-------------------|--------|-------------------------------------|
|                                                          | Пролетъ 2 сажени.         |         |                                     | Пролетъ 3 сажени. |        |                                     |
|                                                          | Число.                    | Длина.  | Размѣръ.                            | Число.            | Длина. | Размѣръ.                            |
| На сваи брев. дубов. . . . .                             | 6                         | 2 саж.  | діам. 5 в.                          | 6                 | 2 саж. | діам. 6 в.                          |
| „ насадки брев. соснов. . . .                            | 2                         | 2,33 „  | „ 5 „                               | 2                 | 2,5 „  | „ 6 „                               |
| „ прогоны „ „ . . . . .                                  | 3                         | 2,33 „  | „ 6 „                               | 3                 | 3,33 „ | „ 7 „                               |
| „ настиль пластинъ . . . . .                             | 28                        | 2,5 „   | толщ. 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 40                | 2,5 „  | толщ. 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |
| „ прижимы бревенъ соснов. . .                            | 2                         | 2,33 „  | діам. 5 в.                          | 2                 | 3,33 „ | діам. 5 в.                          |
| „ стѣнки ряжевыя . . . . .                               | 6                         | 2,33 „  | „ 3 „                               | 8                 | 2,5 „  | „ 3 „                               |
| „ тумбы брев. . . . .                                    | 4                         | 1,5 „   | „ 5 „                               | 4                 | 1,5 „  | „ 5 „                               |
| „ перила (стойки, рейки, брусья)                         | —                         | —       | —                                   | 5                 | 3,5 „  | „ 4 „                               |
| „ столбики вдоль вѣздовъ . .                             | 20                        | 1 „     | „ 2 „                               | 20                | 1 „    | „ 3 „                               |
| Вѣзды {                                                  | хвороста . . . . .        | 4 к. с. |                                     | 5 к. с.           |        |                                     |
|                                                          | кольевъ ивовыхъ . . . . . | 50      | 0,66 „                              | 100               | 0,66 „ | „ 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>     |
| „ сдѣланіе бабы для забивки<br>свай—бревенъ дубовыхъ . . | 1                         | 0,66 с. | „ 7 „                               | 1                 | 0,66 „ | „ 7 в.                              |

Сваи желательно дѣлать изъ дубоваго матеріала, остальные части моста изъ сосноваго матеріала. Если прогоны дѣлаются



Сним. № 111.



изъ брусевъ, то ихъ надлежитъ вытесывать изъ бревенъ съ такимъ расчетомъ, чтобы ширина бруса относилась къ высотѣ какъ 5:7 (если высота бруса наприм. 7 вер. то ширина 5 вер.).

Количество матеріала и ходъ работы по постройкѣ мостовъ видны изъ приводимыхъ ниже смѣтъ.

При постройкѣ мостовъ длиною свыше 3 сажень конструкція ихъ опредѣляется въ зависимости отъ груза, который они должны выдерживать, и выбирается изъ специальныхъ руководствъ по постройкѣ мостовъ \*).

Мостъ длиною около 10 саж. черезъ осушительный сплавный каналъ можетъ быть построенъ конструкціи указанной на фотографіи № 111.

Въ случаѣ возможности перевозки черезъ мостъ отверстіемъ въ 2 и 3 сажени особыхъ тяжестей, должна быть произведена проверка прочности его по формуламъ строительной механики.

---

\*) Руководство по устройству и содержанію земскихъ дорогъ Г. В. Розенъ 1912 г. и др.



## СМѢТА

на постройку моста съ пролетомъ длиною въ 3 саж., шириною въ 2 саж. съ заготовкою лѣсного матеріала на него, въ Туровской волости, Мозырскаго уѣзда, Минской губерніи.

---



| № по порядку. | О П И С А Н І Е Р А Б О Т Ъ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Основанія рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>теріаловъ. | Потребное количество.    |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМѢЧАНІЯ. |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|--------------|----------|------|--------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | Рабочихъ.                |          | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | Пѣшихъ.                  | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп.                                                                                      |  |  |  |  |  |
| 1.            | Для постройки моста пролетомъ діною въ 3 саж., шириною 2 саж., на 6 дубовыхъ сваяхъ, съ 2-мя сосновыми насадками, 3-мя сосновыми прогонами, настиломъ изъ пластинъ, прижимами, перилами и вѣздами, нужно лѣсного матеріала:<br><br>На сваи бревенъ дуб. дл. 2 саж., толщ. 6 верш. . . . .<br>" бабу " " " 0,66 " " 7 " . . . . .<br>" насадки " соснов. " 2,50 " " 6 " . . . . .<br>" прогоны " " " 3,33 " " 7 " . . . . .<br>" настиль " " " 2,50 " " 5 " . . . . .<br>" прижимы " " " 3,33 " " 5 " . . . . .<br>" стѣны-ряжевыя " " 2,50 " " 3 " . . . . .<br>" тумбы " " " 1,50 " " 5 " . . . . .<br>" перила " " " 3,50 " " 4 " . . . . .<br>" столбики привѣздахъ 1 " " 3 " . . . . .<br>" вѣзды { кольевъ разныхъ 0,66 саж., толщ. 1 1/2 верш.<br>хвороста ивового куб. саж. . . . . | По чертежу.                                                       |                          |          |              |          |      |        |             | На корню потаксѣ, установленной Лѣснымъ Департаментомъ предписаніемъ отъ ..... за № ..... |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | Шт.                      | 6        | 1            | 26       | 7    | 56     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 1        | —            | 73       | —    | 73     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 2        | —            | 88       | 1    | 76     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 3        | 2            | 75       | 8    | 25     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 20       | —            | 63       | 12   | 60     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 2        | —            | 81       | 1    | 62     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 8        | —            | 07       | —    | 56     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 4        | —            | 37       | 1    | 48     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 5        | —            | 59       | 2    | 95     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 20       | —            | 02       | —    | 40     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 100      | —            | 01       | 1    | 00     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | Кб. с.                   | 5        | —            | 34       | 1    | 70     |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
| 2.            | Для срубki вышеозначеннаго количества бревенъ и хвороста въ хвойномъ лѣсу средней густоты, очистка отъ сучьевъ, съ уборкой ихъ, оскобленія коры и укладки въ кучи нужно рабочихъ:<br><br>На сваи и бабу $0,15 \times 6 \times 2 = 1,80$ . . . . .<br>" насадки $0,15 \times 2 = 0,30$ . . . . .<br>" прогоны $0,205 \times 3 = 0,62$ . . . . .<br>" настиль и прижимы $0,105 \times 22 = 2,31$ . . . . .<br>" стѣны ряжевыя $(0,66 \times 8) : 100 = 0,53$ . . . . .<br>" тумбы $0,105 \times 2 = 0,21$ . . . . .<br>" перила $0,036 \times 5 = 0,48$ . . . . .<br>" столбики при вѣздахъ $(6,66 \times 10) : 100 = 0,67$ . . .<br>" вѣзды { кольевъ для укрѣпленія $(1,7 \times 50) : 100 = 0,85$<br>хвороста . . . . . $2 \times 5 = 10,00$                                              | Урочное полож.<br>для строитель-<br>ныхъ работъ.                  |                          |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 105 и 135 прм. 2       |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 105.                   |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 105.                   |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 105.                   |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 102-в.                 |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 105.                   |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 105.                   |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 102-в.                 |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | § 102-а.                 |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   | Всего рабочихъ . . 17,77 |          |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                          | 17,77    |              |          |      |        |             |                                                                                           |  |  |  |  |  |



| № по порядку. | О П И С А Н И Е   Р А Б О Т Ъ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Основаніе рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>териаловъ | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМѢЧАНІЯ. |      |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|------|--------|-------------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                  | Рабочихъ.             |          | Материаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |      |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                  | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп. |
| 3.            | Для перевозки этихъ бревенъ и хвороста изъ лѣса на мѣсто постройки, въ среднемъ на разстояніе одной версты, при вѣсѣ ихъ равномъ:<br><br>свай и бабы $(10,56 \times 6 + 6,59 \times 1) \times \frac{1,64}{1,12} = 102,82$ пуд. § 674 и 673.<br><br>насадокъ $13,50 \times 2 =$ 27,00 „    § 674.<br><br>прогоновъ $25,52 \times 3 =$ 76,56 „<br><br>настила $9,85 \times 20 =$ 197,00 „<br><br>прижимовъ $14,00 \times 2 =$ 28,00 „<br><br>стѣнъ $1,2 \times 20 =$ 24,00 „<br><br>тумбъ $5,45 \times 4 =$ 21,80 „<br><br>периль $10,12 \times 5 =$ 50,60 „<br><br>столбиковъ $1,2 \times 20 =$ 24,00 „<br><br>кольевъ $0,3 \times 66 =$ 19,8 „<br><br>хвороста $125 \times 5 =$ 625 „<br><br><div>Всего . . . 1196,58 пуд.</div><br><br>Потребно одноконныхъ подводъ:<br><br>$\frac{1196,58 \times 2,10 \times 1,60 \times 1,25}{1000} = 5,04$ . . . . . § 676, 687 и 689.<br><br>4. Для сдѣланія ручной дубовой бабы съ укрѣпленіемъ обручей и ручекъ потребно:<br><br>плотниковъ $1 \times 2 = 2,00$ . . . . . § 122-6. и 135 прим. 2. 2,00<br><br>обручей желѣзныхъ 2, каждый отъ 6 до 7 фут.—пуд. 0,33 .<br><br>5. Для заостренія 6-ти круглыхъ дубовыхъ свай толщ. 5 верш., съ обравниваніемъ верха и насаживаніемъ бугеля потребно:<br><br>плотниковъ $0,06 \times 6 \times 2 = 0,72$ . . . . . § 140 и 135 прим. 2. 0,72 |                                                                  |                       |          |              |          |      |        |             |      |



| № по порядку. | О П И С А Н І Е Р А Б О Т Ъ.                                                                                                                                                                                                                                         | Основаніе рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>теріаловъ. | Потребное кличество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМѢЧАНІЯ. |      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|--------------|----------|------|--------|-------------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                   | Рабочихъ.            |          | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |      |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                   | Пѣшихъ.              | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп. |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                   |                      |          |              |          |      |        |             |      |
| 6.            | Для забивки 6-ти свай ручной бабой въ обыкновенный грунтъ, на глубину до 2 саж. нужно:<br><br>плотниковъ $0,08 \times 6 \times 2 = 0,96$ . . . . .<br>рабочихъ $0,33 \times 6 \times 2 = 3,96$ . . . . .                                                             | § 144-а.                                                          | 0,96<br>3,96         |          |              |          |      |        |             |      |
| 7.            | Для зарубанія на 6-ти дубовыхъ сваяхъ шиповъ и выдалбли-<br>ванія въ свайныхъ насадкахъ соотвѣствующихъ гнѣздъ нужно:<br><br>плотниковъ $0,1 \times 6 \times 1,5 = 0,90$ . . . . .                                                                                   | § 138-д. и 135<br>прим. 2.                                        | 0,90                 |          |              |          |      |        |             |      |
| 8.            | Для положенія на мѣсто насадокъ и прогоновъ съ врубкой ихъ въ поддерева, всего на $2,5 \times 3,3 = 8,25$ кв. саж. нужно:<br><br>плотниковъ $0,4 \times 8,25 = 3,30$ . . . . .                                                                                       | § 654-б.                                                          | 3,30                 |          |              |          |      |        |             |      |
| 9.            | Для распиливанія на пластины 20-ти сосновыхъ бревенъ длиною 2,5 саж. толщиной 5 вер. для настила, всего 50 пог. саж., съ на-<br>катываніемъ ихъ на козлы и устройствомъ послѣднихъ нужно:<br><br>пильщиковъ $0,07 \times 50 = 3,50$ . . . . .                        | § 137-а.                                                          | 3,50                 |          |              |          |      |        |             |      |
| 10.           | На обтеску и остружку 2-хъ бревенъ длиной по 3,33 саж. тол-<br>щиной 5 верш. съ 3-хъ сторонъ, на прижимныя брусья нужно:<br><br>плотниковъ $(0,03 + 0,021) \times 3 \times 3,33 \times 2 = 1,02$ . . . . .                                                           | § 135-г.                                                          | 1,02                 |          |              |          |      |        |             |      |
| 11.           | Для настила сверхъ прогоновъ пластинами моста на площади $2,5 \times 3,3$ кв. саж. съ притеской, врубаніемъ и прикрѣпленіемъ ихъ прижимными брусьями нужно:<br><br>плотниковъ $1 \times 2,5 \times 3,3 = 8,25$ . . . . .                                             | § 654-в.                                                          | 8,25                 |          |              |          |      |        |             |      |
| 12.           | Для положенія на мѣсто стѣнокъ съ присыпкою ихъ землей, всего $2,5 \times 0,25 \times 2 = 1,25$ кв. с., нужно:<br><br>плотниковъ $1 \times 1,25 = 1,25$ . . . . .                                                                                                    | § 654-в.                                                          | 1,25                 |          |              |          |      |        |             |      |
| 13.           | Для сдѣланія обыкновенныхъ перилъ высотой $1\frac{1}{2}$ арш. съ двумя брусками и укрѣпленіемъ ихъ болтами, всего 6,66 пог. саж., нужно:<br><br>плотниковъ $0,05 \times 6,66 = 3,33$ . . . . .<br><br>болтовъ или ершей 7 дюйм. $2 \times 6,66 = 13$ шт. = 0,20 пуд. | 654-г.                                                            | 3,33                 |          | 0,20 пуд.    |          |      |        |             |      |



| № по порядку. | О П И С А Н И Е   Р А Б О Т Ъ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Основаніе рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>териаловъ. | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМѢЧАНІЯ. |      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|------|--------|-------------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                   | Рабочихъ.             |          | Материаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |      |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                   | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп. |
| 14.           | Для вырытія въ обыкновенномъ грунтѣ ямъ діаметромъ 1 аршинъ, глубиной 0,35 саж. для 4-хъ тумбъ съ постановленіемъ ихъ въ ямы, обдѣлкою верха конусомъ, съ нарубаніемъ шипа въ прижимныхъ брусьяхъ и выдалбливаніемъ гнѣздъ въ тумбахъ, засыпкою ихъ и плотной утрамбовкой нужно:<br><br>плотниковъ $0,25 \times 4 = 1,00$ . . . . .    | § 152.                                                            | 1,00                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 15.           | Для устройства съ обѣихъ сторонъ моста въѣздовъ изъ фашинъ и земли высотой у моста 0,35 саж. шириной 2,50 саж. и длиной 5 саж., нужно земли $2,50 \times 5 \times \frac{0,35}{2} \times 2 = 4,25$ куб. саж., для копанія 4,25 куб. саж. растительной земли изъ резервовъ нужно:<br><br>землекоповъ $1,75 \times 4,25 = 7,43$ . . . . . | § 30-б.                                                           | 7,43                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 16.           | Для перевозки 4,25 куб. саж. земли на разстояніе въ среднемъ до 50 саж. въсомъ $4,25 \times 675 = 2867,75$ пуда нужно:<br><br>одноконныхъ подводъ $\frac{2867,75}{1000} \times 0,83 \times 1,25 = 2,98$ . . .                                                                                                                          | § 676 и 689.                                                      | 2,98                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 17.           | Для заготовленія 70-ти двукомельныхъ фашинъ длиной 2,50 саж. толщиной 1 футъ, съ перевязкой ихъ черезъ $3\frac{1}{2}$ фута нужно:<br><br>рабочихъ $0,168 \times 70 = 11,76$ . . . . .                                                                                                                                                  | § 84. в.                                                          | 11,76                 |          |              |          |      |        |             |      |
| 18.           | Для положенія 70 фашинъ на мѣсто съ забивкой 20-ти столбиковъ по бокамъ нужно:<br><br>рабочихъ $0,05 \times 70 = 0,35$ . . . . .                                                                                                                                                                                                       | § 94.                                                             | 0,35                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 19.           | Для разравниванія 4,25 куб. саж. земли на мѣстѣ свалки съ тщательной утрамбовкой нужно:<br><br>землекоповъ $1 \times 4,25 = 4,25$ . . . . .                                                                                                                                                                                            | § 43-в.                                                           | 4,25                  |          |              |          |      |        |             |      |



| № по порядку. | ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.                                                                                                                                                                                                                                                                | Основаніе рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>теріаловъ | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМЪЧАНІЯ. |                                                                                                                                                                                  |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|------|--------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                  | Рабочихъ.             |          | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |                                                                                                                                                                                  |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                  | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп.                                                                                                                                                                             |
| 20.           | На сдѣланіе безъ подсыпки земли по бокамъ вѣздовъ плетне-<br>выхъ заборовъ длиной 5 саж. по каждой сторонѣ каждого вѣзда,<br>всего длиною 20 саж., высотой у моста 0,45 саж. и у начала<br>вѣзда 0,10 саж., потребно:<br><br>рабочихъ $0,07 \times 20 = 1,40$ . . . . . § 95-а. |                                                                  | 1,40                  |          |              |          |      |        |             |                                                                                                                                                                                  |
|               | <b>Общая потребность:</b>                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                  |                       |          |              |          |      |        |             |                                                                                                                                                                                  |
|               | плотниковъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                  | 22,73                 |          |              | 1        | 80   | 40     | 91          | По справочнымъ цѣнамъ<br>на рабочія руки за іюнь<br>мѣсяцъ 1915 года по Мо-<br>зырскому уѣзду.                                                                                   |
|               | пильщиковъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                  | 3,50                  |          |              | 1        | 80   | 6      | 30          |                                                                                                                                                                                  |
|               | землекоповъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                  | 11,68                 |          |              | 1        | —    | 11     | 68          |                                                                                                                                                                                  |
|               | рабочихъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                  | 35,24                 |          |              | —        | 95   | 33     | 48          |                                                                                                                                                                                  |
|               | одноконныхъ подводъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                  |                       | 8,01     |              | 1        | 50   | 12     | 02          |                                                                                                                                                                                  |
|               | желѣзныхъ поковокъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                  |                       |          | 0,53 пуд.    | 1        | 85   | —      | 98          | По даннымъ опыта по-<br>стройку моста возможно<br>произвести, со стоим. ма-<br>теріала, за 120 руб., счи-<br>тая по 20 руб. за квадрат-<br>ную сажень проѣзжей<br>части настила. |
|               | лѣсного матеріала согласно вышеисчисленному . .                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                  |                       |          | Всего        | по смѣтѣ |      | 145    | 98          |                                                                                                                                                                                  |
|               | <i>Составилъ</i>                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                  |                       |          |              |          |      |        |             |                                                                                                                                                                                  |



## СМѢТА

на постройку моста съ пролетомъ длиною въ 2 саж., шир. 2 саж.  
съ заготовкою лѣсного матеріала, въ Каролинской волости Мин-  
ской губерніи, Мозырскаго уѣзда.

---



| № по порядку. | ОПИСАНИЕ РАБОТЪ.                                                                                                                                                                                | Основаніе рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>териаловъ. | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМЪЧАНІЯ.                                                                                |      |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                 |                                                                   | Рабочихъ.             |          | Материаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |                                                                                            |      |
|               |                                                                                                                                                                                                 |                                                                   | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |                                                                                            | Коп. |
|               |                                                                                                                                                                                                 |                                                                   |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | Для постройки моста съ пролетомъ длиною 2 саж., шириною 2 саж. на 6 дубовыхъ сваяхъ, съ двумя сосновыми насадками, 3-мя прогонами, настиломъ изъ пластинъ и вѣздами потребно лѣсного матеріала: |                                                                   |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | На сваи бревенъ дуб. дл. 2 саж., толщ. 5 верш. 6 шт. .                                                                                                                                          |                                                                   |                       | Шт. 6    | —            | 90       | 5    | 40     | На корню по таксѣ, установленной Лѣснымъ Департаментомъ предписаніемъ отъ ..... за № ..... |      |
|               | „ бабу „ „ „ 0,66 „ „ 6 „ 1 „ .                                                                                                                                                                 |                                                                   |                       | 1        | —            | 53       | —    | 53     |                                                                                            |      |
|               | „ насадки „ сосн. „ 2,33 „ „ 5 „ 2 „ .                                                                                                                                                          |                                                                   |                       | 2        | —            | 54       | 1    | 08     |                                                                                            |      |
|               | „ прогоны „ „ „ 2,33 „ „ 6 „ 3 „ .                                                                                                                                                              |                                                                   |                       | 3        | —            | 76       | 2    | 28     |                                                                                            |      |
|               | „ настиль „ „ „ 2,50 „ „ 5 „ 14 „ .                                                                                                                                                             |                                                                   |                       | 14       | —            | 63       | 8    | 82     |                                                                                            |      |
|               | „ прижимы „ „ „ 2,33 „ „ 5 „ 2 „ .                                                                                                                                                              |                                                                   |                       | 2        | —            | 54       | 1    | 08     |                                                                                            |      |
|               | „ стѣны „ „ „ 2,33 „ „ 3 „ 6 „ .                                                                                                                                                                |                                                                   |                       | 6        | —            | 06       | —    | 36     |                                                                                            |      |
|               | „ тумбы „ „ „ 1,50 „ „ 5 „ 4 „ .                                                                                                                                                                |                                                                   |                       | 4        | —            | 37       | 1    | 48     |                                                                                            |      |
|               | „ столбики „ „ „ 1,00 „ „ 3 „ 20 „ .                                                                                                                                                            |                                                                   |                       | 20       | —            | 02       | —    | 40     |                                                                                            |      |
|               | „ вѣзды { кольевъ „ 0,66 „ „ 1 1/2 „ 50 „ .                                                                                                                                                     |                                                                   |                       | 50       | —            | 01       | —    | 50     |                                                                                            |      |
|               | „ { хвороста куб. саж. 4 . . .                                                                                                                                                                  |                                                                   |                       | К. с. 4  | —            | 34       | 1    | 36     |                                                                                            |      |
| 1.            | Для срубки вышеозначеннаго количества бревенъ и хвороста въ хвойномъ лѣсу средней густоты, очистки отъ сучьевъ съ уборкою ихъ, оскобленія коры и укладки въ кучи потребно рабочихъ:             |                                                                   |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | На сваи и бабу . . . . . $0,105 \times 6 \times 2 = 1,26$                                                                                                                                       | § 105 и 135 прим. 2.                                              |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | „ насадки, прижимы, настиль . . . . . $0,2 \times 9 = 1,80$                                                                                                                                     | § 105.                                                            |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | „ прогоны . . . . . $0,15 \times 3 = 0,45$                                                                                                                                                      | § 105.                                                            |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | „ стѣны . . . . . $(6,66 \times 6) : 100 = 0,40$                                                                                                                                                | § 102-в.                                                          |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | „ тумбы . . . . . $0,105 \times 2 = 0,21$                                                                                                                                                       | § 105.                                                            |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | „ столбики . . . . . $(6,66 \times 10) : 100 = 0,67$                                                                                                                                            | § 102-в.                                                          |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | „ колья . . . . . $(1,7 \times 25) : 100 = 0,43$                                                                                                                                                | § 102-а.                                                          |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | „ хворостъ . . . . . $2 \times 4 = 8,00$                                                                                                                                                        | § 82.                                                             |                       |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |
|               | Всего рабочихъ . . 13,22                                                                                                                                                                        |                                                                   | 13,22                 |          |              |          |      |        |                                                                                            |      |



| № по порядку. | О П И С А Н И Е   Р А Б О Т Ъ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Основанія рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>теріаловъ. | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМѢЧАНІЯ. |      |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|------|--------|-------------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                   | Рабочихъ.             |          | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |      |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                   | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп. |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                   |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| 2.            | Для перевозки этихъ бревенъ и хвороста изъ лѣса на мѣсто по-<br>стройки, въ среднемъ на разстояніе 1 версты, привѣсѣныхъ равномъ:<br><br>свай и бабы $(7,59 \times 61 + 3,21 \times 1) \frac{1,64}{1,12} = 71,38$ пуд. . . .<br>насадокъ . . . . $9,17 \times 2 = 18,34$ „ . . . .<br>прижимовъ . . . . $9,17 \times 2 = 18,34$ „ . . . .<br>прогоновъ . . . . $12,68 \times 3 = 38,04$ „ . . . .<br>настила . . . . $9,86 \times 14 = 138,04$ „ . . . .<br>стѣнь . . . . $1,20 \times 2,33 \times 6 = 16,78$ „ . . . .<br>тумбъ . . . . $5,45 \times 4 = 21,80$ „ . . . .<br>столбиковъ . . . . $1,20 \times 20 = 24,00$ „ . . . .<br>кольевъ . . . . $0,3 \times 0,66 \times 50 = 9,90$ „ . . . .<br>хвороста . . . . $125 \times 4 = 500,00$ „ . . . .<br><br>Всего 856,62 пуд . . . § 673 и 674.<br><br>потребно одноконныхъ подводъ:<br><br>$\frac{856,62}{1000} \times 2,10 \times 1,60 \times 1,25 = 3,60$ . . . § 676, 687 и 689.<br><br>3. Для сдѣланія ручной дубовой бабы съ укрѣпленіемъ обручей<br>и ручекъ потребно:<br><br>плотниковъ $1 \times 2 = 2$ . . . . . } § 122-6. и<br>обручей желѣзныхъ 2, каждый отъ 6 до } § 135 прим. 2.<br>7 фут. — пуд. 0,33<br><br>4. Для заостренія 6-ти круглыхъ дубовыхъ свай толщ. 5 верш.<br>съ обравниваніемъ верха и насаживаніемъ бугеля потребно:<br><br>плотниковъ: $0,06 \times 6 \times 2 = 0,72$ . . . . . § 140, 135<br>прим. 2.<br><br>5. Для забивки 6-ти свай ручной бабой въ обыкновенный грунтъ<br>въ глубину до 2-хъ саж. потребно:<br><br>плотниковъ $0,08 \times 6 \times 2 = 0,96$ . . . . . § 144-а.<br>рабочихъ $0,33 \times 6 \times 2 = 3,96$ . . . . . § 144-а. |                                                                   |                       |          |              |          |      |        |             |      |



| № по порядку. | О П И С А Н І Е Р А Б О Т Ъ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Основаніе рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>теріаловъ. | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМѢЧАНІА. |      |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|------|--------|-------------|------|
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                   | Рабочихъ.             |          | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |      |
|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                   | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп. |
| 6.            | Для зарубанія на 6-ти дубовыхъ сваяхъ шиповъ и выдалбли-<br>ванія въ свайныхъ насадкахъ соответствующихъ гнѣздъ потребно:<br><br>плотниковъ $0,1 \times 6 \times 1,5 = 0,9$ . . . . .                                                                                                                                                                 | § 138-д. 135<br>прим. 2.                                          | 0,90                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 7.            | Для положенія на мѣсто насадокъ и прогоновъ съ врубкой ихъ<br>въ полдерева при пересѣченіяхъ, всего $2,5 \times 2,3 = 5,75$ кв. саж.,<br>потребно:<br><br>плотниковъ: $0,4 \times 5,75 = 2,3$ . . . . .                                                                                                                                               | § 654-б.                                                          | 2,30                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 8.            | Для распиливанія на пластины 14-ти сосновыхъ бревенъ дл.<br>2,33 саж., толщ. 5 верш. для настила, всего 32,62 саж., съ нака-<br>тываніемъ ихъ на козлы и устройствомъ послѣднихъ потребно:<br><br>пильщиковъ: $0,07 \times 32,62 = 2,28$ . . . . .                                                                                                    | § 137-а.                                                          | 2,28                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 9.            | На обтеску и остружку 2-хъ бревенъ дл. 2,33 саж., толщ. 5 верш.<br>съ трехъ сторонъ на прижимныя брусья потребно плотниковъ:<br><br>$(0,03 + 0,021) \times 3 \times 2 \times 2,33 = 0,72$ . . . . .                                                                                                                                                   | § 135-г.                                                          | 0,72                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 10.           | Для настилки сверхъ прогоновъ пластинами моста съ прите-<br>ской, врубаніемъ и прикрѣпленіемъ ихъ прижимными брусьями на<br>площади $2,5 \times 2,3 = 5,75$ кв. саж. потребно плотниковъ:<br><br>$1 \times 5,75 = 5,75$ . . . . .                                                                                                                     | § 654-в.                                                          | 5,75                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 11.           | Для положенія на мѣсто стѣнокъ съ присыпкою ихъ землей,<br>всего $2,33 \times 0,2 \times 2 = 0,93$ кв. саж., потребно:<br><br>плотниковъ $1 \times 0,93 = 0,93$ . . . . .                                                                                                                                                                             | примѣнит. къ<br>§ 654-в.                                          | 0,93                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 12.           | Для вырытія въ обыкновенномъ грунтѣ ямъ діаметромъ 1 арш.,<br>глубиной 0,35 саж. для 4-хъ тумбъ съ постановленіемъ ихъ въ<br>ямы, съ обдѣлкою верха конусомъ, съ нарубаніемъ шипа въ при-<br>жимныхъ брусьяхъ и выдалбливанія гнѣздъ въ тумбахъ, засып-<br>кою ихъ и плотной утрамбовкой потребно:<br><br>плотниковъ $0,25 \times 4 = 1,00$ . . . . . | примѣнит. къ<br>§ 152.                                            | 1,00                  |          |              |          |      |        |             |      |
| 13.           | Для устройства съ обѣихъ сторонъ моста въѣздовъ изъ фа-<br>шинъ и земли высотой у моста 0,35 саж., шириною 2,33 саж. и<br>длиной 5 саж.:<br><br>потребно земли $2,33 \times 5 \frac{0,35}{2} \times 2 = 4,07$ . . . . .                                                                                                                               |                                                                   |                       |          |              |          |      |        |             |      |



| № по порядку.             | О П И С А Н І Е   Р А Б О Т Ъ .                                                                                                                                                                                   | Основаніе рас-<br>чета количества<br>рабочихъ и ма-<br>теріаловъ. | Потребное количество. |          | Матеріаловъ. | СТОИМОСТЬ. |        |        |    | ПРИМѢЧАНІЯ.                                                                                                                               |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|------------|--------|--------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   | Рабочихъ.             |          |              | Единицы.   |        | ВСЕГО. |    |                                                                                                                                           |
|                           |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   | Пѣшихъ.               | Конныхъ. | Рубли.       | Коп.       | Рубли. | Коп.   |    |                                                                                                                                           |
|                           | Для копанія 4,07 куб. саж. растительной земли изъ резервовъ<br>потребно:<br>землекоповъ: $1,75 \times 4,07 = 7,12$ . . . . .                                                                                      | § 30-б.                                                           | 7,12                  |          |              |            |        |        |    |                                                                                                                                           |
| 14.                       | Для перевозки 4,07 куб. саж. земли на разстояніи въ сред-<br>немъ до 50 саж. вѣсомъ $4,07 \times 675 = 2747,25$ пуд. потребно:<br>одноконныхъ подводъ $\frac{2747,25}{1000} \times 0,83 \times 1,25 = 2,85$ . . . | § 676 и 689.                                                      |                       | 2,85     |              |            |        |        |    |                                                                                                                                           |
| 15.                       | Для заготовленія 70-ти двухкомельныхъ фашинъ длиною 2,33<br>саж., толщиною 1 футъ съ перевязкой черезъ $3\frac{1}{2}$ фута потребно:<br>рабочихъ $0,168 \times 70 = 11,76$ . . . . .                              | § 84.                                                             | 11,76                 |          |              |            |        |        |    |                                                                                                                                           |
| 16.                       | Для положенія 70-ти двухкомельныхъ фашинъ на мѣсто съ укрѣ-<br>пленіемъ ихъ кольями и съ забивкою 20 столбиковъ потребно:<br>рабочихъ $0,05 \times 70 = 0,35$ . . . . .                                           | примѣнит. къ<br>§ 94.                                             | 0,35                  |          |              |            |        |        |    |                                                                                                                                           |
| 17.                       | Для разравниванія 4,07 куб. саж. земли на мѣстѣ свалки съ<br>тщательной утрамбовкой потребно:<br>землекоповъ $1 \times 4,07 = 4,07$ . . . . .                                                                     | § 43-в.                                                           | 4,07                  |          |              |            |        |        |    |                                                                                                                                           |
| <b>Общая потребность:</b> |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                       |          |              |            |        |        |    |                                                                                                                                           |
|                           | Плотниковъ . . . . .                                                                                                                                                                                              |                                                                   | 15,28                 |          |              | 1          | 80     | 27     | 54 | По справочнымъ цѣнамъ<br>на рабочія руки за іюнь<br>мѣсяцъ 1915 года по Мо-<br>зырскому уѣзду.                                            |
|                           | пильщиковъ . . . . .                                                                                                                                                                                              |                                                                   | 2,28                  |          |              | 1          | 80     | 4      | 10 |                                                                                                                                           |
|                           | землекоповъ . . . . .                                                                                                                                                                                             |                                                                   | 11,19                 |          |              | 1          | —      | 11     | 19 |                                                                                                                                           |
|                           | рабочихъ . . . . .                                                                                                                                                                                                |                                                                   | 29,29                 |          |              | 0          | 95     | 27     | 83 |                                                                                                                                           |
|                           | одноконныхъ подводъ . . . . .                                                                                                                                                                                     |                                                                   |                       | 6,45     |              | 1          | 50     | 9      | 68 |                                                                                                                                           |
|                           | железныхъ поковокъ . . . . .                                                                                                                                                                                      |                                                                   |                       |          | 0,33 пуд.    | 1          | 85     | 0      | 61 | Согласно даннымъ опыта<br>работу эту можно исполнить<br>за 100 руб., считая по 25<br>рублей за квадратную саж.<br>настила проезжей части. |
|                           | лѣсного матеріала согласно исчисленію выше . . .                                                                                                                                                                  |                                                                   |                       |          |              |            |        | 23     | 29 |                                                                                                                                           |
|                           |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                       |          | Итого        |            |        | 103    | 75 |                                                                                                                                           |
|                           | Составилъ                                                                                                                                                                                                         |                                                                   |                       |          |              |            |        |        |    |                                                                                                                                           |



## Шлюзы.

Для задержанія воды въ канавахъ, въ цѣляхъ поддержанія уровня ея на благопріятной для роста растеній высотѣ, для затопленія сѣнокосовъ весенними водами изъ канавъ, для направленія движенія воды изъ рѣки въ канавы и распредѣленія ея по осушительно-оросительной сѣти и, наконецъ, для улучшенія условій сплава лѣса по каналамъ устраиваются шлюзы или, иначе, водоспуски.

На чертежѣ № 112 изображенъ шлюзъ, устраиваемый на осушительно-сплавныхъ канавахъ въ Минской губ., на чертежѣ № 113 шлюзъ, проектируемый на осушительно-оросительныхъ канавахъ.

Главными частями шлюза являются: 1) забитый поперекъ канала въ твердый грунтъ шпунтовый рядъ изъ пластинъ или бревень, 2) порогъ (иначе, красный брусъ, бортница, король)—брусъ, плотно насаживаемый на шпунтовый рядъ, къ которому прикрѣпляются затѣмъ щитовыя стойки, 3) щитовыя стойки и щиты, 4) ростверкъ изъ свай съ насадками на нихъ, къ которымъ прикрѣпляются полъ, 5) полъ, 6) стѣны, 7) крылья водоспуска, 8) укрѣпленіе дна канала на верхней и нижней сторонахъ водоспуска.

Изображенные типы шлюзовъ, особенно на сплавныхъ канавахъ, имѣютъ существенные недостатки и требуютъ еще измѣненій.

Наиболѣе нуждаются въ измѣненіи щитовыя затворы шлюзовъ.

Показанные на черт. № 112 три щитовыя стойки на разстояніи 1 саж. другъ отъ друга лишаютъ возможности пропускать черезъ такой шлюзъ плоты лѣсного матеріала. Кромѣ того, поднятіе щита при полномъ напорѣ воды чрезвычайно трудно. Примѣненіе же рекомендуемыхъ иногда спицевыхъ затворовъ имѣетъ существенный недостатокъ, заключающійся въ томъ, что черезъ нихъ очень велика фильтрація воды.



Правильное проектированіе шлюза на значительномъ каналѣ кропотливо и за отсутствіемъ надежныхъ данныхъ обычно довольно произвольно. Проектированіе состоитъ изъ: 1) опредѣленія наибольшаго количества воды, проходящей черезъ мѣсто постройки, 2) вычисленія отверстія шлюза, 3) расчета частей шлюза.

**Опредѣленіе наибольшаго количества воды,** которое долженъ пропускать шлюзъ, производится по тѣмъ же основаніямъ, что и при расчетѣ мостовъ, но съ большею точностью; оно слѣдствуетъ изъ: а) опредѣленія по картѣ масштаба 2 или 3 версты въ дюймѣ, по планамъ и мѣстнымъ осмотрамъ площади водосбора рѣки или канала, на которомъ строится шлюзъ, по соображеніямъ, указаннымъ въ главѣ о производствѣ изысканій, и б) установленія величины стока. Въ дорожномъ дѣлѣ считается, что съ площади менѣе 50 квадратныхъ верстъ наибольшая вода получается отъ ливней, при площади же водосбора свыше 50 кв. верстъ—отъ таянія снѣговъ; поэтому и эмпирическія формулы для опредѣленія количества воды при расчетѣ отверстій мостовъ различны въ зависимости отъ площади водосбора. Есть основаніе полагать, что съ канализованнаго болота, вслѣдствіе малаго уклона поверхности, затрудненности движенія воды по дернинѣ и моховому покрову и большой поглотительной способности торфа, стокъ воды отъ таянія снѣга будетъ больше, чѣмъ отъ ливней, и съ площадей менѣе 50 квадратныхъ верстъ.

Въ мостовомъ строительствѣ наибольшій расходъ воды, протекающей къ мостовому сооруженію, опредѣляется по формулѣ Кестлина, которую можно представить въ видѣ:

$$Q = 18,2 \times F \times \alpha,$$

гдѣ  $F$  — площадь водосбора въ квадратныхъ верстахъ,

$Q$  — расходъ воды въ кубическихъ метрахъ,

$\alpha$  — коэффиціентъ, величина котораго, при уклонѣ менѣе 0,005, равна:

|                                           |                                     |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| для бассейновъ длиною до 3,5 вер. . . . . | $\frac{1}{4}$                       |
| отъ $3\frac{1}{2}$ до 7 вер. . . . .      | отъ $\frac{3}{16}$ до $\frac{1}{6}$ |
| „ 7 „ $10\frac{1}{2}$ . . . . .           | „ $\frac{1}{8}$                     |
| „ $10\frac{1}{2}$ „ 14 . . . . .          | „ $\frac{1}{16}$                    |
| „ 14 „ $17\frac{1}{2}$ . . . . .          | „ $\frac{1}{32}$                    |

При уклонахъ болѣе 0,005 коэф.  $\alpha$  увеличивается вдвое, при уклонахъ менѣе 0,001 коэф. возможно, по даннымъ опыта, уменьшить вдвое.



Примѣръ. На какой расходъ воды надлежитъ разсчитать отверстие водоспуска при площади водосбора въ 25 кв. верстъ, длинѣ въ 6 верстъ, среднемъ продольномъ уклонѣ 0,0005?

$$Q = 18,2 \times 25 \times \frac{1}{12} = 38 \text{ куб. метровъ} = \text{приб. 4 куб. саж.}$$

При площадяхъ водосбора свыше 50 кв. верстъ рабочее отверстие водоспуска опредѣляется, какъ указано уже въ главѣ объ опредѣленіи отверстій мостовъ; именно, сначала опредѣляется живое сѣченіе весенней воды, проходящей черезъ водоспускъ, согласно таблицы:

| Площадь бассейна въ кв. верстахъ. | Коэффициентъ, на который надо умножить площадь для полученія живого сѣченія весен. воды въ кв. саж. |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 50 до 100                         | 0,07                                                                                                |
| 100 „ 300                         | 0,06                                                                                                |
| 300 „ 500                         | 0,05                                                                                                |
| 500 „ 1000                        | 0,045                                                                                               |

Затѣмъ вычисленное живое сѣченіе дѣлится на предполагаемую глубину воды въ водоспускѣ; частное и даетъ величину отверстия водоспуска.

Примѣръ. Площадь водосбора на мѣстѣ постройки водоспуска 50 кв. верстъ, предполагаемая глубина воды въ водоспускѣ 0,50 саж.; какая должна быть ширина отверстия водоспуска?

Живое сѣченіе весеннихъ водъ:

$$50 \times 0,07 = 3,5 \text{ кв. саж.}$$

Отверстіе водоспуска:

$$3,5 : 0,5 = 7 \text{ сажень.}$$

**Вычисленіе ширины отверстия шлюза по опредѣленному расходу воды можетъ производиться по формулѣ:**

$$b = \frac{Q}{m \left( a + \frac{2}{3} h \right) \cdot v}$$

$b$  — ширина въ саженьяхъ.

$Q$  — расходъ воды въ сек. въ кубич. саж.

$m$  — коэффициентъ тренія — 0,90.

$a$  — глубина воды въ потокѣ до устройства шлюза, устанавливаемая преимущественно опросомъ мѣстныхъ людей и наблюденіями,

$v$  — допускаемая скорость воды въ водоспускѣ въ саж. въ секунду; въ предупрежденіе размывовъ грунта за водоспускомъ скорость желательнo принимать не превышающей 1 сажени,



$h$  — допускаемая величина подпора воды въ саж. передъ водоспускомъ; при наибольшей скорости воды въ водоспускѣ въ 1 саж.,  $h$  вычислится изъ равенства:

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{2 \times 4,7} = 0,11 \text{ саж.}$$

Подставивъ въ вышеприведенную формулу указаннаго цифровыя значенія, получаемъ ее въ видѣ:

$$b = \frac{Q}{0,90 \cdot (a + \frac{2}{3} \cdot 0,11) \cdot 1} = \frac{Q}{0,9 \times a + 0,66}$$

Примѣръ. Какой ширины должно быть отверстіе шлюза для пропуска 4 куб. саж. воды въ сек. при глубинѣ ея до постройки шлюза 0,5 саж?

$$b = \frac{4}{0,9 \cdot 0,5 + 0,66} = \frac{4}{1,11} = 3,6 \text{ сажени.}$$

Величину  $a$ , расчетную глубину воды въ потокѣ, если извѣстны наибольшій расходъ воды  $Q$ , уклонъ ложбины и профиль поперечнаго сѣченія ея, возможно вычислять подборомъ по основнымъ формуламъ

$$v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{j} \text{ и } Q = v \cdot F.$$

Именно, предполагаемъ какую-либо глубину потока; опредѣляемъ по поперечному профилю живое сѣченіе и смоченный периметръ при этой глубинѣ, вычисляемъ гидравлическій радіусъ  $R$ , вставляемъ эту величину въ формулу  $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{j}$ , вычисляемъ скорость  $v$  и, наконецъ, расходъ воды  $Q_1 = F_1 \times v_1$ . Если вычисленный такимъ образомъ расходъ окажется больше, чѣмъ вычисленный ранѣе наибольшій расходъ  $Q$  по площади водосбора, то глубину  $a$  уменьшаютъ, или наоборотъ, до тѣхъ поръ, пока при принятой глубинѣ расходы воды, вычисленные по площади водосбора и по скорости воды совпадутъ; эта глубина и принимается, затѣмъ, для расчета отверстія шлюза.

**Расчетъ частей шлюза.** Установленные практикою обычные размѣры всѣхъ частей шлюза на осушительно-сплавномъ каналѣ уже указаны выше. Однако въ обоснованномъ проектѣ необходимо приводить основные расчеты частей шлюза: толщины щитовъ, стоекъ и удерживающихъ стойки поперечныхъ брусевъ. Для этой цѣли необходимо вычислять давленіе воды на каждую изъ указанныхъ частей водоспуска и затѣмъ по формулѣ строительной механики подбирать поперечное сѣченіе части.



Давленіе воды на прямоугольную площадку  $f$ , находящуюся на средней глубинѣ  $h$ , равно вѣсу столба воды, основаніе котораго  $f$  и высота  $h$ ; напр., если  $f = 0,1$  кв. метра,  $h = 1,5$  метра, то давленіе воды:

$$D = f \cdot h \cdot 1000 = 0,1 \times 1,5 \times 1000 = 150 \text{ килограммовъ.}$$

Давленіе воды на всю стѣнку длиною  $l$ , при глубинѣ воды  $H$  выразится на основаніи предыдущаго:

$$D = F \times \frac{H}{2} \times 1000 = l \times H \times \frac{H}{2} \times 1000 = \frac{lH^2}{2} \times 1000.$$

$$\text{Площадь} = F = l \times H.$$

$$\text{Средняя глубина} = \frac{H}{2}.$$

Напримѣръ, если глубина воды 1,8 метра, длина стѣнки (затвора) 1,2 метра, то давленіе на весь затворъ равно  $1,2 \times 1,8 \times 0,9 \times 1000 = 19,44$  килогр.

Изъ формулы давленія воды  $D = \frac{lH^2}{2} \cdot 1000$  видно, что давленіе пропорціонально площади  $\left(\frac{H^2}{2}\right)$  прямоугольнаго треугольника, катеты котораго одинаковы и равны глубинѣ воды.

Поэтому давленіе воды на щитъ (затворъ) длиною въ 1 метръ равно:

$$\text{на фиг.} \quad P = 1000 \cdot \frac{H^2}{2} \text{ килогр.}$$

$$\text{на фиг.} \quad P = 1000 \cdot \frac{h^2 - h_0^2}{2} \text{ килогр.}$$

Давленіе воды на доски щита (затвора) по длинѣ ихъ распределяется равномерно; поэтому толщина досокъ вычисляется по формулѣ для равномерно нагруженной балки:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{P \cdot l}{k \cdot b}}, \text{ гдѣ}$$

$a$ —толщина доски въ сантим.,

$P$ —давленіе воды на доску въ килограмм.,

$l$ —длина доски, т.-е. разстояніе между точками опорами ея въ сантим.,

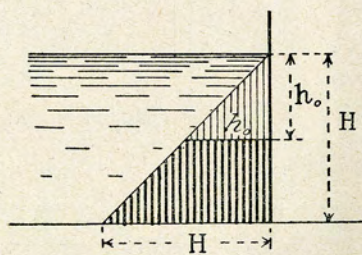
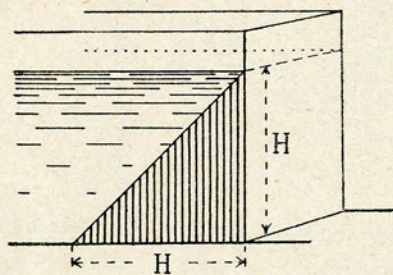
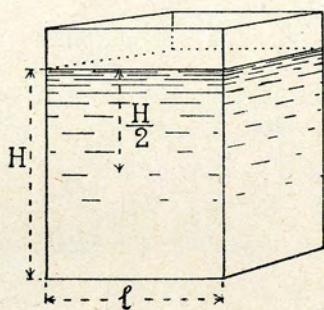
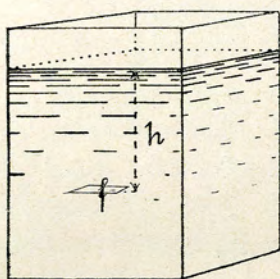
$k$ —допускаемое напряженіе матеріала:

для сосны 60 килогр. на кв. сантим.

для дуба 80 " " "

для ели 50 " " "







Примѣръ. Какова должна быть толщина сосновой доски щита при среднемъ напорѣ воды въ 1,2 метра и разстояніи между стойками (длина доски) въ 2 метра? <sup>1)</sup>

Для вычисленія принимаемъ ширину (высоту) доски въ 1 сент. Давленіе воды на такую доску равно:

$$1,2 \times 0,01 \times 1007 = 24 \text{ килограмма.}$$

Толщина доски опредѣляется по вышеприведенной формулѣ:

$$a = \sqrt[2]{\frac{3}{4} \cdot \frac{24 \cdot 200}{60 \cdot 1}} = 7,8 \text{ сантиметра.}$$

Понятно, что при ширинѣ доски въ 2 или сколько угодно сентим., толщина ея остается 7,8 сентим., т. к. такую доску можно разсматривать составленной изъ двухъ и болѣе досокъ шириною въ 1 сентим.

Ниже приводится таблица, вычисленная по предыдущему, для опредѣленія толщины досокъ затворовъ при разныхъ длинахъ и ихъ давленіяхъ воды.

| Высота<br>напора воды<br>въ саж. | Длина досокъ въ саженьяхъ.    |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                  | 0,50                          | 0,75                          | 1,00                          | 1,25                          | 1,50                          | 1,75                          | 2,00                          |
|                                  | Толщина дос-къ въ дюймахъ.    |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
| 0,15                             | 1                             | 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 2                             | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 3                             |
| 0,20                             | 1                             | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 3                             | 3                             | 3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> |
| 0,25                             | 1                             | 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 2                             | 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |
| 0,30                             | 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> | 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 3                             | 3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> | 5                             |
| 0,35                             | 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> | 2                             | 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |
| 0,40                             | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> | 3                             | 3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 5                             | 6                             |
| 0,45                             | 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> | 3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> | 4                             | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> |                               |
| 0,50                             | 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | 5                             | 6                             |                               |

Расчетъ сѣченія вертикальныхъ стоекъ, къ которымъ прижимаются щиты затвора производится по формуламъ:

$$x = 10 \cdot h \cdot \sqrt[3]{2,33 \cdot b \cdot \left(1 - \frac{h}{l} + 0,4 \frac{h}{l} \cdot \sqrt{\frac{h}{l}}\right)} \text{ и } y = \frac{5}{7} \cdot x,$$

гдѣ x—толщина стойки въ сентим. (сторона ея по теченію воды),

h—напоръ воды въ метрахъ,

b—разстояніе между стойками въ метрахъ,

<sup>1)</sup> 1 куб. метръ воды=0,103 куб. саж. вѣсить 1000 килогр.=61 пудъ. 1 куб. сажень воды=9,712 куб. метра вѣсить 592,9 пуда=9712 килогр.



l—длина стойки въ метрахъ,

y—ширина стойки въ сантим. (сторона ея поперекъ теченія воды).

Примѣръ.  $h = 1,6$  метра,  $b = 2$  мет.,  $l = 2$  метра.

Какая должна быть толщина и ширина стоекъ?

$$\begin{aligned} \text{Толщина } x &= 10 \times 1,6 \times \sqrt[3]{2,33 \times 2 \cdot (1 - \frac{1,6}{2} + 0,4 \times} \\ &\times \frac{1,6}{2} \cdot \sqrt{\frac{1,6}{2}}) = 16. \sqrt[3]{4,66 \cdot (0,2 + 0,28)} = 16. \sqrt[3]{2,24} = \\ &= 16 \times 1,31 = 21 \text{ сантим.} \end{aligned}$$

$$\text{Ширина } y = \frac{5}{7} \cdot 21 = 15 \text{ сантим.}$$

Расчетъ верхняго горизонтальнаго упорнаго бруса, къ которому прикрѣпляются стойки, производится по слѣдующимъ формуламъ.

При одной срединной стойкѣ:

Горизонтальная сторона сѣченія бруса (толщина)  $x = 1,80 \times$

$$\times h \times \sqrt[3]{\frac{b \cdot L}{l}} \text{ и } y = \frac{5}{7}x, \text{ гдѣ}$$

x—горизонтальная сторона сѣченія бруса (толщина) въ сантим.,

h—высота напора въ метрахъ,

b—разстояніе между стойками въ метрахъ,

L—длина верхняго упорнаго бруса въ метрахъ,

l—высота стойки въ метрахъ (разстояніе отъ нижняго краснаго бруса до верхняго упорнаго бруса).

y—вертикальная сторона сѣченія бруса (высота).

При двухъ вертикальныхъ стойкахъ (не считая краевыхъ), при чемъ разстоянія между стойками и краевыми упорами горизонтальнаго бруса равны:

$$x = 1,98 \times h \times \sqrt[3]{\frac{b \cdot L}{l}}.$$

При трехъ вертикальныхъ стойкахъ (не считая краевыхъ), при чемъ разстоянія между стойками и краевыми упорами горизонтальнаго бруса равны:

$$x = 2,6 \times h \times \sqrt[3]{\frac{b \cdot L}{l}}.$$

Примѣръ. Высота напора  $h = 1,6$  метра, длина горизонтальнаго упорнаго бруса  $L = 8$  мет., разстояніе между стойками  $b = 2$  мет.



ра, высота стоек (разстояніе отъ нижняго до верхняго упорнаго бруса)  $l = 2$  метра.

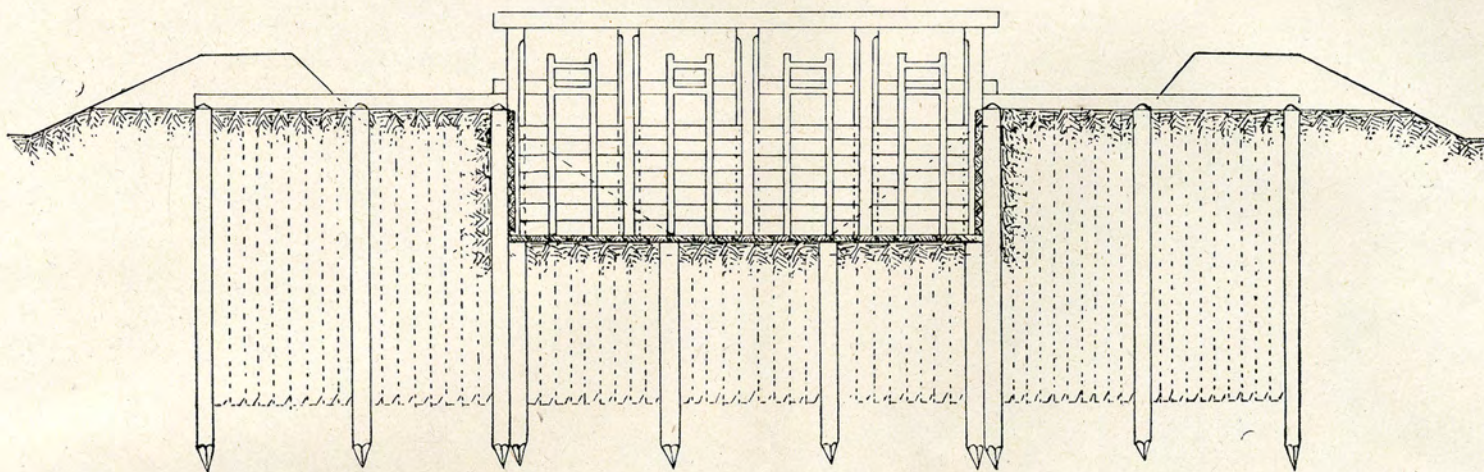
Толщина сѣченія верхняго упорнаго бруса (не принимая во вниманіе тяжести человѣка, поднимающаго щиты, для чего устраивается отдѣльный мостикъ) въ этомъ случаѣ должна быть:

$$x = 2,6 \times 1,6 \times \sqrt[3]{\frac{2 \times 8}{2}} = 2,6 \times 1,6 \times 2 = 8,32 \text{ сант.}$$

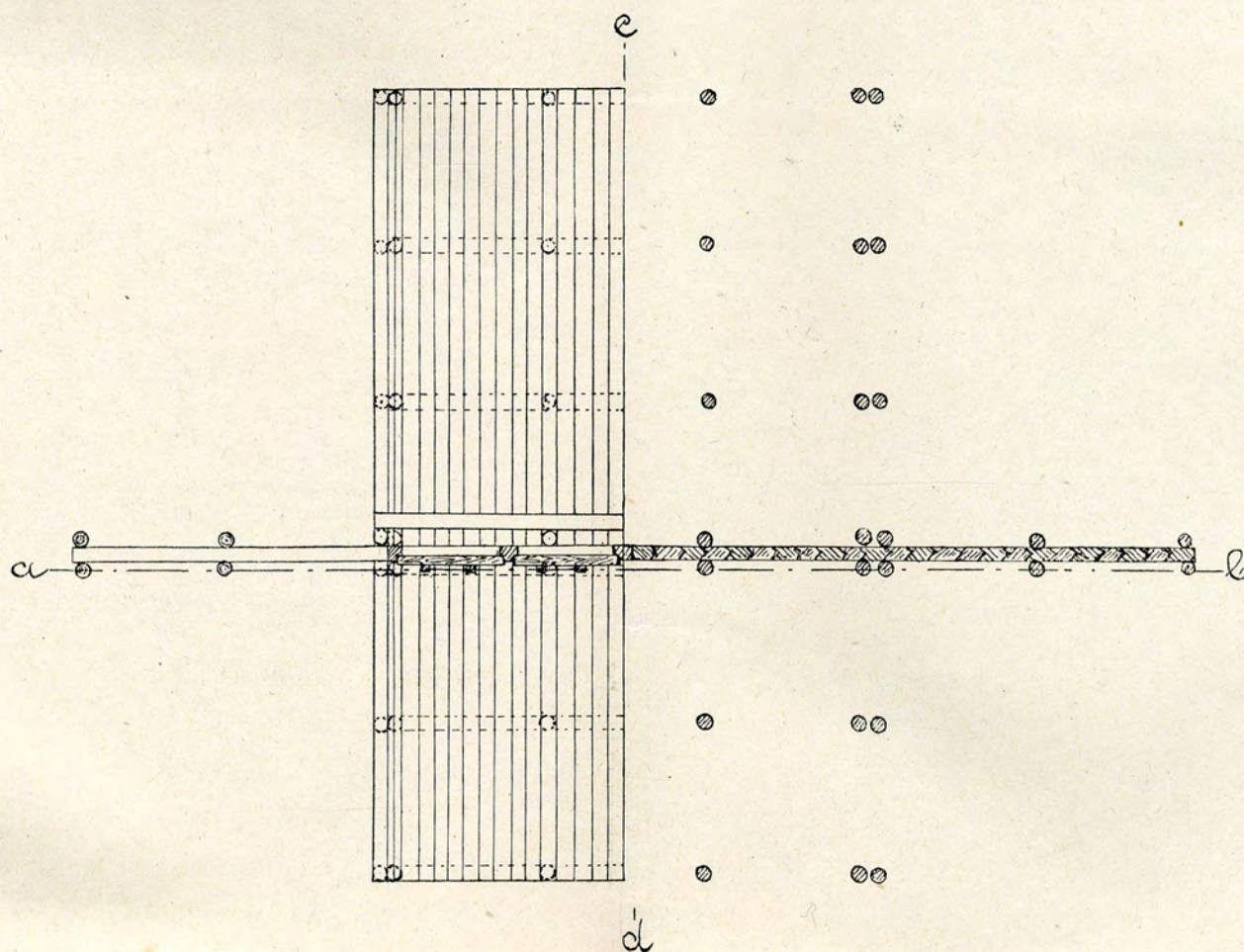


Черт. 112.

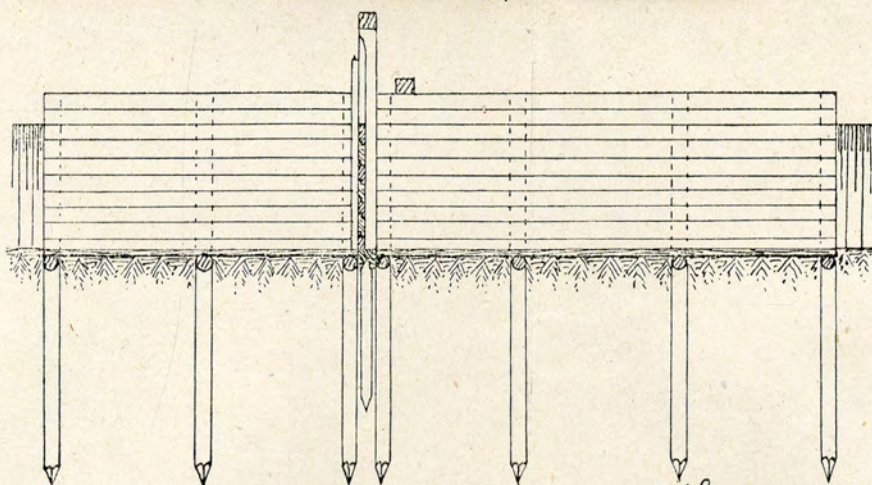
Водоспускъ  
простѣйшаго типа съ отверстіемъ въ 3 саж.  
Видъ со стороны напора.  
Разрѣзъ по а в.



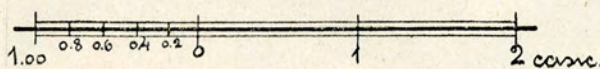
Планъ.



Разрѣзъ по с d.



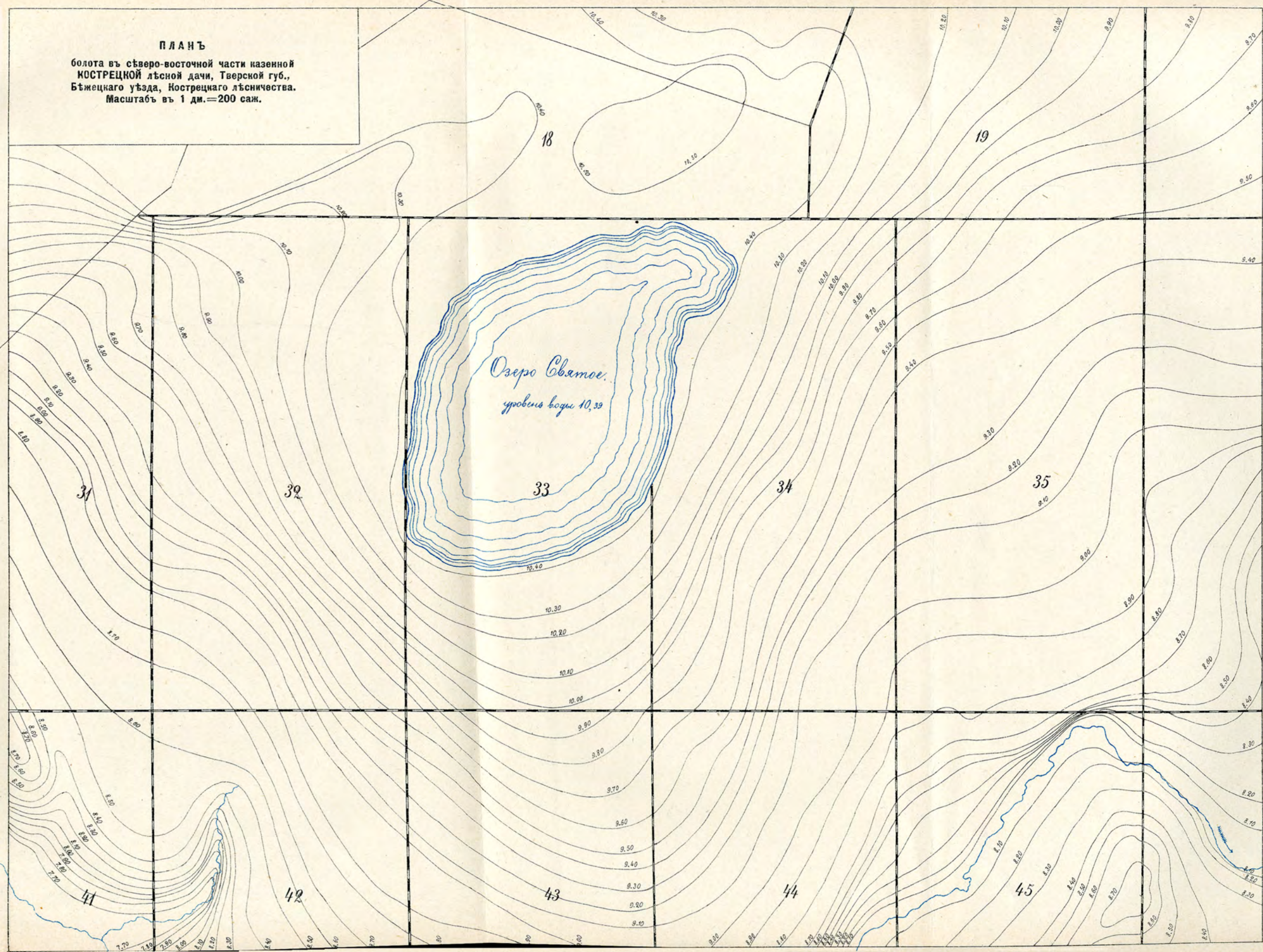
Масштабъ  
0.01 = 1.00 с.





# ПЛАНЪ

болота въ сѣверо-восточной части назенной  
КОСТРЕЦКОЙ лѣсной дачи, Тверской губ.,  
Бѣжецкаго уѣзда, Кострецкаго лѣсничества.  
Масштабъ въ 1 дм.=200 саж.

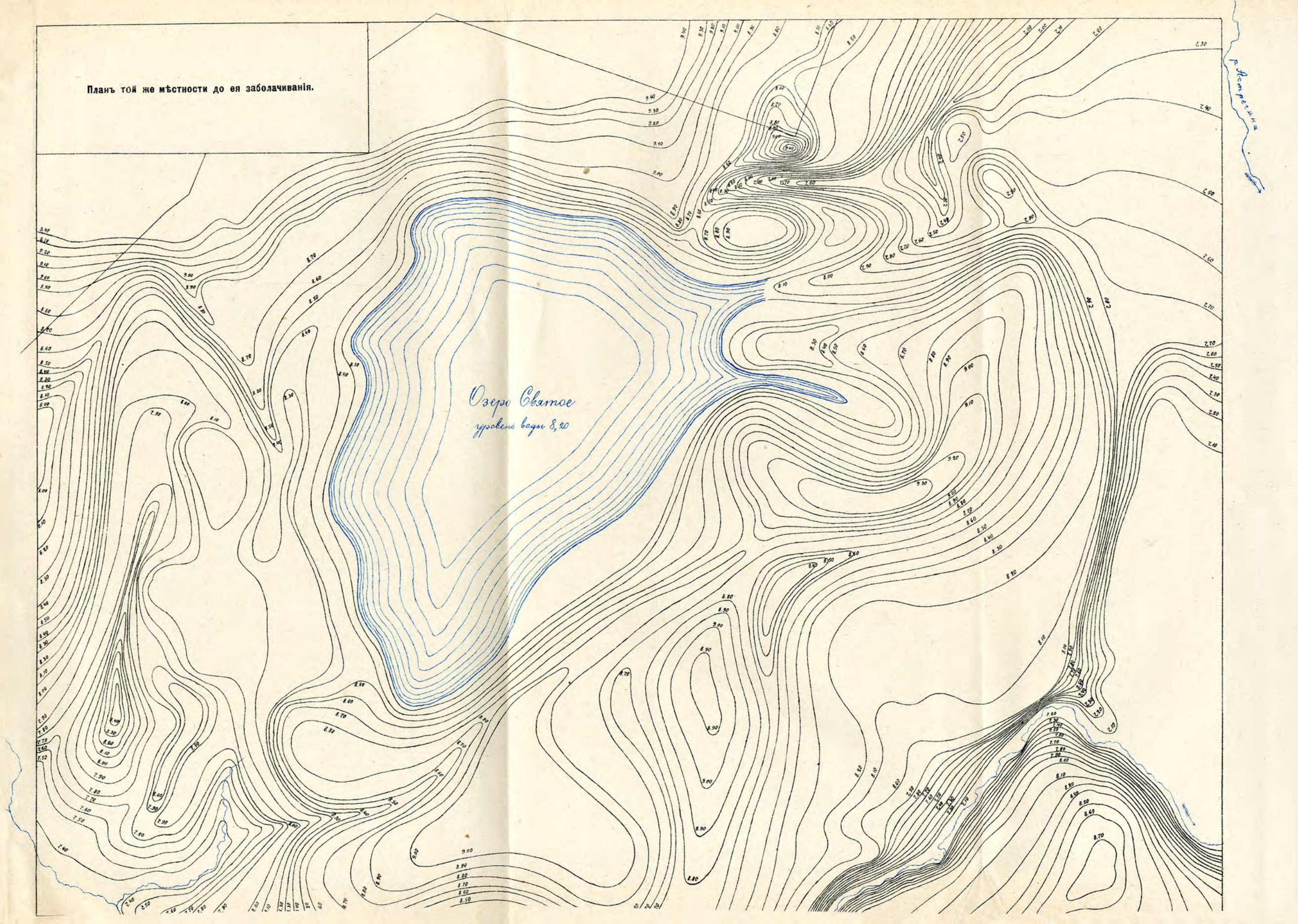




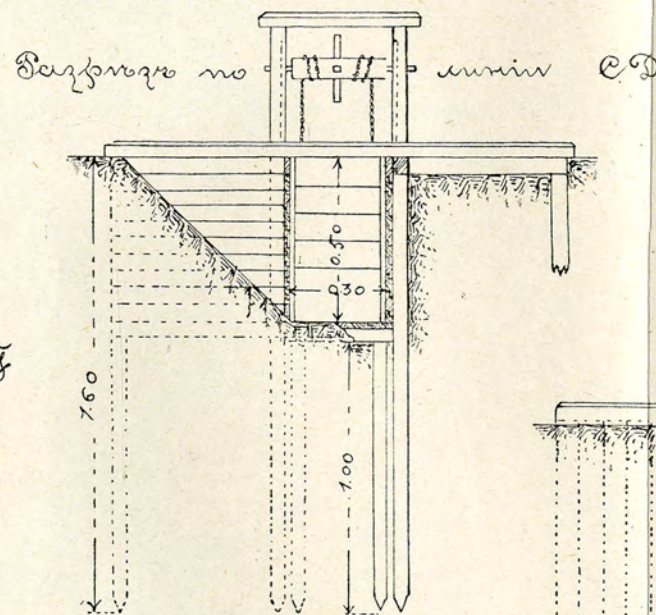
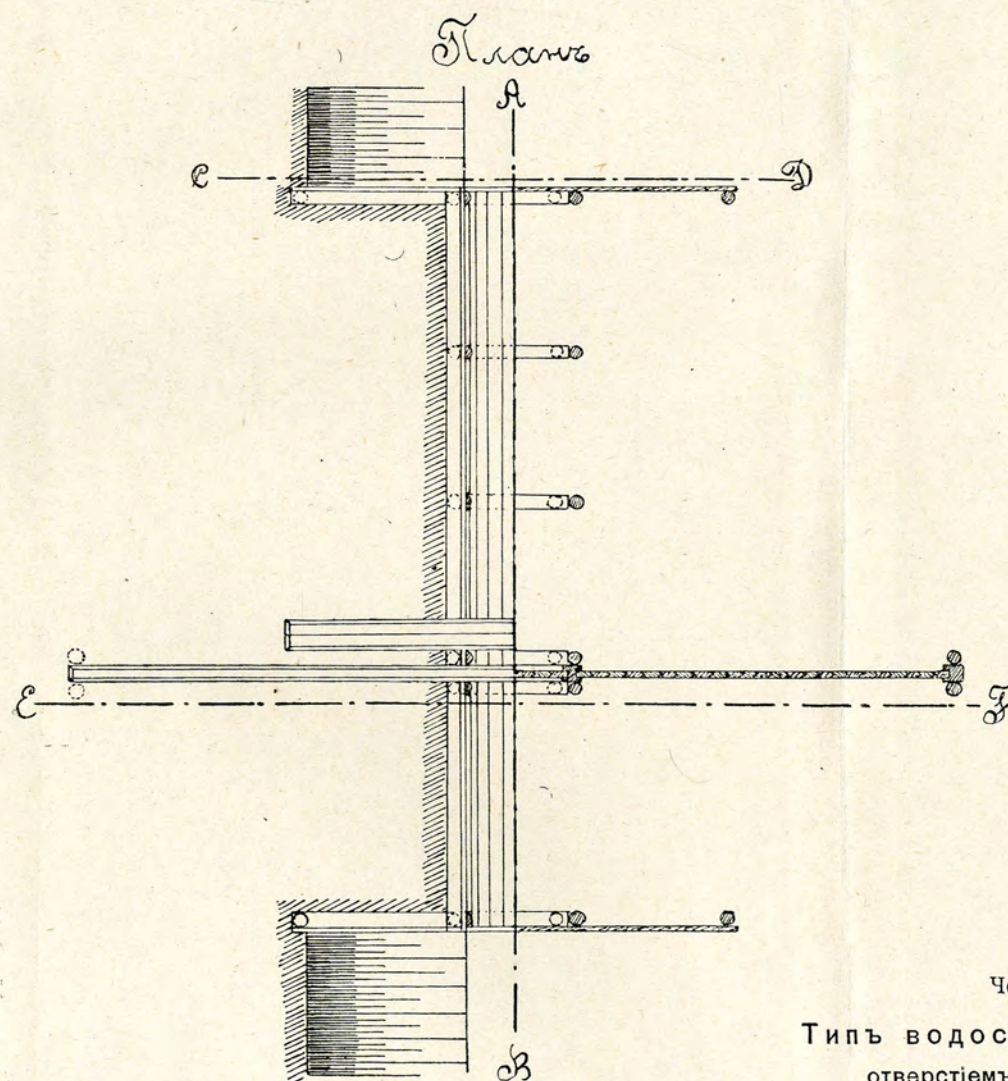
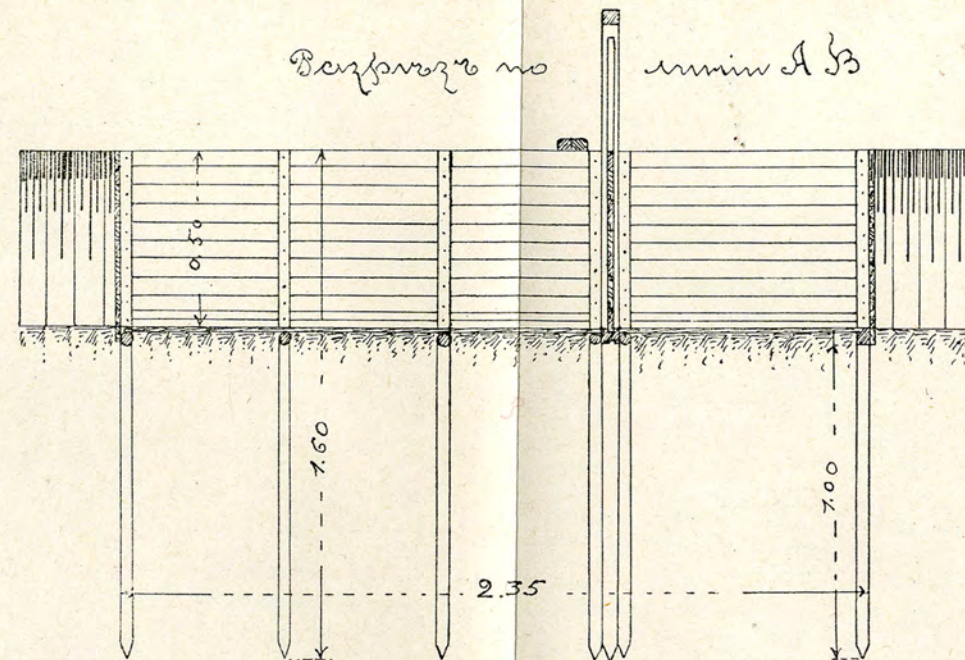
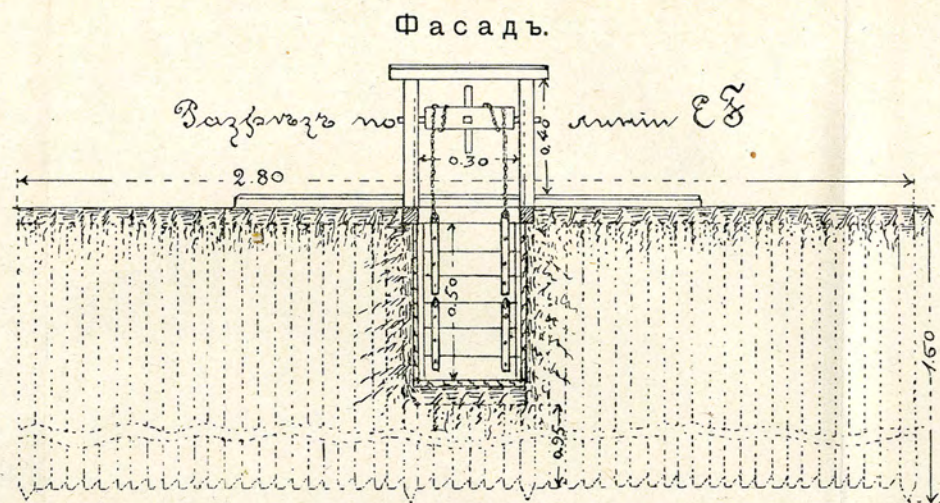
Планъ той же мѣстности до ея заболачиванія.

Озеро Святос  
уровень воды 8,20

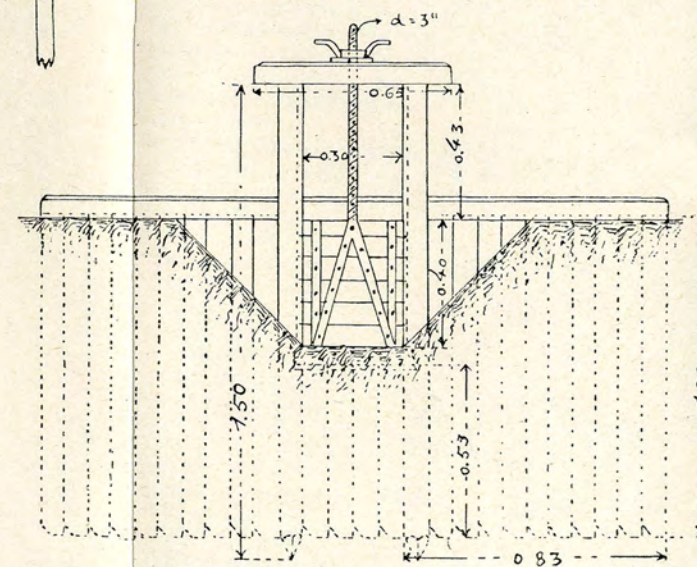
р. Св. М. М.







Водоспускъ  
съ винтовымъ подъемомъ щита.



Черт. 113.

Типъ водоспуска (Шлюза)  
отверстіемъ  $0.30 \times 0.50$  саж.



# С М Ъ Т А

на постройка водоспуска простѣйшаго типа въ осушительномъ  
каналѣ съ отверстіемъ въ 3 сажени.

---



| ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Основанія къ опре-<br>дѣленію количества<br>рабочихъ и мате-<br>ріаловъ.<br>(Уроч. пол. для<br>стр. раб.). | Потребное количество. |          | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМѢЧАНІЯ. |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|------|--------|-------------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                            | Рабочихъ.             |          | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                            | Пѣшихъ.               | Конныхъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп. |
| Для постройки водоспуска съ отверстіемъ въ 3 саж., шпунто-<br>выми рядами въ 7 саж., поломъ въ 5 × 3 кв. саж. и щитовыми<br>затворами, потребно дѣснаго матеріала: а) на шпунтовой рядъ<br>для свай бревень сосновыхъ, дл. 3 саж., толщ. 7 вер. штукъ<br>7 × 9,5 = 67; . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | § 145, е.                                                                                                  |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| б) для направляющихъ (рамныхъ) брусевъ, бревень, толщ.<br>6 вер., дл. 4 с.,—штукъ 4; с) для 16 направляющихъ круглыхъ<br>свай и 20 свай подъ раствернь въ основанія водоспуска, бревень<br>съ перерубкой пополамъ, дл. 4 саж., толщ. 6 в. штукъ 18; d) для<br>14 свай, служащихъ для прикрѣпленія обшивки (боковыхъ стѣнъ<br>водоспуска) бревень сосновыхъ, дл. 3 саж., толщ. 6 вер. штукъ 14;<br>е) для лежней растверки бревень дл. 3 саж., толщ. 6 вер.,<br>штукъ 5; f) для короля бревню дл. 3 саж., толщ. 9 вер.—1; g) для<br>щитовыхъ стоекъ бревень, толщ. 6 верш., дл. 3 саж., штукъ 3;<br>h) для насадки на стойкахъ и шпунтовомъ ряду 2 бревна, толщ.<br>6 вер., длиною 4 саж., i) для щитовъ бревень дл. 3 саж., толщ.<br>8 вер. штукъ 3; k) для обшивки пластинами боковъ стѣнъ водо-<br>спуска на высоту 0,85 саж., бревень толщ. 6 вер., дл. 3 саж.<br>штукъ 8 и толщиной 6 вер., дл. 4 саж. штукъ 4; l) бревень для<br>половыхъ 1½ в. досокъ толщ. 8 вер., дл. 3 саж. штукъ 9 и дл.<br>4 саж. штукъ 5; m) для сдѣланія двухъ стульевъ для складыванія<br>вынутыхъ щитовъ бревень дл. 3 саж., толщ. 6 вер., штукъ 2 и<br>длин. 4 саж.—1 штука; р) для сдѣланія копра потребно: |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| бревень дл. 4 саж. толщ. 7 в. шт. 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| „ „ 4 с. „ 6 в. „ 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| „ „ 3 с. „ 7 в. „ 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| „ „ 3 с. „ 6 в. „ 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | § 120 а.                                                                                                   |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| А всего потребно бревень сосновыхъ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| дл. 4 с. толщ. 8 вер. шт. 5 вѣсомъ 201,35 пуд.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | § 674.                                                                                                     |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| „ 4 „ 7 „ 2 „ 62,72 „                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| „ 4 „ 6 „ 31 „ 740,90 „                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| „ 3 „ 8 „ 12 „ 344,40 „                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| „ 3 „ 7 „ 68 „ 1489,89 „                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| „ 3 „ 6 „ 37 „ 629,0 „                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| 155 штукъ 3467,25 пуд.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| Для срубки вышеозначеннаго количества бревень, потребно ра-<br>бочихъ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                            |                       |          |              |          |      |        |             |      |
| 0,384 × 5 + 0,294 × 2 + 0,208 × 31 + 0,268 × 12 + 0,205 × 68 +<br>+ 0,15 × 37 = 31,67 . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | § 105.                                                                                                     | 31,67                 |          |              | 60       | 19   | 00     |             |      |



| О П И С А Н І Е  Р А Б О Т Ъ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Основанія къ опре-<br>дѣленію количества<br>рабочихъ и мате-<br>ріаловъ.<br>(Уроч. пол. для<br>стр. раб.). | Потребное количество. |         | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | П Р И М Ъ Ч А Н І Я . |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------------|----------|------|--------|-----------------------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                            | Рабочихъ.             |         | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                            | Конныхъ.              | Пѣшихъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |                       | Коп. |
| Для вывозки по неустроеннымъ лѣснымъ дорогамъ вышеозна-<br>ченнаго количества лѣса, вѣсомъ 3467,25 пудовъ, изъ средняго раз-<br>стоянія 6 верстъ, потребно подводъ одноконныхъ: $\frac{3467,25}{1000} \times 9,52 \times$<br>$\times 1,6 = 33,03$ . . . . .                                                                                                                    | § 679 и 687.                                                                                               |                       | 52,80   |              | 1        | 40   | 73     | 92                    |      |
| Для опилованія съ 3 сторонъ 67 бревенъ дл. 3 саж., толщ. 7 вер.<br>для шпунтовыхъ свай потребно пильщиковъ $67 \times 3 \times 0,17 \times 1,15 =$<br>$= 39,296$ . . . . .                                                                                                                                                                                                     | § 137-а. и прим. 3.                                                                                        |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для опилованія съ 4-хъ сторонъ короля, дл. 3 саж., толщ. 8 вер.<br>потребно пильщиковъ $3 \times 0,22 \times 1,33 = 0,88$ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                            | § 137-а. прим. 3.                                                                                          |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для опилованія для 5 щитовыхъ стоекъ 5 бревенъ дл. 3 саж.,<br>толщ. 6 вер. и для насадки на нихъ и на шпунтовой рядъ 2 бре-<br>венъ дл. 4 саж., толщ. 6 вер. потребно пильщиковъ: $0,22 (3 \times 3 +$<br>$+ 2 \times 4) = 3,74$ . . . . .                                                                                                                                     | § 137-а.                                                                                                   |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для распиливанія на пластины 8 бревенъ, дл. 3 саж, толщ.<br>6 вер. и 4 бревенъ, дл. 4 саж., толщ. 6 вер., потребно пильщиковъ<br>$0,07 (8 \times 3 + 4 \times 4) = 2,8$ . . . . .                                                                                                                                                                                              | § 137-а.                                                                                                   |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для распиливанія 9 бревенъ, дл. 3 саж., толщ. 8 вер. и 5 бре-<br>венъ, дл. 4 саж., толщ. 8 в. на $1\frac{1}{2}$ верш. доскъ для пола потребно<br>пильщиковъ $0,32 \times 1,33 \times (9 \times 3 + 5 \times 4) = 20,05$ . . . . .                                                                                                                                              | § 137-а, прим. 3.                                                                                          |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для распиливанія 2 бревенъ, дл. 3 саж., толщ. 8 вер. на 1 вер.<br>доски для щитовъ, потребно пильщковъ $0,37 \times 1,33 \times 2 \times 3 = 2,96$ .                                                                                                                                                                                                                           | тоже.                                                                                                      |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для распиливанія 1 бревна, дл. 3 саж., толщ. 8 вер. на 4 бруска<br>для сдѣланія щитовыхъ рамъ, потребно пильщковъ $0,32 \times 1,33 \times$<br>$\times 3 = 1,28$ . . . . .                                                                                                                                                                                                     | § 137-а, прим. 3.                                                                                          |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для опилованія съ двухъ сторонъ лежней въ числѣ 7 штукъ<br>бревенъ (считая и 2 рамныхъ брусковъ), дл. 3 саж., толщ. 6 вер.,<br>потребно пильщиковъ $0,12 \times 7 \times 3 = 2,52$ . . . . .                                                                                                                                                                                   | § 137-а.                                                                                                   | 73,526                |         |              | 1        | 40   | 102    | 94                    |      |
| А всего потребно пильщиковъ 73,526 . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                            |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| На притеску боковъ 36 круглыхъ свай, дл. 2 саж. съ переруб-<br>кой пополамъ 18 бревенъ, дл. 4 саж., толщ. 6 вер. съ ихъ заостре-<br>нїемъ и для притески боковъ и для заостренія 14 круглыхъ свай,<br>дл. 3 саж., толщ. 6 вер. потребно плотниковъ: $0,015 \times 18 + 36 \times$<br>$\times 2 \times 0,036 + 36 \times 0,06 + 14 \times 3 + 0,036 + 0,06 \times 14 = 7,374$ . | § 140, § 135.                                                                                              |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| На вынутіе шпунта и гребня въ 67 брускахъ для шпунтовыхъ<br>свай, дл. 3 с., потребно плотниковъ $(0,055 \times 0,066) \times 3 \times 66 =$<br>$= 23,958$ . . . . .                                                                                                                                                                                                            | § 138 б. и в.                                                                                              |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для заостренія 67 свай потребно плотниковъ: $0,07 \times 67 = 4.69$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | § 140.                                                                                                     |                       |         |              |          |      |        |                       |      |
| Для сдѣланія копра потребно плотниковъ—14 . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | § 120.                                                                                                     |                       |         |              |          |      |        |                       |      |



| ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.                                                                                                                                                                                                                      | Основанія къ опредѣленію количества рабочихъ и матеріаловъ.<br>(Уроч. под. для стр. раб.). | Потребное количество. |         | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | ПРИМѢЧАНІЯ. |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------------|----------|------|--------|-------------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            | Рабочихъ.             |         | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |             |      |
|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            | Конныхъ.              | Пѣшихъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |             | Коп. |
| Для забивки въ грунтъ на 2 с. 50 круглыхъ свай для направляющихъ брусьевъ, лежней и прикрѣпленія обшивки въ иловатомъ грунтѣ, потребно рабочихъ дней $\frac{50 \times 2}{14} = 7$ . . . . .                                           | § 141-б.                                                                                   |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| Для сего необходимо закоперщиковъ-плотниковъ $7 \times 2 = 14$ рабочихъ $7 \times 25 = 175$ . . . . .                                                                                                                                 |                                                                                            | 175                   |         |              |          | 60   |        | 105         |      |
| Для забивки на 2 саж. 67 шпунтовыхъ свай, потребно рабочихъ дней $\frac{67 \times 2}{14 \times 0,75} = 12,76$ . . . . .                                                                                                               | § 145-ж. и 141-б.                                                                          |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| или плотниковъ закоперщиковъ $12,76 \times 2 = 25,52$ и рабочихъ $12,76 \times 25 = 319$ . . . . .                                                                                                                                    |                                                                                            | 319                   |         |              |          | 60   |        | 191         | 40   |
| Для положенія ряжевыхъ брусьевъ $7 \times 2 = 14$ пог. саж. потребно плотниковъ: $14 \times 0,25 = 3,5$ . . . . .                                                                                                                     | § 145-е.                                                                                   |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| Для уравниванія верха свай подъ ватерпасъ съ нарубаніемъ гребня и шиповъ и положеніемъ насадки потребно плотниковъ: $14 \times 0,4 = 2,8$ . . . . .                                                                                   | § 145-д.                                                                                   |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| На укрѣпленіе короля, дл. 3 саж., потребно плотниковъ: $3 \times 0,5 = 1,5$ и рабочихъ $3 \times 0,33 = 0,99$ . . . . .                                                                                                               | § 253.                                                                                     |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| Для сдѣланія растверка $5 \times 3$ пог. саж. потребно плотниковъ: $0,2 \times 15 = 3$ . . . . .                                                                                                                                      | § 149.                                                                                     | 0,99                  |         |              |          | 60   |        | 59          |      |
| Для настилки $5 \times 3$ саж. пола плюза и $5 \times 3 \times 0,85 = 8,5$ кв. саж. стѣны водоспуска, а всего 23,5 кв. с., потребно плотниковъ $1,3 \times 23,5 = 30,55$ . . . . .                                                    | § 256.                                                                                     |                       |         | 14,8 пуд.    |          | 2    | 75     | 40          | 70   |
| Гвоздей 7 дюймовыхъ полукорабельн. $23,5 \times 72 = 1692$ штуки, вѣсомъ $\frac{1692}{120} = 14,1$ пуд., а съ прибавл. 5% . . . . .                                                                                                   | § 257, § 24.                                                                               |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| Для перепиливанія 3 бревенъ толщ. 6 вер., дл. 3 саж. для 5 щитовыхъ стоекъ и 7 досокъ, дл. 3 с., толщ. 2 дюйм. на 4 щита, потребно плотниковъ $0,012 \times 3 + 7 \times 3 \times 0,007 = 0,183$ . . . . .                            | § 135-д. и 139 в.                                                                          |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| Для вынутія четвертей въ 5 стойкахъ для 4 щитовъ при длинѣ стоекъ 1,25 саж. и для сдѣланія на нихъ шиповъ и гнѣздъ въ насадкѣ и въ порогѣ, потребно плотниковъ: $1,25 \times 4 \times 0,044 + 5 \times 2 \times 0,1 = 1,22$ . . . . . | § 138-а и д.                                                                               |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| Для обшивки досками 4 щитовъ общей площадью $0,8 \times 0,6 \times 4 = 1,92$ кв. саж., потребно плотниковъ $1,92 \times 1,25 = 2,40$ . . . . .                                                                                        | § 249.                                                                                     |                       |         |              |          |      |        |             |      |
| Гвоздей брусковыхъ 7 дюймов. $1,92 \times 72 = 138$ штукъ, вѣсомъ $\frac{138}{400} = 0,345$ пуда., а съ прибавл. 5% . . . . .                                                                                                         |                                                                                            |                       |         | 0,36 пуд.    |          | 3    | 10     | 1           | 12   |



| О П И С А Н І Е   Р А Б О Т Ъ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Основанія къ опре-<br>дѣленію количества<br>рабочихъ и мате-<br>ріаловъ.<br>(Уроч. пол. для<br>стр. раб.). | Потребное количество. |         | СТОИМОСТЬ.   |          |      |        | П Р И М Ъ Ч А Н І Я . |                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------------|----------|------|--------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                            | Рабочихъ.             |         | Матеріаловъ. | Единицы. |      | ВСЕГО. |                       |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                            | Конныхъ.              | Пѣшихъ. |              | Рубли.   | Коп. | Рубли. |                       | Коп.                                                                 |
| Для сдѣланія рамъ для 4 щитовъ съ общей площадью $0,8 \times 0,4 \times 4 = 1,28$ кв. саж. потребно плотниковъ $1,48 \times \frac{1,28}{2} = 0,95$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Прим. § 204-в.                                                                                             |                       |         |              |          |      |        |                       |                                                                      |
| Для сдѣланія 8 стульевъ съ 4 насадками для щитовъ, потребно плотниковъ: $8 \times 0,25 = 2$ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | § 152.                                                                                                     |                       |         |              |          |      |        |                       |                                                                      |
| А всего потребно плотниковъ 140,445. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                            | 140,445               |         |              | 1        | 50   | 210    | 67                    | По справочнымъ цѣнамъ<br>за ..... мѣсяцъ ..... г.<br>по ..... уѣзду. |
| Для вынутія, подъ площадь пола со дна канала, изъ средней глу-<br>бины $0,7 + 0,15 = 0,85$ с. объема земли $5,6 \times 0,3 \times 3,2 = 5,376$ куб.<br>с. и для положенія рамныхъ брусевъ вдоль шпунтового ряда или<br>средней глубины $\frac{0,85}{2} = 0,42$ с. объема земли $(7,2 - 3,2) \times 0,4 \times$<br>$\times 0,85 = 1,36$ куб. саж. земли съ устройствомъ перемычекъ и водо-<br>отлива, потребно землекоповъ: $5,376 \times 11 + 1,36 \times 2 = 61,856$ . | § 29-в. и 30-б.                                                                                            | 61,856                |         |              | 1        | 20   | 74     | 23                    |                                                                      |
| Для обратной засыпки примѣрно $4 \times 0,3 \times 0,75 + 4,5 \times 2,5 \times$<br>$\times 0,1 =$ куб. саж. земли съ плотной утрамбовкой, потребно земле-<br>коповъ: $2 \times 2 = 4$ . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                        | § 44-а.                                                                                                    | 4                     |         |              | 1        | 20   | 4      | 80                    |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                            |                       |         | Итого . .    |          |      | 824    | 37                    |                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                            |                       |         |              |          |      | 24     | 73                    |                                                                      |
| На вспомогательные расходы прибавляется 3% . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | § 7.                                                                                                       |                       |         |              |          |      | 849    | 10                    |                                                                      |
| Смѣта составлена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                            |                       |         | Всего . .    |          |      |        |                       |                                                                      |



## Устройство дорогъ на болотѣ.

Лишь плотный сухой торфяной грунтъ выдерживаетъ тяжесть лошади и воза и потому допускаетъ вывозъ сѣна съ болота въ лѣтнее сухое время; обычно же, даже на осушенныхъ рѣдкою сѣтью канавъ болотахъ, скошенное сѣно складывается на мѣстѣ въ копна, стога, которые вывозятся съ болота въ зимнее время.

Поэтому въ случаѣ необходимости регулярнаго проѣзда по канализованному болоту является необходимымъ устройство искусственной дороги по торфяному грунту и постройка мостовъ черезъ прорытыя канавы. Искусственная дорога черезъ болото называется въ центральныхъ губерніяхъ „гатью“, а въ западныхъ губерніяхъ—„греблею“.

Такъ какъ осушеніе болота связано съ болѣе интенсивнымъ, чѣмъ до осушенія, использованіемъ угодія, то необходимость въ одновременномъ устройствѣ дорогъ для регулярнаго проѣзда по болоту всегда является.

Линію дороги надлежитъ по возможности намѣчать: 1) по мѣстамъ наименьшей глубины торфа, т. к. въ такихъ мѣстахъ меньше осадка болота и, кромѣ того, возможно извлеченіе изъ-подъ торфа песка на устройство полотна дороги, 2) по зарослямъ лѣса и кустарника, т. к. подвозъ необходимаго для работъ лѣсного матеріала издали по болоту сильно удорожаетъ работу.

Дорожное сооруженіе на болотѣ состоитъ изъ: 1) водоотводныхъ канавъ вдоль дороги по обѣ стороны, 2) обочинъ и 3) проѣзжей части, состоящей изъ основанія и одежды.

При проектированіи дороги надлежитъ соблюдать слѣдующія условія: 1) ширина проѣзжей части для возможности разѣзда двухъ воевъ должна быть не менѣе 2,5 саж. 2) Полотно дороги желательно устраивать съ продольными уклонами не менѣе 0,005, т. е. на разстояніи 1000 саж. разность высотъ начальной и конечной



точки д. б. не менѣе 5 сажень. 3) Для стока воды въ поперечномъ направленіи надлежитъ полотну давать выпуклость не менѣе  $\frac{1}{50}$ , т.-е. при ширинѣ полотна въ 2,5 саж. середина его должна возвышаться надъ краями не менѣе какъ на 0,05 саж. 4) Обезпеченность отвода воды отъ полотна дороги продольными и пересѣкающими дорогу канавами. 5) Возвышеніе полотна дороги надъ горизонтомъ водъ въ канавахъ не менѣе какъ на 0,50 саж.; при меньшемъ разстояніи полотно дороги не будетъ просыхать, т. к. испаряющаяся вода легко будетъ замѣщаться капиллярно поднимающейся изъ канавы. 6) Осадку торфяного грунта болота и насыпной части дороги на  $\frac{1}{8}$  отъ общей ихъ первоначальной толщины. 7) Углы поворотовъ въ  $120^\circ$  и болѣе не требуютъ закругленій пути; при болѣе крутыхъ поворотахъ полотно дороги дѣлать съ закругленіемъ радіуса 5—10 сажень. 8) Сила тяги средней лошади равна 4 пудамъ, коэффициентъ сопротивленія экипажа движенію на дурной грунтовой дорогѣ — 0,10; поэтому лошадь можетъ везти по такой дорогѣ грузъ въсомъ вмѣстѣ съ повозкою въ 40 пудовъ (такъ какъ  $4 = 0,10 \times 40$ ). Въсѣ средней лошади 20 пудовъ.

Работа по устройству дороги на канализованномъ болотѣ начинается съ вырубки по дорожной полосѣ деревьевъ и кустарниковъ и въ срытіи кочекъ. Послѣ этого прорываются продольныя водоотводныя каналы на разстояніи не менѣе 6 саж. край отъ края, глубиною въ среднемъ 0,5 саж., шириною въ зависимости отъ потребности въ торфѣ и пескѣ для устройства полотна дороги, но не менѣе 0,3 саж. по дну и 1,8 саж. по верху (заложеніе откосовъ  $1\frac{1}{2} : 1$ ). Вынимаемый изъ канавъ торфъ разбрасывается на дорожной полосѣ.

Выкопкою продольныхъ дорожныхъ канавъ съ отводомъ воды изъ нихъ въ магистральныя осушительныя каналы рекомендуется заканчивать работы перваго года на торфяномъ болотѣ; за зиму и весну осушенная толща торфа значительно уплотнится осадкою, чѣмъ предохранится разстройство искусственнаго полотна дороги въ будущемъ.

Проѣзжая часть дороги, шириною  $2\frac{1}{2}$ —3 сажени, устраивается трехъ основныхъ типовъ.

1) Легкій типъ сѣновозныхъ дорогъ. На разровненную вынутую изъ канавъ землю укладывается лучше всего ивовый, березовый или ольховый и, въ крайнемъ случаѣ, хвойный хворостъ,



слоемъ при уплотненіи въ 0,10 сажени; (см. черт. 114), на хвостъ набрасывается слой торфа возможно смѣшаннаго съ пес-



Черт. 114.

комъ, вынимаемаго изъ продольныхъ канавъ, для чего увеличиваютъ ширину этихъ канавъ насколько окажется необходимымъ для извлеченія нужнаго объема земли; этотъ слой земли старательно разравниваютъ и усиленно трамбуютъ, чтобы онъ наполнилъ промежутки между хворостомъ. На этотъ слой затѣмъ насыпается и трамбуется одежда проѣзжей части дороги толщиной до 4 вершковъ по возможности изъ песка, привозимаго со стороны. Въ предупрежденіе расползанія насыпи въ сторону, проѣзжая часть дороги передъ насыпкой ея съ обѣихъ сторонъ ограничивается продольными бревнами, закрѣпляемыми въ своемъ положеніи кольями, или ограждается плетнемъ на кольяхъ. На устройство одной версты такой гати требуется около 1100 рабочихъ дней землекоповъ, 400 чернорабочихъ, 200 подводъ съ проводниками; при этомъ на рубку куб. саж. хвороста съ укладкою въ штабеля полагается рабочихъ отъ 1 до 2,4.

2) Средній типъ дороги мѣстнаго значенія. Основаніе дороги дѣлается изъ фашинъ длиною не менѣе 3 сажени, средняго діаметра 1 футъ, укладываемыхъ плотно другъ къ другу, поперечно къ направленію дороги (см. черт. 115). Для приданія сере-



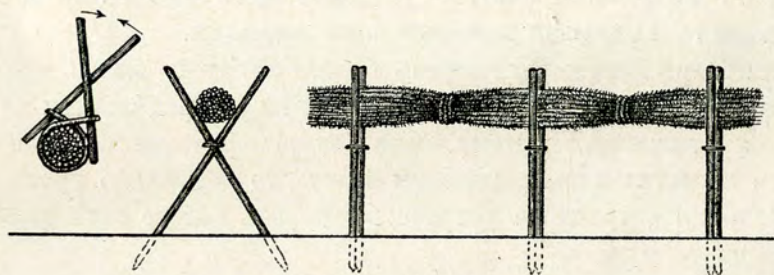
Черт. 115.

динѣ полотна дороги выпуклой формы подъ среднюю часть слоя фашинъ подкладываютъ хворостъ. Тонкій слой хвороста кладется и на фашины для выравниванія поверхности ихъ. На фашины набрасывается и трамбуется слой земли—торфа толщиной около 3 вершковъ, на который высыпается песчаная верхняя одежда дороги толщиной до 4 вершковъ, также съ утрамбовкою.



Вдоль краевъ насыпи желательнѣо укладывать продольныя фашины или бревна, удерживаемыя на мѣстѣ забиваемыми въ грунтъ кольями. Изготовленіе фашинъ у насъ еще не привилось среди населенія и потому такія дороги устраиваются лишь при участіи техникувъ и рабочихъ-спеціалистовъ. Для связки примѣняемыхъ въ дорожномъ дѣлѣ двукомельныхъ фашинъ употребляется ивовый, ольховый и березовый хворостъ; прочнѣе всего фашины изъ ивоваго хвороста.

Вязка фашинъ производится на станкахъ—козлахъ, (см. черт. 116) состоящихъ изъ двухъ наклонно забитыхъ и перекрещи-



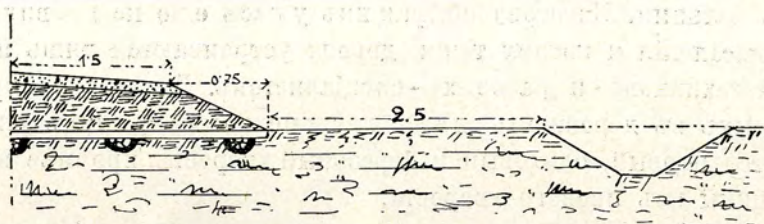
Черт. 116.

вающихся кольевъ; вѣтви хвороста укладываются на козлахъ, вершинами къ срединѣ, перекрывая одна другую. По наборкѣ хвороста два рабочихъ стягиваютъ пукъ посредствомъ веревки или цѣпи съ рычагами, а третій въ это время перевязываетъ мѣсто стяжки ивовой вицею перевязка производится черезъ каждыя 3½ фута и чаще. Для заготовленія хвороста и связки двукомельныхъ фашинъ, длин. 2 саж., въ діам. 1 футъ, съ перевязкою черезъ каждые 3½ фут. полагается, смотря по густотѣ заросли ивы, 0,09 — 0,12 рабочаго и 0,05 куб. саж. хвороста; на вязку фашины изъ готоваго хвороста полагается 0,07 рабочаго.

3) Тяжелый типъ проѣзжей дороги общаго пользованія на глубокомъ болотѣ. Основаніе дѣлается изъ продольныхъ лежней, укладываемыхъ вдоль дороги на разстояніи 0,50 сажени другъ отъ друга и вдавливаемыхъ въ грунтъ (см. черт. 117); на лежни, поперекъ дороги кладется сплошной настилъ изъ жердей діам. 1½ вершка, попеременно комлями въ одну и въ другую стороны. Жерди для прочности схватываются ивовымъ канатомъ и частью прибиваются къ лежнямъ. На такой жердяной ростверкѣ кладется тонкій слой хвороста и затѣмъ насыпается и трамбуется слой земли толщ. 0,2 саж., на который насыпаютъ песчаную оде-



жду. Вдоль полотна, съ краевъ его, кладутся продольныя бревна для предохраненія одежды отъ расползанія и смыва. Типъ этотъ,



Черт. 117.

смотря по надобности, можно усиливать еще слоемъ фашинъ или хвороста на первой насыпкѣ надъ жердями.

При выборѣ типа дороги черезъ болото слѣдуетъ имѣть въ виду, что пропускная способность всей дороги опредѣляется худшимъ ея участкомъ, поэтому, если болото пересѣкается дорогой плохого качества и за предѣлами болота, то безцѣльно производить большія затраты на устройство черезъ болото гати наиболѣе прочнаго типа.

Смѣта на устройство гати длиною 500 сажень среднего типа, шириною проѣзжей части въ 2,5 сажени составляется по Урочному Положенію въ слѣдующемъ порядкѣ:

1) Для выкопки въ два приѣма 1000 пог. сажень осушительныхъ продольныхъ канавъ среднюю глубиную 0,33 саж., шириною по дну 2 саж., ширин. по верху 3 саж., съ выкидкой грунта на полотно дороги и разравниваніемъ его, всего 825 куб. саж., потребно землекопцовъ:

$$(2 + 0,5) \times 825 = 2162,5 \text{ (по § 306 и 436 Урочн. Пол.)}$$

2) Для заготовки хвороста и вязки изъ него 3500 штукъ двукомельныхъ фашинъ длиною 3 сажени, толщ. 1 футъ, съ перевязкою черезъ каждыя 3½ фута потребно рабочихъ:

$$0,12 \times 1,5 \times 3500 = 630 \text{ (по § 846).}$$

Потребно хвороста:

$$0,05 \times 3500 = 175 \text{ куб. саж. (по § 84).}$$

3) Для заготовки хвороста для кладки тонкимъ слоемъ подъ фашины и на фашины, всего 50 куб. сажень, и для разстилки его по полотну дороги потребно рабочихъ:

$$(1 \times 50) + (0,2 \times 50) = 60 \text{ (по § 82 и 645).}$$

4) Для подвозки 3500 фашинъ вышеуказаннаго размѣра и хвороста къ мѣсту устройства гати, всего  $175 + 50 = 225$  куб.



саж. на разстояніе 1-ой версты, потребно подвѣдь одноконныхъ:

$$\frac{125 \times 225}{1000} \times 2,1 = 59,07 \text{ (по § 673д и 676).}$$

5) Для укладки фашинъ съ присыпкою и утрамбовкою земли потребно рабочихъ  $0,05 \times 3500 = 175$  (по § 89а).

6) Для отрытія и подвозки изъ разстоянія въ одну версту песчанаго грунта на устройство верхней одежды дороги толщиною 4 вершка потребуется:  
земли:

$$0,111 \times 2,5 \times 500 = 138,85 \text{ куб. саж.}$$

Землекопѣвъ на вырытіе земли:

$$1 \times 138,85 = 138,85 \text{ — (по § 30-а).}$$

подвѣдь одноконныхъ на подвозку:

$$\frac{1000 \times 138,85}{1000} \times 2,1 = 291,58 \text{ (по § 673б и 676).}$$

7) Для разравниванія и утрамбовки по полотну дороги подвезенныхъ 138,85 куб. саж. песчанаго грунта потребно землекопѣвъ:

$$138,85 \times 0,5 = 69,43 \text{ (по § 43б).}$$

Всего на устройство одной версты гати средняго типа по Урочному Положенію потребно: землекопѣвъ—2370,78, рабочихъ—865, подвѣдь одноконныхъ—350,67, хвороста—225 куб. саж., земли песчаной—138,85 куб. саж.



## ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ.

### Гидрометрия.

Въ соотвѣтствующихъ главахъ подробно указывалось, что въ основу расчета сѣти осушительныхъ канавъ кладется количество подлежащей отводу воды, глубина ея въ канавахъ и скорость теченія.

Поэтому для составителя проектовъ осушенія болотъ необходимо знать, какъ именно опредѣляется количество и скорость проходящей по рѣчкамъ и канавамъ воды.

Объемъ воды, проходящій черезъ какое-либо сѣченіе потока въ одну секунду, называется расходомъ воды потока въ данномъ мѣстѣ; расходъ этотъ выражается произведеніемъ площади поперечнаго сѣченія потока на среднюю скорость теченія:  $Q = F \cdot v$ , гдѣ  $Q$ —расходъ воды въ 1 сек.,  $F$ —площадь поперечнаго сѣченія, или такъ называемое живое сѣченіе потока,  $v$ —средняя скорость воды въ 1 сек. Расходъ  $Q$  выражается въ кубическихъ саженьяхъ или кубическихъ метрахъ въ секунду.

Опредѣленіе расхода воды распадается, слѣдовательно, на *опредѣленіе живого сѣченія потока и на опредѣленіе скорости теченія*. Указываемые, обычно, въ руководствахъ способы непосредственнаго опредѣленія расхода помощью мѣрныхъ сосудовъ и ящиковъ въ дѣйствительности могутъ быть примѣняемы въ исключительныхъ случаяхъ, вслѣдствіе отсутствія какъ такихъ ящиковъ, такъ и свободного паденія воды, необходимаго для наполненія измѣрителей.

**Опредѣленіе живого сѣченія** производится весьма просто и однородно. Если измѣряется расходъ въ небольшомъ потокѣ, канавѣ или ручьѣ, то послѣ выбора мѣста прямого направленія русла и расчистки его на нѣкоторомъ протяженіи, черезъ него перебрасывается мостикъ, бревно или доска, по нимъ протяги-



вается мѣрная лента или кладется нивеллирная рейка; другая рейка, по возможности легкая, опускается черезъ каждыя 0,1—0,2 саж. вертикально на дно потока; при этомъ записывается мѣсто погруженія рейки-абсцисса и отсчитывается глубина воды—ордината; при быстромъ теченіи вода ударяется о широкую рейку и отсчеты не могутъ быть точными; въ этомъ случаѣ удобнѣе опускать въ воду ребромъ впередъ узкую пластину съ дѣленіями или безъ нихъ, отмѣчая въ послѣднемъ случаѣ каждый разъ глубину ея погруженія и измѣряя ее затѣмъ по рейкѣ. При илистомъ днѣ рейка погружается значительно въ илъ и отсчеты глубинъ получаются преувеличенными; то же при наличности водныхъ растений на днѣ, между которыми движенія воды почти не происходитъ.

При большой ширинѣ протока, для промѣровъ глубины необходимо натягивать поперекъ него канатъ, для чего можетъ служить обыкновенная веревка для вязки вожовъ сѣна и пр.; на канатѣ размѣчаютъ предварительно точки, въ которыхъ будутъ произведены промѣры, перевязывая его въ этихъ мѣстахъ тонкими веревочками съ болтающимися концами. Для удобства послѣдующихъ вычисленій промѣры производятся черезъ одну сажень. Для привязки каната на обоихъ берегахъ рѣки вбиваются кольца, по одному или по два; канатъ натягивается на столько, чтобы середина его не касалась поверхности воды, но и не была бы высоко надъ нею; при ширинѣ рѣки до 15 саж. это легко достигается обычными средствами; концы веревокъ привязываются къ кольямъ на высотѣ 0,33 саж. надъ горизонтомъ воды. Самый промѣръ глубинъ производится рейкою съ лодки; въ лодку садится четыре человѣка: лицо, производящее отсчеты по рейкѣ и записи ихъ—въ середину, рабочій, погружающій въ воду рейку или колъ вмѣсто нея,—спереди на носу лодки и двое рабочихъ съ шестами въ задней части лодки для управленія ею. Лодка подводится къ канату съ низовой стороны; двое рабочихъ, упираясь съ обѣихъ сторонъ лодки шестами въ дно рѣки, подводятъ носовую часть ея къ очередной точкѣ (замѣченной навязанной веревочкой), производящій промѣры можетъ при этомъ, держась за натянутый канатъ, помогать установкѣ лодки; задніе рабочіе, упершись шестами въ дно, держатъ лодку въ установленномъ положеніи; въ это время передній опускаетъ рейку вертикально на дно, а наблюдатель производитъ отсчетъ. При значительной глубинѣ рѣки приходится устанавливать лодку только держась за



канать; въ этомъ случаѣ работа, при достаточно сильномъ теченіи, кропотлива и опасна. Однако и подобнымъ образомъ возможно измѣрять глубину до 1,5 саж., при скорости теченія около 1 саж. въ секунду и ширинѣ рѣки около 15 саж.

Если опредѣленіе скорости теченія воды будетъ, затѣмъ, опредѣляться вертушкою, то опредѣленіе площади живого сѣченія потока производится только въ одномъ мѣстѣ; если же скорость будетъ опредѣляться поплавками или вычисленіемъ по уклону поверхности воды (см. далѣе), то необходимо промѣрить три поперечныхъ сѣченія рѣки. Въ этомъ случаѣ слѣдуетъ выбрать такую часть рѣки, на которой три измѣряемыхъ сѣченія находились бы на одной прямой линіи, т.-е. рѣка должна быть на этомъ протяженіи безъ извилинъ. Разстояніе между сѣченіями не безразлично; при послѣдующемъ измѣреніи скорости поплавкомъ, разстояніе между сѣченіемъ не должно быть, въ рѣкахъ средней величины болѣе 20—25 саж.; въ малыхъ рѣчкахъ разстояніе между промѣряемыми сѣченіями можетъ доходить всего до 5 саж., такъ какъ при большемъ разстояніи трудно добиться, чтобы поплавокъ прошелъ весь путь по срединѣ потока и показалъ бы дѣйствительную наибольшую скорость у поверхности и, во-вторыхъ, русла малыхъ потоковъ настолько измѣнчивы, что при промѣрахъ болѣе, чѣмъ черезъ 5 саж., вычисленная средняя площадь живого сѣченія потока не будетъ соотвѣтствовать дѣйствительности. При послѣдующимъ опредѣленіи средней скорости вычисленіемъ по формулѣ, разстояніе между сѣченіями слѣдуетъ брать около 25 сажень, такъ какъ опредѣлить точно уклонъ поверхности воды въ рѣкахъ можно только на протяженіи нѣсколькихъ десятковъ сажень.

По даннымъ измѣренія вычерчивается поперечный профиль потока въ одинаковомъ вертикальномъ и горизонтальномъ масштабѣ. Самое вычисленіе площадей живого сѣченія производится трояко:

1) перечнемъ клѣтокъ, если сѣченіе вычерчено на профильной бумагѣ,

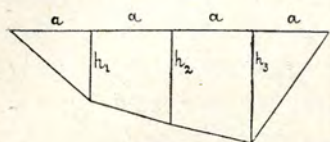
2) обводомъ площади планиметромъ, узнавъ предварительно значеніе одного дѣленія планиметра,

3) совершенно точно—арифметическимъ вычисленіемъ площадей треугольниковъ и трапецій. Вся площадь сѣченія равна (черт. 118)

$$\left( \frac{h_1}{2} \cdot a + \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot a + \dots + \frac{h_{n-1} + h_n}{2} \cdot a \right) = a \cdot (h_1 + h_2 + \dots + h_n)$$



Если  $a$  равно 1 саж., то вычисленіе производится весьма просто. Затѣмъ вычисляется средняя изъ трехъ площадей; на



Черт. 118.

кѣ оси протока; на черт. 118 смоченный периметръ обведенъ нижней ломанной линіей; роль смоченнаго периметра выяснена будетъ въ дальнѣйшемъ.

Измѣреніе сѣченія рѣки съ существующихъ мостовъ производить не слѣдуетъ, такъ какъ подъ мостами русла имѣютъ обычно иное сѣченіе, несхожее съ сѣченіями выше и ниже моста; движеніе воды подъ мостомъ также не бываетъ правильно. Удобно и точно производятся промѣры живого сѣченія рѣки зимою со льда, прорубая для этого на опредѣленныхъ разстояніяхъ проруби. Измѣренія сѣченій рѣкъ, черезъ которыя обыкновенный пеньковый канатъ не можетъ быть натягиваемъ, вслѣдствіе значительной ширины рѣки, производятся уже обычно въ цѣляхъ, имѣющихъ только отдаленную связь съ задачею осушенія болотъ и потому здѣсь описываться не будетъ.

**Опредѣленіе скорости теченія.** Скорость воды въ разныхъ мѣстахъ одного и того же поперечнаго сѣченія рѣки весьма различна; при правильномъ симметричномъ руслѣ наибольшая скорость наблюдается у поверхности потока въ точкѣ, равно отстоящей отъ береговъ; скорость самага верхняго слоя воды находится въ значительной зависимости отъ вѣтра и потому наибольшая нормальная скорость измѣряется не у самой поверхности, а близъ нея. Отъ этой точки скорость потока въ сѣченіи уменьшается по направленію какъ ко дну, такъ и къ берегамъ потока; это уменьшеніе скорости струй воды по мѣрѣ приближенія къ берегу рѣки замѣтно на глазъ. При неправильныхъ руслахъ рѣки вода у береговъ ея иногда вовсе не имѣетъ теченія, иногда движется въ сторону обратную общему теченію, а иногда бываетъ столь значительна, что берегъ подвергается размыванію. Неравномѣрною скоростью потока практически пользуются при сообщеніяхъ на лодкахъ: при движеніи по теченію, лодку направляютъ по срединѣ потока, чтобы утилизировать наибольшую скорость



его; при движеніи противъ теченія, лодку правятъ возлѣ береговъ, чтобы преодолевать наименьшую скорость теченія. Разность скоростей потока въ вертикальномъ направленіи можетъ быть обнаружена также просто; бросивъ въ рѣку шесть, къ одному концу котораго привязанъ грузъ, настолько тяжелый, чтобы шесть въ стоячей водѣ принималъ вертикальное положеніе, замѣчаемъ, что въ рѣкѣ онъ идетъ наклонно, именно верхнимъ концомъ впередъ; это показываетъ, что нижній конецъ его отстаётъ, скорость воды внизу меньше.

Изъ изложеннаго ясно, что опредѣленіе «средней скорости» потока является задачей сложной; употребительные приемы и приборы измѣренія скорости даютъ скорость потока только въ одномъ опредѣленномъ мѣстѣ или, въ лучшемъ случаѣ, по одной вертикали. Полученныя такими приборами скорости суть «частныя скорости», по которымъ среднюю скорость можно получить только вычисленіемъ.

Опредѣленіе частныхъ скоростей производится: 1) поплавками, 2) гидрометрическими трубками, 3) вертушками и 4) упоминаемыми въ руководствахъ, но почти не употребляемыми въ осушительной практикѣ гидрометрическими вѣсами, маятниками и пр.

**Опредѣленіе скорости поплавками.** Таковое не требуетъ почти никакихъ затратъ и инструментовъ, возможно при всякой скорости и всякомъ загрязненіи воды и потому примѣняется чаще всѣхъ другихъ приемовъ, давая въ то же время довольно точные результаты. Передъ опредѣленіемъ скорости, на рѣкѣ выбирается прямой участокъ, промѣряется, какъ указано выше, три поперечныхъ сѣченія рѣки въ разстояніи другъ отъ друга 15—25 саж. при значительной ширинѣ (болѣе 10 саж.), и на 5—10 саж. при малой ширинѣ потока; на обоихъ берегахъ рѣки линіи поперечныхъ сѣченій отмѣчаются кольями. Поплавкомъ служитъ обыкновенная бутылъ, наполняемая водою настолько, чтобы пущенная въ воду стояла прямо и погрузилась болѣе, чѣмъ на половину, оставляя на поверхности только горло; бутылъ затыкается пробкой. Въ примѣненіи указываемыхъ во всѣхъ руководствахъ специальныхъ полыхъ шаровъ нѣтъ никакой нужды. Поплавокъ опускается съ лодки или бросается съ берега на средину рѣки настолько выше перваго измѣреннаго поперечнаго сѣченія, чтобы онъ успѣлъ принять скорость движенія воды. На часахъ замѣчаютъ минуты и секунды прохожденія поплавокъ черезъ первое, второе и третье



сѣченія. Пусканіе поплавка производится нѣсколько разъ, по возможности въ нѣсколькихъ близкихъ къ срединѣ мѣстахъ. Обычно рекомендуется поплавокъ пускать три раза и вычислять среднюю изъ трехъ опредѣленныхъ такимъ образомъ скоростей и принимать ее за наибольшую скорость потока; однако пріемъ этотъ несомнѣнно ошибоченъ. Въ каждое изъ трехъ или болѣе пусканій поплавковъ идетъ по другому пути, давая различныя скорости, изъ которыхъ каждая, вообще говоря, меньше наибольшей. Если мы задаемся опредѣленіемъ наибольшей поверхностной скорости, то и должны брать для дальнѣйшихъ вычисленій не среднее значеніе изъ всѣхъ опредѣленныхъ, завѣдомо меньшихъ истинной наибольшей скорости, а брать результаты только удачнѣйшаго пусканія поплавка, т.-е. того, при которомъ путь былъ пройденъ въ наименьшее время, при которомъ, слѣдовательно, поплавокъ шелъ болѣе всего приближаясь къ струѣ потока, обладающей наибольшею скоростью. Дѣля пройденный путь на число секундъ, въ теченіе котораго путь пройденъ, получаемъ наибольшую скорость потока, по которой, затѣмъ, какъ будетъ указано ниже, вычисляется средняя скорость потока.

При значительныхъ разстояніяхъ между сѣченіями и при малыхъ скоростяхъ, поправки для сбереженія времени пускаются не по одному, а по 2, 3, 4, смотря по скорости теченія; сначала замѣчается время прохожденія каждого изъ нихъ черезъ первое сѣченіе, послѣ чего наблюдатель долженъ успѣть дойти до нижняго сѣченія ранѣе перваго поплавка и здѣсь снова отмѣтить время прохожденія каждого поплавка <sup>1)</sup>.

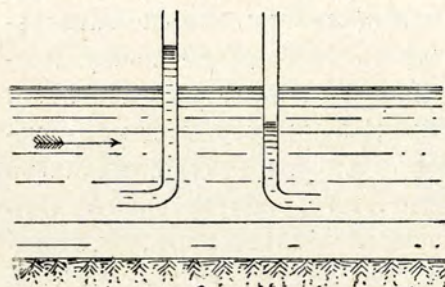
**Гидравлическія трубки.** Движущаяся масса воды обладаетъ кинетическою энергіею, и тѣмъ большею, чѣмъ больше скорость теченія. Если поставить на пути струи воды преграду въ видѣ пластинки, то эта пластинка будетъ испытывать ударъ воды, сила котораго  $P = \mu \cdot F \cdot v^2$ , гдѣ  $F$  площадь поперечнаго сѣченія пластинки,  $v$  скорость воды и  $\mu$  нѣкоторый коэффиціентъ. Чтобы пластинка выдерживала силу удара воды и оставалась неподвижной, необходимо приложеніе къ ней силы противодѣйствующей, равной силѣ удара; опредѣливъ величину ея узнаемъ и силу  $P$ , а отсюда по приведенной формулѣ и скорость воды  $v$ . На этомъ

<sup>1)</sup> Объ измѣреніи скоростей изданы Отдѣломъ Земельныхъ Улучшеній особыя подробныя инструкціи.



принципъ и основанъ рядъ измѣрительныхъ приборовъ (маятникъ, гидравлическіе вѣсы), описываемыхъ въ курсахъ гидравлики. Въ практикѣ находятъ большее примѣненіе, основанныя на томъ же принципѣ, гидравлическія трубки, въ которыхъ противодѣйствующею силѣ удара силою является вѣсъ столба воды.

Основной формою ихъ является трубка **Пито** (черт. 119); эта согнутая подъ прямымъ угломъ трубка опускается въ воду такъ,



Трубка Пито.  
Черт. 119.

чтобы короткое колѣно ея стало горизонтально противъ теченія воды; тогда въ вертикальномъ колѣнѣ вода поднимется силою удара,  $P = \mu \cdot F \cdot v^2$  текущей воды на такую высоту, при которой сила удара уравнивается силою  $G$  тяжести приподнятаго надъ уровнемъ воды въ рѣкѣ столбомъ воды въ трубкѣ:

$G = \delta \cdot F \cdot h$ , гдѣ  $\delta$  вѣсъ воды кубической единицы принятой мѣрѣ (при мѣрахъ въ сантиметрахъ  $\delta = 1$ ),  $F$  площадь поперечнаго сѣченія трубки,  $h$  — высота подъема. Для равновѣсія необходимо, чтобы

$P = G$ , т.-е.  $\mu \cdot F \cdot v^2 = \delta \cdot F \cdot h$ , откуда  $v = \sqrt{\frac{\delta \cdot h}{\mu}}$ ; при  $\delta = 1$ ,  $v = A \cdot \sqrt{h}$ .

Коэффициентъ  $A$  для каждаго прибора постояненъ и зависитъ отъ тренія о стѣнки, удара у конца трубки и пр.; опредѣляется онъ опытнымъ путемъ на тарировочныхъ станціяхъ и значеніе его прилагается къ каждому прибору.

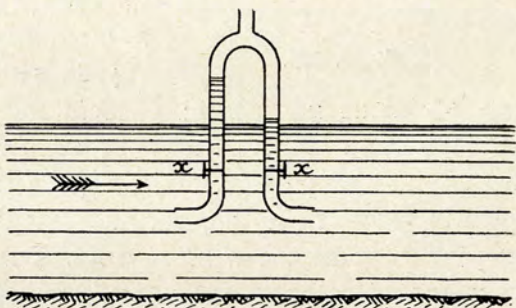
Другой выводъ выраженія предыдущей формулы. Если высота воды въ трубкѣ надъ горизонтомъ воды въ рѣкѣ равна  $h$ , то скорость воды должна быть, отвлекаясь отъ силъ тренія и удара,  $v = \sqrt{2gh}$ , на основаніи общей гидравлической формулы  $h = \frac{v^2}{2g}$ ; высота  $h$  поднятой воды отсчитывается по дѣленіямъ на трубкѣ, скорость  $v$  вычисляется отсюда по приведеннымъ формуламъ.

Если трубку **Пито** повернуть горизонтальнымъ колѣномъ по теченію, то вода въ вертикальномъ колѣнѣ станетъ ниже поверхности текущей воды въ рѣкѣ на ту же величину  $h$ . Недостатки трубки состоятъ въ томъ, что высота  $h$  при обычныхъ скоростяхъ въ рѣкахъ весьма незначительна и потому трудно отсчитываема (при скорости теченія  $v = 0,5$  метра,  $h$  равно всего



12,7 миллим.). Поверхность воды въ трубкѣ и внѣ ея подвержена колебаніямъ, обычный горизонтъ воды возлѣ трубки нарушается ударами воды о трубку и о лодку, съ которой производятся наблюденія; кромѣ того, въ силу волосности трубки, вода прилипаётъ къ стѣнкамъ ея и потому точное опредѣленіе разности горизонта въ трубкѣ и внѣ ея невозможно; вслѣдствіе указанныхъ недостатковъ трубка Пито приводится въ руководствахъ только какъ основной типъ измѣрителя, на практикѣ уже не примѣняемый.

**Трубка Дарси** (черт. 120) представляетъ усовершенствованную трубку Пито, въ коей устранены указанные недостатки. Этотъ приборъ состоитъ изъ двухъ согнутыхъ подъ прямымъ угломъ и соединенныхъ между собою сообщающихся трубокъ; нижній конецъ одной обращается противъ теченія, другой—по теченію воды; слѣдовательно, въ первой вода поднимется выше поверхности текущей воды, во второй опустится ниже этой поверхности. Для удобства



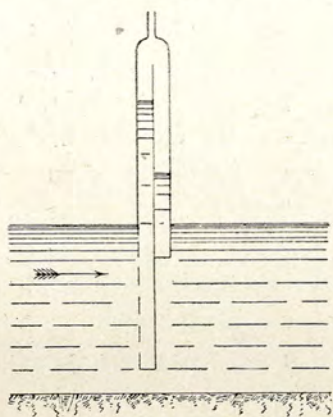
Трубка Дарси.  
Черт. 120.

отсчета уровни въ обѣихъ трубкахъ поднимаются на одинаковую высоту посредствомъ высасыванія воздуха черезъ отверстіе *a*. Закрывъ краны *xx*, вынимаютъ приборъ изъ воды и отсчитываютъ разность *h* уровня воды въ обѣихъ трубкахъ по шкалѣ; эта разность будетъ вдвое большая, чѣмъ въ трубкѣ Пито. Вычисленіе производится по аналогичной же формулѣ  $v = A\sqrt{h}$ , но *A* здѣсь величина, приблизительно, вдвое меньшая и потому ошибка въ отсчетѣ на одинъ милл. вызоветъ ошибку въ скорости вдвое меньшую, чѣмъ въ трубкѣ Пито; но еще важнѣе то, что точность самихъ отсчетовъ въ приборѣ Дарси гораздо большая, такъ какъ они производятся по вынутіи прибора изъ воды, въ основной же трубкѣ Пито отсчетъ необходимо производить, не вынимая ея изъ воды. Несмотря на это, все же и трубка Дарси распространенія не имѣетъ вслѣдствіе наличности болѣе совершенныхъ приборовъ.

**Трубка Франка** (черт. 121) принципиально отличается отъ двухъ



предыдущихъ тѣмъ, что ею опредѣляется скорость не въ одной точкѣ, а сразу средняя частныхъ скоростей по данной вертикаль-



Черт. 120.

ной линіи отъ поверхности воды до дна. Это есть прямая трубка, снабженная многими, обрабатываемыми противъ теченія воды отверстіями; при погруженіи такой трубки до дна потока текущая вода поднимаетъ въ ней воду выше горизонта воды въ рѣкѣ на высоту, соответствующую средней по данной вертикали скорости; для удобства и точности производства отсчетовъ, рядомъ съ этой гидравлической или гидродинамической трубкой прикрѣплена трубка гидростатическая съ отверстіемъ въ нижнемъ концѣ; уровень воды въ этой трубкѣ устанавливается на одной высотѣ съ горизонтомъ текущей воды; при достаточной скорости теченія, трубка Франка даетъ весьма быстро среднія скорости по вертикали, кои при прочихъ измѣрителяхъ скоростей приходится вычислять. Вслѣдствіе ея примѣнимости къ практикѣ приведемъ описаніе конструкціи ея и способа пользованія ею <sup>1)</sup> (черт. 122 и 123).

На полую трубкѣ  $R_1$  свободно движется короткая, большого діаметра трубка  $mt$ , снабженная на нижнемъ своемъ концѣ зажимомъ  $l$ , которымъ она наглухо соединена съ большой трубкою. Эта трубка, по установкѣ инструмента въ рѣку, устанавливается помощью подвижной штанги  $S$  такъ, чтобы зажимъ оказался на 8—10 см. ниже поверхности воды; прикрѣпленный къ штангѣ, со стороны противоположной отверстіямъ, руль  $D$  устанавливаетъ приборъ отверстіями противъ теченія. Поступающая подъ напоромъ въ трубку  $R_1$ , черезъ отверстія наружная вода переходитъ черезъ отверстія же изъ  $R_1$  въ пространство между  $R_1$  и трубкою  $m$ , а отсюда въ соединенную съ ними трубочку  $R_3$ , поднимаясь въ ней (см. черт. 122) на высоту  $w_2$ —большую, чѣмъ высота горизонта наружной воды. Противъ этой трубочки установлена другая— $R_4$  съ открытымъ снизу концомъ, погруженнымъ въ воду; въ ней вода устанавливается на высотѣ  $w_1$ , горизонтъ наружной

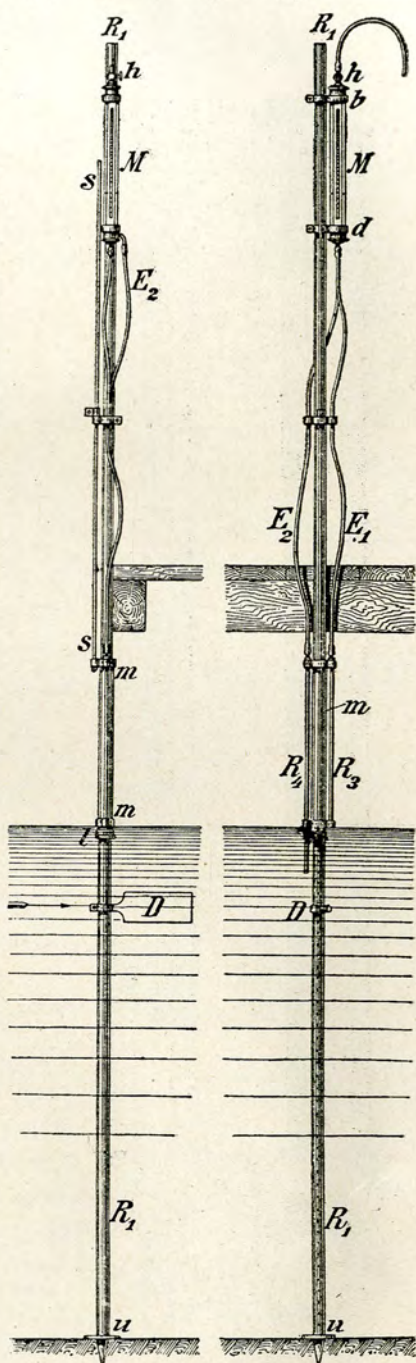
<sup>1)</sup> Переведено изъ „Kulturtechnischer Wasserbau“ Friedrich.



воды. Оба горизонта  $w_1$  и  $w_2$  въ трубочкахъ  $R_3$  и  $R_4$ , т.-е. гидростатическій и гидродинамическій, высасываніемъ воздуха изъ манометра  $M$ , поднимаются по гуттаперчевымъ трубкамъ  $E_1$  и  $E_2$  въ манометръ, гдѣ отсчитывается разность ихъ высотъ. Манометръ состоитъ изъ двухъ вставленныхъ одна въ другую стеклянныхъ трубокъ  $G$  и  $g$ , изъ которыхъ внутренняя соединена гуттаперчевой трубкой  $E_1$  съ  $R_3$  (слѣдовательно, съ  $m$  и  $R_1$ ), наружная же, т.-е. промежутокъ между стѣнками ея и внутреннею трубкою, соединена съ  $R_4$ . Во внутренней стеклянной трубкѣ находится еще замкнутая сверху и снизу свободно плавающая трубочка  $p$ , на которой нанесена шкала дѣленій. Поплавокъ  $p$  имѣетъ такой вѣсъ, что верхнее нулевое дѣленіе шкалы точно совпадаетъ съ горизонтомъ воды.

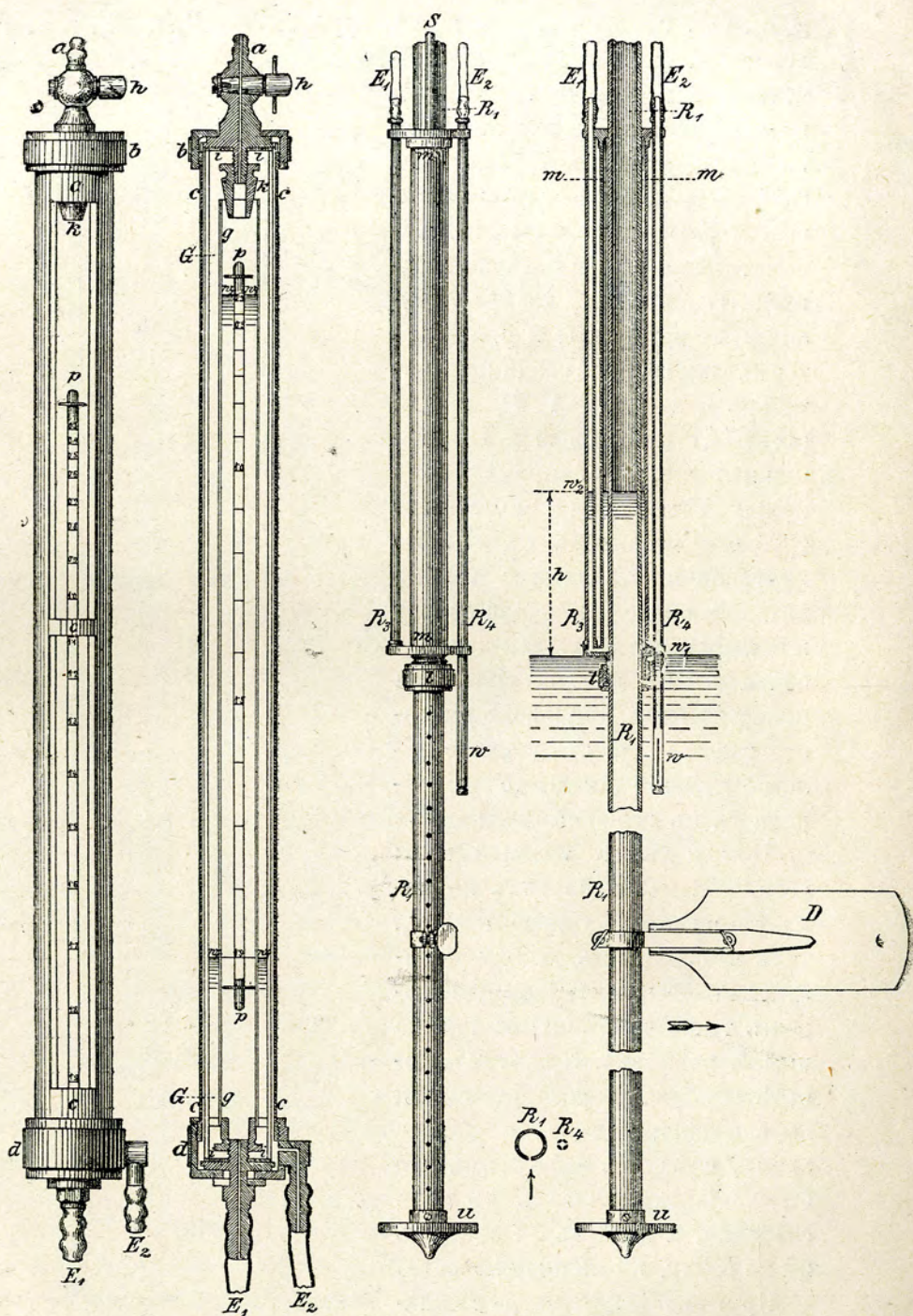
При подъемѣ уровней воды всасываніемъ, поплавокъ поднимается вмѣстѣ съ горизонтомъ  $w_2$ , такъ что разность между горизонтами воды, показывающая скорость теченія, отсчитывается по шкалѣ поплавка. При этомъ, соответственно, впусканіемъ или высасываніемъ воздуха черезъ кранъ, слѣдуетъ заботиться, чтобы поплавокъ плавалъ въ водѣ свободно, а не былъ бы прижатъ ни къ верху, ни къ низу полости.

Примѣненіе манометра съ плавающей шкалою имѣетъ сущест-



Черт. 122.





Черт. 123.



венное преимущество въ томъ, что приходится отсчитывать только одинъ горизонтъ воды, именно внѣшній нижній; поэтому наблюдатель можетъ сосредоточить все свое вниманіе на этомъ горизонтѣ и взять средній изъ всѣхъ колебаній отсчесть. На черт. 123, напримѣръ, отсчитывается скорость  $v=1,9$  м.

Преимущества трубки Франка передъ вертушками, не говоря уже о преимуществѣ передъ трубками Пито и Дарси, заключаются:

а) Исключается наблюденіе времени и зависящія отъ того неточности.

б) Однажды установленный коэффициентъ инструмента (постоянное число), а значить и шкалы, остается безъ измѣненія, такъ какъ въ немъ нѣтъ подвижныхъ, подвергающихся измѣненію или износу частей (въ вертушкахъ часто достаточно одного легкаго толчка, чтобы измѣнился коэффициентъ ея, что ведетъ къ ошибкамъ въ измѣреніи). Въ случаѣ поврежденія манометра всегда можетъ быть вставлена прилагаемая къ инструменту запасная трубка и показанія инструмента отъ этого не измѣняются.

с) Обращеніе съ инструментомъ весьма просто и удобно, такъ какъ никакихъ придаточныхъ аппаратовъ нѣтъ.

д) Многія вычисленія отпадаютъ, такъ какъ инструментъ показываетъ сразу среднюю скорость по вертикали.

е) Измѣренія производятся гораздо скорѣе, чѣмъ вертушками, и тѣмъ болѣе, чѣмъ больше глубина, на которой должна быть опредѣлена средняя скорость, такъ какъ вертушкою приходится при этомъ дѣлать много отдѣльныхъ наблюденій на разныхъ глубинахъ, трубкою же Франка производятъ наблюденія по данной вертикали всегда одинъ разъ, какъ бы велика глубина ни была.

Поэтому инструментъ этотъ весьма пригоденъ для измѣренія скоростей высокихъ водъ и вообще такихъ измѣреній, которыя не могутъ долго продолжаться.

Трубка Франка изготовляется фирмой G. Falter въ Мюнхенѣ и стоитъ съ ящикомъ 180 марокъ.

По наблюденіямъ, (приведеннымъ у Фридриха «Kulturtechnischer Wasserbau») скорости, измѣренныя трубкой Франка, получаются нѣсколько преувеличенными и преувеличеніе это доходитъ до 13%; кромѣ того трубки эти примѣнимы лишь до опредѣленной глубины въ зависимости отъ ихъ длины. Поэтому для полученія точныхъ данныхъ и для измѣренія на произвольной глубинѣ примѣняются вертушки.



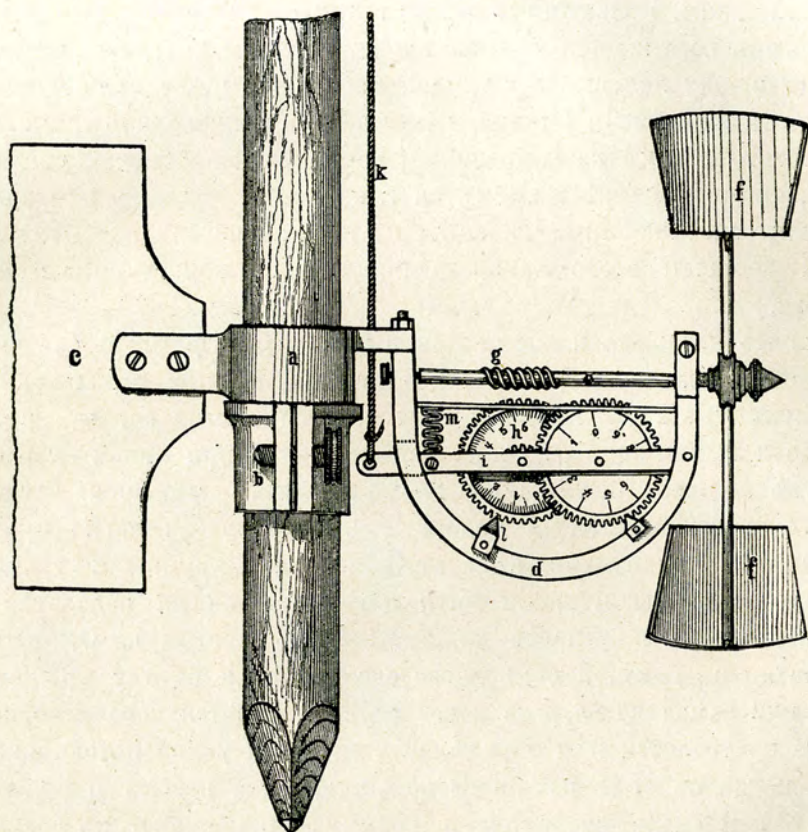
**Вертушки.** Струя воды, ударясь о пластинку подъ нѣкоторымъ острымъ угломъ, стремится одною изъ слагающихъ силъ сдвинуть ее въ сторону перпендикулярную къ теченію, а другою—впередъ по теченію; если движенію пластинки по теченію поставитъ какое-либо препятствіе, то она будетъ двигаться только въ направленіи перпендикулярномъ теченію; прикрѣпивъ подобную пластинку къ горизонтальной оси, могущей свободно вращаться въ подшипникахъ, мы, вмѣсто прямолинейнаго движенія въ сторону, заставимъ пластинку вращаться вокругъ этой оси; вращеніе будетъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ больше слагающая сила, вызывающая это вращеніе; величина же этой силы зависитъ отъ скорости теченія и отъ угла, подъ которымъ пластинка наклонена къ направленію теченія. Если этотъ уголъ постояненъ для даннаго прибора, то скорость вращенія будетъ зависѣть исключительно отъ скорости теченія воды, слѣдовательно, по числу оборотовъ можно заключить о скорости воды. Приборъ для измѣренія скорости воды, основанный на указанномъ принципѣ, изобрѣтенъ германцемъ Вольтманомъ въ 1790 г. и въ настоящее время такіе приборы съ различными усовершенствованіями имѣютъ значительное распространеніе; остановимся поэтому на нихъ нѣсколько подробнѣе, приведя описаніе.

**Вертушка Вольмана.** Нѣсколько улучшенная основная форма этой вертушки, употребляемая часто при измѣреніяхъ скорости малыхъ потоковъ, заключается въ слѣдующемъ:

Аппаратъ (черт. 124) состоитъ изъ мѣрной штанги, около которой можетъ свободно вращаться вертушка, устанавливаемая на любой опредѣленной глубинѣ помощью шнура *k*. Установка на глубину надежнѣе производится помощью сжима *b*, на которомъ самый флюгеръ можетъ свободно вращаться, становясь подъ управленіемъ руля параллельно струѣ воды. Собственно аппаратъ состоитъ изъ руля *e*, счетчика и флюгера. Флюгеръ насаженъ на ось *c*, снабженной въ срединѣ безконечнымъ винтомъ *g*. Счетчикъ состоитъ изъ 2 зубчатыхъ колесъ, укрѣпленныхъ на рычагѣ *i*, съ пружиною *m*. Притягивая помощью шнура *k* вращающійся вокругъ одной точки рычагъ *i*, можно зубчатое колесо соединить съ безконечнымъ винтомъ *g*. При каждомъ оборотѣ флюгера, колесо *h* счетчика поворачивается на 1 зубъ. Колесо *h* имѣетъ обычно 100 зубьевъ, передаточное колесо 10 и другое колесо счетчика также 100 зубьевъ. Вслѣдствіе передачи 1:10, когда колесо *h*



дѣлаетъ 10 оборотовъ, другое дѣлаетъ только 1 оборотъ; слѣдовательно, на счетчикъ можно отсчитывать до 1000 оборотовъ; отсчетъ производится у указателя *l* на укрѣпленномъ на рамѣ *d*;



Черт. 124.

колесо *h* указываетъ десятки и единицы, другое колесо сотни оборотовъ.

Передъ пусканіемъ флюгера отсчитываютъ показанія счетчика, затѣмъ приборъ опускается на нужномъ мѣстѣ въ воду, шнуръ *k* туго натягивается и счетчикъ приходитъ въ движеніе; черезъ минуту шнуръ снова отпускается, счетчикъ этимъ выключается, вертушка вытаскивается изъ воды и на обоихъ колесахъ снова производится отсчетъ; разность отсчетовъ послѣ и до опусканія вертушки указываетъ число сдѣланныхъ оборотовъ въ минуту. Опусканіе инструмента въ воду можетъ производиться съ перекладины, моста или, на широкомъ потокѣ, съ лодки. Въ послѣднемъ случаѣ связываются вмѣстѣ помощью перекладины двѣ лодки



на разстояніи 2 мет. другъ отъ друга. Лодки держатся на опредѣленномъ мѣстѣ рѣки или якоремъ или канатомъ, переброшеннымъ съ одного берега на другой; онѣ должны быть совершенно неподвижны. Насаженный на желѣзную или деревянную штангу флюгеръ вертикально опускается съ середины передней перекладины между лодками и устанавливается противъ теченія. Штанга если она желѣзная (труба), можетъ быть произвольно удлиняема привертываніемъ новыхъ частей; вертикальное положеніе штанги сохраняется прикрѣпленіемъ ея канатами къ лодкамъ. Шнуръ къ рычагу счетчика протягивается по штангѣ черезъ кольца.

Недостатки этого аппарата простѣйшей конструкціи заключаются:

а) Въ потеряхъ времени при вытаскиваніи флюгера изъ воды вмѣстѣ со штангою для каждаго отсчета, б) при сильномъ теченіи шнуръ *k* струею воды натягивается настолько, что включеніе и выключеніе счетчика ненадежно, в) при малой скорости шнуръ долженъ быть долгое время натянутъ, что очень затрудняетъ работу; послѣдній недостатокъ устраняется легко прибавленіемъ къ описанному аппарату колесика съ крупными зубьями, которое при натягиваніи нити поворачивается на полъ-зуба и поочереди то включаетъ то выключаетъ счетчикъ. Открытыя зубчатки въ грязной водѣ легко засоряются и потому вращеніе ихъ или замедляется, или вовсе останавливается; особенно это часто повторяется при опредѣленіи скорости у дна потока и весною, когда въ водѣ взмучены корешки, тина, песокъ и пр.; поэтому измѣреніе скоростей подобнымъ приборомъ въ осушительныхъ каналахъ по торфяному болоту, несущихъ массу мелкихъ корней растений и остатковъ неразложившихся растений, весною весьма кропотливо.

**Вертушка Амслера.** Эта вертушка въ принципѣ ничѣмъ не отличается отъ предыдущаго прибора, но въ ней устранены существенные недостатки его: число оборотовъ здѣсь не отсчитывается наблюдателемъ, а опредѣляется автоматическимъ счетчикомъ, соединеннымъ проводомъ съ электрической батареей звонкомъ, который звонитъ черезъ каждые 25 — 100 оборотовъ, смотря по системѣ; этимъ устраняется необходимость вытаскиванія прибора изъ воды для производства отсчетовъ; при работѣ приборомъ Вольмана опредѣляется число оборотовъ въ 1 единицу времени, при электрической же сигнализаци, напротивъ, опре-



дѣляется время, въ которое флюгеръ совершить 25 — 100 оборотовъ. Счетчикъ всегда включенъ, но наблюдение начинаютъ производить по установкѣ прибора на данномъ мѣстѣ послѣ окончанія слѣдующаго звонка; такихъ промежутковъ, соотвѣствующихъ указанному для данной вертушки числу оборотовъ, необходимо прослѣдить нѣсколько; неравномѣрные промежутки времени между звонками тотчасъ же укажутъ на засореніе вертушки. Дальнѣйшее улучшеніе прибора состоитъ въ томъ, что зубчатки заключены въ футляры и потому не подвергаются засоренію.

Здѣсь слѣдуетъ еще упомянуть о вертушкахъ фирмы Оттъ, получившихъ въ послѣднее время у насъ значительное распространіе. Вертушки эти отличаются простотой и точностью работы. Изъ различныхъ констукцій вертушекъ, изготовливаемыхъ этой фирмой, приведемъ здѣсь одну констукцію, наиболѣе приспособленную для измѣренія скоростей на различныхъ глубинахъ.

Вертушка эта снабжена электрическимъ счетчикомъ и приспособленіемъ для автоматическаго и постепеннаго опусканія вертушки на большую глубину. Способъ измѣренія состоитъ въ томъ, что вертушка съ равномѣрной скоростью опускается по штангѣ начиная съ уровня воды на дно или же поднимается отъ дна до уровня воды, при чемъ изъ общаго количества оборотовъ винта и изъ времени, расходуемнаго на опусканіе или подниманіе вертушки, выводится средняя скорость.

Для того, чтобы привести вертушку въ дѣйствіе, барабанъ со шнуромъ долженъ быть снабженъ приспособленіемъ *b* (см. черт. 125), регулирующимъ скорость разматыванія шнура, опускающаго вертушку; кромѣ того вертушкѣ въ основаніи своемъ снабжена штифтикомъ *g*, дающимъ звонокъ, какъ только онъ коснется дна.

Въ данномъ случаѣ при измѣреніяхъ методъ интеграціи можетъ быть соединенъ съ методомъ измѣреній на отдѣльныхъ опредѣленныхъ глубинахъ.

При этомъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ.

Ось вертушки опускается до уровня воды и затѣмъ стрѣлки показателя глубины при барабанѣ и счетчика ставятся на нуль; послѣ чего механизмъ для разматыванія шнура приводится въ движеніе одновременно съ секундомѣромъ и счетчикомъ. Одинъ человекъ при этомъ наблюдаетъ время и показатель глубины, другой слѣдитъ за счетчикомъ. И каждый разъ, когда показатель



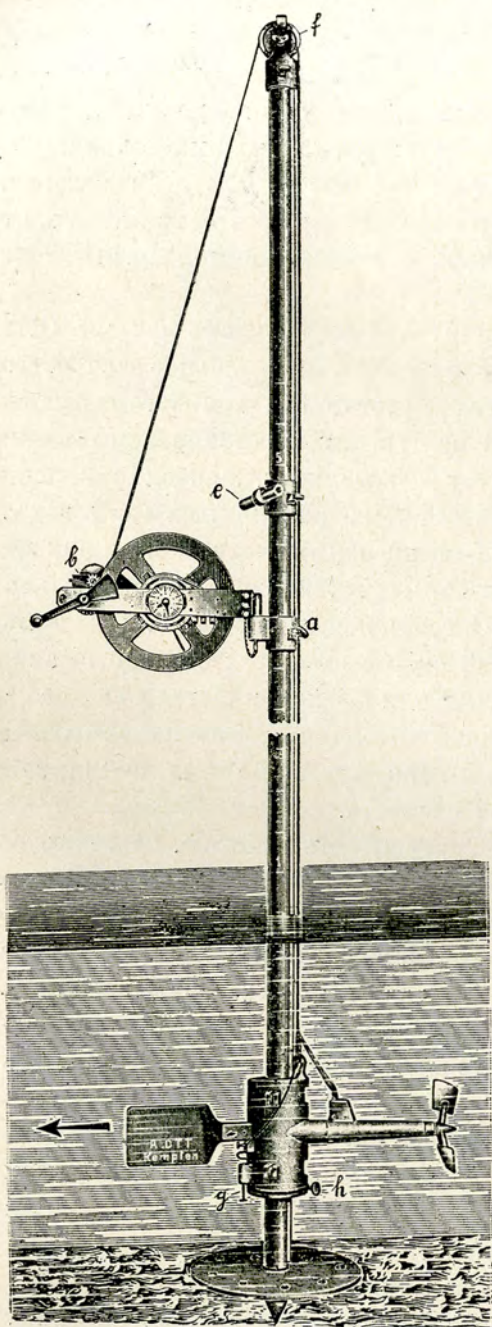
глубины подвинулся на определенное разстояніе, напр. 50 или 25 сант., отмѣчаются по знаку или по командѣ время и показанія счетчика. Этотъ процессъ продолжается до тѣхъ поръ, пока не раздастся звонокъ, вызванный ударомъ штифтика о дно. Послѣ чего отсчитывается общее время, общее число оборотовъ и общая глубина.

Всѣ промежуточные показанія даютъ возможность вывести среднія скорости каждой ординаты и изъ этого вывести кривую скорости. Конечный результатъ, отсчитанный при достиженіи вертушки дна, даетъ среднюю скорость по всей вертикали.

Существуетъ рядъ еще болѣе совершенныхъ вертушекъ совсѣвозможными автоматическими приспособленіями, но, въ силу дороговизны, ихъ не употребляютъ при обычныхъ условіяхъ измѣренія скоростей.

Скорость теченія воды въ данной точкѣ вычисляется изъ показаній вертушекъ по формулѣ общаго вида:

$$v = a + \beta.s,$$



Черт. 125.



гдѣ  $\alpha$  означаетъ ту наименьшую скорость, при которой флюгеръ начинаетъ вращаться; величина ея зависитъ отъ сопротивленія тренія оси вертушки въ подшипникахъ и зубчаткахъ колесъ и въ лучшихъ вертушкахъ  $\alpha=0,01-0,05$  метра въ секунду.  $s$ —число оборотовъ вертушки въ 1 сек. 
$$= \frac{\text{наблюдаемое число оборотовъ}}{\text{время наблюденія}}$$

$\beta$ —коэффициентъ, опредѣляемый для каждой вертушки отдѣльно передъ ея употребленіемъ или выпускомъ въ продажу; опредѣленіе коэффициента  $\beta$ , или тарированіе вертушки, точно производится на особыхъ тарировочныхъ станціяхъ въ стоячей водѣ, заставляя двигаться въ ней вертушку поступательно съ опредѣленной скоростью; обычно вертушки продаются съ приложеніемъ значеній коэффициента. Повѣрку коэффициента въ обычныхъ условіяхъ производятъ въ каналахъ, скорость теченія воды въ которыхъ у поверхности опредѣляется поплавками; при этомъ флюгеръ помѣщается также близъ поверхности воды и если окажется, что указанные для вертушки коэффициенты измѣнились, то они вычисляются вновь рѣшеніемъ уравненія  $v=\alpha+\beta.s$  съ двумя неизвѣстными  $\alpha$  и  $\beta$  при числѣ уравненій равному числу произведенныхъ опытовъ. Тамъ, гдѣ производятся многочисленныя измѣренія скоростей нѣсколькими инструментами, легко устроить приспособленіе для тарировки инструментовъ.

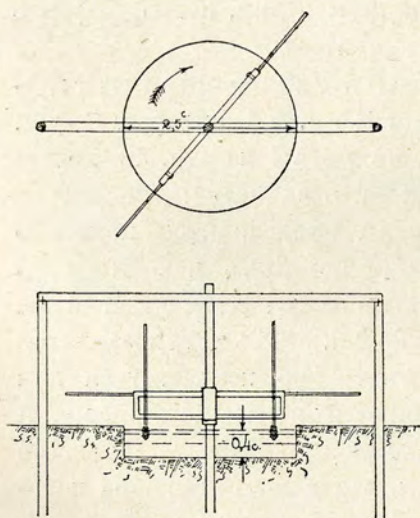
Въ изданномъ Отдѣломъ Земельныхъ Улучшеній отчетѣ гидрометрической части при Управленіи Земл. и Государст. Имущ. въ Туркестанскомъ краѣ за 1910 г. въ томѣ I на стр. 48 приведено описаніе тарировочной станціи; тамъ значится:

„Измѣреніе скоростей теченія воды производится помощью особыхъ приборовъ, каждое показаніе которыхъ находится въ постоянномъ соотношеніи со скоростью воды, дѣйствующей на приборъ. Если извѣстно это соотношеніе для всѣхъ встрѣчающихся на практикѣ скоростей, то приборомъ можно пользоваться для измѣренія ихъ, отсчитывая получающееся показаніе прибора и находя по этому соотношенію соотвѣтствующую скорость. Наиболѣе точный и простой способъ опредѣлить для даннаго прибора искомое соотношеніе между его показаніями и скоростями теченія, состоитъ въ тарировкѣ прибора, т.-е. въ опредѣленіи показаній прибора при поступательномъ передвиженіи его въ стоячей водѣ съ различными скоростями. Полученныя показанія прибора и соотвѣтствующія имъ скорости его передвиженія наносятся, какъ



координаты точек, на клетчатку и через эти точки проводится кривая, которая и явится графическим изображением искомого соотношения.

Для этой цѣли устраивается особая тарировочная станція, состоящая изъ круглаго бассейна, наполняемаго водой, и механизма для передвиженія приборовъ въ водѣ, представляющаго собой горизонтальную раму, длиною до  $2\frac{1}{2}$  саж., равномерно вращаемую около постоянной вертикальной оси; къ концу этой рамы и укрѣпляется штанга съ приборомъ. Зная длину рамы  $R$  саж., время опыта  $t$  секундъ, число оборотовъ рамы  $N$  и показаніе прибора  $a$ , получимъ скорость передвиженія прибора  $u = \frac{2\pi R N}{t}$  и соответствующее показаніе прибора  $a$  въ  $t$  секундъ. Напримѣръ, для вертушекъ это дастъ: скорость  $u = \frac{2\pi R N}{t}$  и число оборотовъ крыльевъ вертушки въ секунду  $n = \frac{a}{t}$ . По этимъ даннымъ и строится тарировочная кривая, откладывая по оси абсциссъ величины  $n$  и по оси ординатъ  $u$ .



Черт. 126.

Тарировку слѣдуетъ вести на скорости отъ  $n=0$  (предѣлъ чувствительности вертушекъ когда крылья только начинаютъ вращаться) до наибольшихъ ожидаемыхъ въ рѣкахъ скоростей, каждый разъ по особому указанію, съ интервалами приблизительно саж.

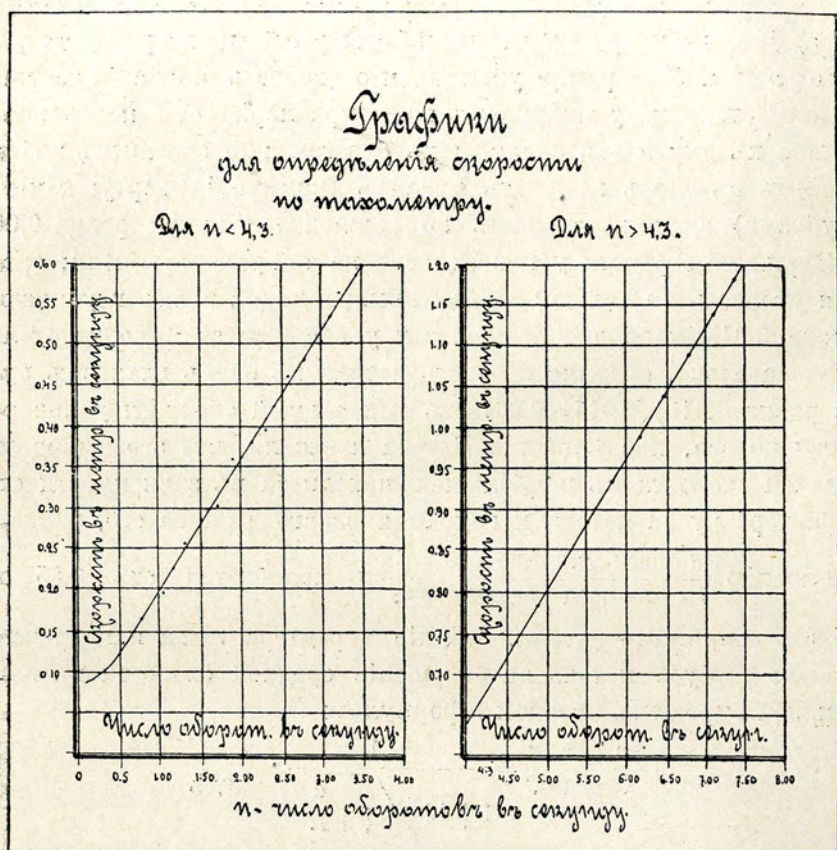
0,10 , дѣлая продолжитель-сек.

ность заѣзда  $t=100$  сек. или  $a > 300$  оборотовъ и повторяя тарировку на каждую скорость дважды. Помѣщать приборъ при тарировкѣ слѣдуетъ на глубинѣ 0,20 — 0,30 саж.“.

Надлежащее устройство тарировочнаго бассейна съ механизмомъ для приведенія рамы въ движеніе несомнѣнно сложно, но безъ\_особаго механизма устройство такого бассейна не предста-



вляеть особыхъ затрудненій. Чертежъ 126 поясняетъ устройство  
тарировочнаго бассейна, приводимого въ движеніе рукой.



Черт. 127.

Результаты измѣреній изображаются графически въ видѣ  
кривой. (См. черт. 127.)



## Вычисленіе средней скорости и расхода воды въ потокѣ.

а) По измѣренной наибольшей поверхностной скорости. Уже ранѣе указано, что скорость движенія частицъ воды постепенно уменьшается по направленію отъ поверхности потока къ дну и отъ середины къ берегамъ; по опытнымъ наблюденіямъ въ очень гладкихъ руслахъ (измѣренія вертушками и трубками) средняя скорость по каждой вертикали равна 0,915 наибольшей скорости у поверхности на той же вертикали; средняя скорость по каждой горизонтали равна (на всѣхъ глубинахъ) также 0,915 наибольшей скорости у середины этой горизонтали; слѣдовательно, средняя скорость потока въ очень гладкомъ руслѣ равна  $0,915 \times 0,915 = 0,837$  отъ наибольшей скорости у поверхности потока. Изслѣдованія Базена показали, что это отношеніе средней скорости къ наибольшей находится въ зависимости отъ характера русла потока и гидравлическаго радіуса его, равнаго отношенію  $\frac{\text{площадь живого сѣченія}}{\text{смоченный периметръ}}$  и колеблется отъ 0,85 до 0,5 (въ земляномъ руслѣ). Вліяніе характера ложа и гидравлическаго радіуса потока на отношеніе средней скорости къ наибольшей выражено Базеномъ формулою:

$$\frac{v \text{ средн.}}{v \text{ наиб.}} = \frac{1}{1 + 14 \sqrt{\frac{\alpha}{\beta + R}}}, \quad \text{гдѣ}$$

$R$ —гидравлическій радіусъ сѣченія,  $\beta$  и  $\alpha$ —коэффициенты, зависящіе отъ характера ложа потока и имѣющіе слѣдующія значенія:

1) При весьма гладкомъ каменномъ или бетонномъ руслѣ, съ цементной обмазкой (безъ песку) или изъ деревянныхъ досокъ, тщательно выстроганныхъ и т. п. ....

| $\beta$  | $\alpha$  |
|----------|-----------|
| 0,00015, | 0,0000045 |

2) При гладкомъ руслѣ, выложенномъ изъ тесаныхъ камней, кирпича съ цементной обмазкой съ пескомъ или досокъ нестроганныхъ .....

|          |           |
|----------|-----------|
| 0,00019, | 0,0000133 |
|----------|-----------|

3) Для не вполне гладкаго русла, выложеннаго изъ бутоваго камня ...

|          |         |
|----------|---------|
| 0,00024, | 0,00006 |
|----------|---------|



4) Для негладкаго земляного рус-  
ла. Рѣки, рѣчки и ручьи . . . . . 0,00028,      0,00035

5) Для шероховатаго русла, покры-  
таго гальками и валунами . . . . . 0,00040,      0,0007.

Эта формула даетъ среднія скорости весьма близкія къ вы-  
числяемымъ по уклону поверхности воды.

Для облегченія вычисленій среднихъ скоростей по формулѣ  
Базена составлена нижепомѣщаемая таблица № 8, въ которой  
для даннаго гидравлическаго радіуса и характера ложа прямо на-  
ходится отношеніе средней скорости потока къ наибольшей.

| Гидравл.<br>радіусъ $R$<br>въ мет-<br>рахъ. | $\frac{v \text{ сред.}}{v \text{ наиб.}}$ |       |        |       | Гидравл.<br>радіусъ $R$<br>въ мет-<br>рахъ. | $\frac{v \text{ сред.}}{v \text{ наиб.}}$ |       |       |       |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                             | Классы, какъ вышеуказано.                 |       |        |       |                                             | Классы, какъ вышеуказано.                 |       |       |       |
|                                             | 1                                         | 2     | 3      | 4     |                                             | 1                                         | 2     | 3     | 4     |
| 0,01                                        | 0 745                                     | —     | —      | —     | 0,80                                        | 0,851                                     | 0,832 | 0,801 | 0,727 |
| 0,02                                        | 0 787                                     | 0,710 | —      | —     | 0,90                                        | 0,852                                     | 0,833 | 0,803 | 0,734 |
| 0,04                                        | 0,815                                     | 0,758 | —      | —     | 1,00                                        | 0,852                                     | 0,834 | 0,805 | 0,740 |
| 0,06                                        | 0,826                                     | 0,779 | 0,670  | —     | 1,10                                        | 0,852                                     | 0,834 | 0,806 | 0,745 |
| 0,08                                        | 0,833                                     | 0,791 | 0,694  | —     | 1,20                                        | 0,852                                     | 0,834 | 0,807 | 0,749 |
| 0,10                                        | 0,836                                     | 0,799 | 0,711  | 0,537 | 1,40                                        | 0,852                                     | 0,835 | 0,809 | 0,756 |
| 0 13                                        | 0 840                                     | 0,807 | 0,729  | 0,567 | 1,60                                        | 0,852                                     | 0,835 | 0 811 | 0,762 |
| 0,16                                        | 0,843                                     | 0,812 | 0,742  | 0,591 | 1,80                                        | 0,853                                     | 0,836 | 0,812 | 0,766 |
| 0,19                                        | 0,844                                     | 0,816 | 0,752  | 0,608 | 2,00                                        | 0,853                                     | 0,836 | 0,813 | 0 770 |
| 0,22                                        | 0,845                                     | 0,819 | 0 759  | 0,623 | 2,40                                        | 0,853                                     | 0,836 | 0,814 | 0,776 |
| 0,26                                        | 0,847                                     | 0,822 | 0,767  | 0,639 | 2,80                                        | 0,853                                     | 0 837 | 0,815 | 0,780 |
| 0,30                                        | 0,848                                     | 0,824 | 0 77 3 | 0,653 | 3,20                                        | 0,853                                     | 0,837 | 0,816 | 0,784 |
| 0 35                                        | 0,848                                     | 0,825 | 0,779  | 0,666 | 3,60                                        | 0,853                                     | 0,837 | 0,817 | 0,786 |
| 0,40                                        | 0,849                                     | 0,827 | 0,783  | 0,678 | 4,00                                        | 0,853                                     | 0,837 | 0,817 | 0,788 |
| 0,45                                        | 0,850                                     | 0,828 | 0,787  | 0,687 | 4,50                                        | 0,853                                     | 0,837 | 0,818 | 0,791 |
| 0,50                                        | 0,851                                     | 0,829 | 0,790  | 0,695 | 5,00                                        | 0,853                                     | 0,837 | 0,818 | 0,792 |
| 0,60                                        | 0,851                                     | 0,831 | 0,795  | 0,709 | 5,50                                        | 0,853                                     | 0,837 | 0,818 | 0,794 |
| 0,70                                        | 0,851                                     | 0,832 | 0,798  | 0,719 | 6,00                                        | 0,853                                     | 0,837 | 0,819 | 0,795 |



Примѣръ. Поплавокъ, пущенный трижды посрединѣ рѣки, прошелъ разстояніе между береговыми кольями въ 50 сажень въ теченіе 207, 205 и 210 секундъ. Средній гидравлическій радіусъ 3-хъ сѣченій русла 0,442 саж. = 0,94 м.; опредѣлить среднюю скорость потока.

$$\text{Наиб. скорость } V_{\text{наиб.}} = \frac{50}{205} = 0,244 \text{ саж. въ 1 сек.}$$

По таблицѣ № 8 въ каналахъ 4-ой категоріи, при гидравлическомъ радіусѣ  $R = 0,94$  метра, отношеніе  $\frac{v_{\text{средн.}}}{v_{\text{наиб.}}} = 0,74$ , слѣдовательно  $V_{\text{ср.}} = 0,74 \times 0,244 = 0,18$  саж. въ 1 сек.

б) По измѣреннымъ на разныхъ глубинахъ скоростямъ.

Вертушками и гидравлическими трубками опредѣляется скорость струи воды только въ томъ мѣстѣ сѣченія, гдѣ былъ установленъ приборъ; поэтому, для полученія нужной въ цѣляхъ опредѣленія расхода воды средней скорости потока въ сѣченіи необходимо произвести наблюденія (вертушками) въ нѣсколькихъ мѣстахъ сѣченія потока. Опредѣленная ранѣе площадь сѣченія  $F$  потока разбивается на отдѣльныя площади  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$  въ центрѣ тяжести каковыхъ опредѣляется вертушками соотвѣтствующая скорость:  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ .—Расходъ воды будетъ отсюда

$$Q = f_1 \cdot v_1 + f_2 \cdot v_2 + f_3 \cdot v_3 + \dots + f_n \cdot v_n,$$

можно вычислить и среднюю скорость потока:

$$v = \frac{Q}{F}.$$

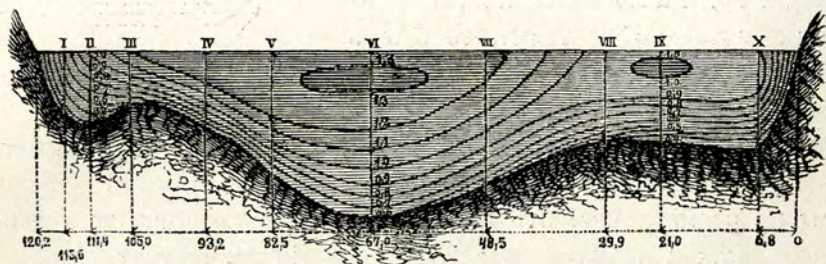
При измѣреніи вертушкою Отта расходъ воды потока получимъ суммированіемъ произведеній средней скорости по каждой вертушкѣ  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  на соотвѣтственныя длины ихъ  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ ; сумма этихъ произведеній даетъ расходъ воды въ потокѣ:

$$Q = v_1 \cdot l_1 + v_2 \cdot l_2 + v_3 \cdot l_3 + \dots + v_n \cdot l_n.$$

Вычисленіе расхода по даннымъ измѣренія частныхъ скоростей можетъ производиться графически. Въ опредѣленномъ масштабѣ вычерчивается профиль поперечнаго сѣченія потока, на немъ отмѣчаются точки, въ коихъ опредѣлялась вертушкою или трубкою частная скорость, и сама эта скорость надписывается; затѣмъ уже, подобно проведенію горизонталей на планѣ мѣстности, и здѣсь соединяють кривыми линіями точки профиля, въ



коихъ скорость воды одинакова; такія кривыя, называемыя изотаксами, весьма наглядно изображаютъ распредѣленіе скоростей въ поперечномъ сѣченіи потока. Въ видѣ примѣра приведемъ дѣйствительное распредѣленіе скоростей въ р. Эльбѣ у Herrns-kretschén'a по измѣреніямъ проф. Гарлахера (черт. 128.)



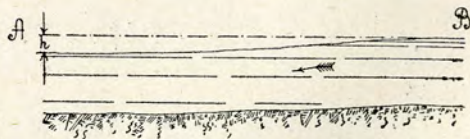
Черт. 128.

По проведеніи изотакъ, опредѣляютъ планиметромъ площади одинаковыхъ скоростей, умножаютъ ихъ на соответствующія скорости и, суммируя произведенія, получаютъ расходъ.

На основаніи многочисленныхъ измѣреній можно принимать, что частная скорость потока на разстояніи отъ поверхности воды по средней вертикали равномъ 0,58—0,66 отъ всей глубины потока, равна средней скорости воды потока; поэтому, измѣреніе вертушкою скорости на указанной глубинѣ сразу даетъ приближенно среднюю скорость потока.

в) По уклону поверхности воды въ потокѣ.

Выведемъ основную формулу, выражающую среднюю скорость теченія воды въ рѣкѣ. Представимъ, что на участкѣ рѣки А—В (черт. 129) длиною  $l$ , съ установившимся движеніемъ воды, поперечное сѣченіе русла на всемъ протяженіи и глубина воды остаются неизмѣнными; скорость теченія  $v$  должна быть поэтому также одинакова на всемъ протяженіи. Разность уровней точекъ А и В— $h$  называется паденіемъ отъ А до В,

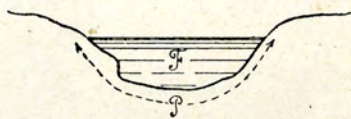


Черт. 129.

а паденіе, дѣленное на разстояніе между точками, т.е.  $\frac{h}{l}$ , называется уклономъ отъ А до В и обозначается обычно буквою  $J$ .



При принятыхъ условіяхъ, уклонъ дна рѣки и поверхности воды будутъ одинаковы. Длина линіи соприкосновенія воды съ линіею русла въ поперечномъ сѣченіи, очерченная на черт. 130 утолщено, называются смоченнымъ периметромъ; обозначимъ его черезъ  $P$ . Площадь поперечнаго сѣченія воды называется живымъ сѣченіемъ потока; обозначимъ его черезъ  $F$ . Выдѣлимъ объемъ воды  $W = F \cdot l$ ; вѣсъ его будетъ  $G = F \cdot l \cdot \delta$ , гдѣ  $\delta$  есть вѣсъ единицы объема воды. Этотъ объемъ воды, перемѣстившись отъ  $A$  до  $B$ , произведетъ работу  $G \cdot h$ ; такъ какъ движеніе воды на рассматриваемомъ нами участкѣ равномернo, то вся эта работа должна идти на преодоленіе треній  $M$ , преимущественно треній воды о стѣнки, т.-е.,



Черт. 130.

$$M = G \cdot h = F \cdot l \cdot \delta \cdot h;$$

величина треній зависитъ отъ поверхности соприкосновенія воды со стѣнками русла, равной смоченному периметру  $P$ , умноженному на пройденный путь  $l$ , и отъ скорости теченія  $v$ ; на основаніи опытовъ принимается, что треніе пропорціонально квадрату скорости  $v$ ; поэтому:

$$M = \alpha \cdot P \cdot l \cdot \beta \cdot v^2,$$

гдѣ  $\alpha$ —коэффициентъ, учитывающій шероховатость стѣнокъ,  $\beta$  — коэффициентъ, учитывающій значеніе скорости теченія. Такъ какъ  $M = G \cdot h$ , то получаемъ равенство:

$$\alpha \cdot P \cdot l \cdot \beta \cdot v^2 = F \cdot l \cdot \delta \cdot h,$$

откуда

$$v^2 = \frac{1 \cdot \delta}{\alpha \cdot \beta} \cdot \frac{F}{P} \cdot \frac{h}{l},$$

$$v = \sqrt{\frac{\delta}{\alpha \cdot \beta}} \cdot \sqrt{\frac{F}{P}} \cdot \sqrt{\frac{h}{l}}$$

$\frac{F}{P}$ , т.-е.  $\frac{\text{площадь живого сѣченія}}{\text{смоченный периметръ}}$  называется гидравлическимъ ра-

діусомъ и означается обычно буквою  $R$ ;  $\frac{h}{l}$ , т.-е.  $\frac{\text{паденіе}}{\text{протяженіе}}$ , есть



уклонъ поверхности воды  $J$ ; выраженіе  $\sqrt{\frac{\delta}{\alpha \cdot \beta}}$ , называемое скоростнымъ коэффициентомъ, означаетъ обычно буквою  $c$ . Подставивъ приведенныя обозначенія въ выведенную выше формулу, получаемъ:

$$v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}.$$

Это есть важнѣйшая формула движенія воды въ открытыхъ руслахъ.

Для опредѣленія коэффициента  $c$  предложень рядъ формулъ, изъ коихъ здѣсь приведемъ только наиболѣе распространенную формулу Гангюлье и Куттера, учитывающую и вліяніе уклона поверхности воды:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \cdot \frac{n}{R}}, \text{ (при вычисленіи въ метрахъ),}$$

гдѣ  $n$ —коэффициентъ шероховатости, принимаемый:

|                                                          |       |
|----------------------------------------------------------|-------|
| для каналовъ въ земляномъ грунтѣ съ водными разстояніями | 0,030 |
| „ „ въ чистомъ земляномъ грунтѣ                          | 0,025 |
| „ „ въ каменной кладкѣ                                   | 0,014 |
| „ „ въ деревянной обдѣлкѣ                                | 0,012 |

Опредѣленіе скорости коэффициента  $c$  по приведенной формулѣ Гангюлье и Куттера производится чаще не вычисленіемъ, а по прилагаемому въ концѣ книги графику, составленному согласно формулъ; упрощенныя формулы и соотвѣтствующія таблицы для вычисленія скорости движенія воды по осушительнымъ канавамъ приведены въ главѣ «Скорости воды въ осушительныхъ каналахъ».

Для вычисленія средней скорости движенія воды по формулѣ  $v = c \sqrt{R} \sqrt{J}$  необходимо знать:

- 1) Средній гидравлическій радіусъ потока  $= \frac{\text{площ. живого сѣченія.}}{\text{смоченный периметръ}}$
- 2) Уклонъ поверхности воды, опредѣляемый нивелированіемъ поверхности воды на сто, примѣрно, сажень вверхъ и внизъ отъ измѣряемыхъ поперечныхъ сѣченій потока; для этой цѣли у берега, на разстояніи 50 саж. другъ отъ друга, забиваются пикетные колы въ уровень съ поверхностью воды; нивелируемый участокъ рѣки, канала долженъ быть по возможности прямымъ, такъ какъ на поворотахъ поверхность воды и въ поперечномъ сѣченіи рѣ-



ки не горизонтальна: вслѣдствіе центробѣжной силы инерціи она выше у берега вогнутого; если, напримѣръ, скорость воды въ рѣкѣ равна 1 метру въ сек., радіусъ закругленія  $r = 20$  метрамъ, то центробѣжная сила, развиваемая 1 килограм. воды,  $= \frac{v^2}{gr} = \frac{1^2}{9,8 \times 20} = 0,0051$  клгр.; такъ какъ на тотъ же клгр. воды дѣйствуетъ и сила вертикальная  $= 1$  клгр., то горизонтъ воды, устанавливаясь перпендикулярно равнодѣйствующей силѣ, получить поперечный уклонъ  $I = \frac{0,0051}{1} = 0,0051$ , что, при ширинѣ рѣки, напр., въ 10 сажень, дастъ 0,051 саж. превышенія поверхности воды у вогнутого берега русла надъ поверхностью воды у выпуклаго берега.

Средняя скорость потока, на основаніи изложеннаго въ настоящей главѣ, можетъ быть, слѣдовательно, опредѣляема трояко:

- 1) по наибольшей поверхностной скорости по формулѣ Базена въ зависимости отъ гидравлическаго радіуса и шероховатости русла,
- 2) по измѣреннымъ вертушкою въ нѣсколькихъ мѣстахъ и на разныхъ глубинахъ частнымъ скоростямъ,

- 3) по основной формулѣ движенія воды въ руслахъ  $v = c \sqrt{R} \sqrt{I}$ .

Способъ второй требуетъ наличности дорого стоящей вертушки, громоздкихъ приспособленій (лодки) и, обычно, продолжителенъ по времени; способы 1-ый и 3-ий не требуютъ специальныхъ гидрометрическихъ приборовъ и потому доступны всякому гидротехнику, имѣющему нивеллиръ. Результаты опредѣленія по этимъ двумъ приѣмамъ получаются весьма согласные между собою при самыхъ обычныхъ условіяхъ работы.

Въ видѣ примѣра и для указанія хода вычисленія приводимъ одно изъ опредѣленій расхода воды, именно въ р. Сѣверная Случь, притокъ р. Припяти.

**Опредѣленіе расхода воды въ р. Сѣверная Случь, въ 4-хъ верстахъ отъ впаденія ея въ р. Припять, 1910 г. 10 сентября.**

- 1) Опредѣленіе живого сѣченія потока.

Промѣры глубинъ производились черезъ 1 саж. въ трехъ поперечныхъ сѣченіяхъ; сѣченія взяты на разстояніи 25 саж. другъ отъ друга. Глубины оказались слѣдующія (въ саженьяхъ):



| № то-<br>чекъ отъ<br>лѣв. бер. | Разстоя-<br>ніе. | Нижнее<br>сѣченіе. | Среднее<br>сѣченіе. | Верхнее<br>сѣченіе. | ПРИМѢЧАНІЯ.                                                      |
|--------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| а                              | 0,5              | 0,00               | 0,00                | 0,00                |                                                                  |
| 1                              | 1,0              | 0,29               | 0,27                | 0,09                |                                                                  |
| 2                              | 1,0              | 0,43               | 0,44                | 0,85                |                                                                  |
| 3                              | 1,0              | 0,55               | 0,61                | 0,99                |                                                                  |
| 4                              | 1,0              | 0,59               | 0,57                | 0,77                |                                                                  |
| 5                              | 1,0              | 0,60               | 0,77                | 0,69                |                                                                  |
| 6                              | 1,0              | 0,55               | 0,73                | 0,60                |                                                                  |
| 7                              | 1,0              | 0,48               | 0,67                | 0,61                | Горизонтъ воды надъ нуле-<br>вой сваяй на водомѣръ<br>0,347 саж. |
| 8                              | 1,0              | 0,49               | 0,62                | 0,52                |                                                                  |
| 9                              | 1,0              | 0,44               | 0,38                | 0,44                |                                                                  |
| 10                             | 1,0              | 0,40               | 0,40                | 0,37                |                                                                  |
| 11                             | 1,0              | 0,36               | 0,32                | 0,41                |                                                                  |
| 12                             | 1,0              | 0,32               | 0,21                | 0,31                |                                                                  |
| 13                             | 1,0              | 0,22               | 0,10                | 0,15                |                                                                  |
| 14                             | 1,0              | 0,09               | 0,00                | 0,00                |                                                                  |
| 15                             |                  | 0,00               | 0,00                | 0,00                |                                                                  |

Площади живыхъ сѣченій:

$$\text{нижняго сѣченія } F_1 = \frac{0,29}{2} \cdot 0,5 + 1. \left( \frac{0,29}{2} + 0,43 + 0,55 + 0,59 + \right. \\ \left. + 0,60 + 0,55 + 0,48 + 0,49 + 0,44 + 0,40 + 0,36 + 0,32 + 0,22 + \right. \\ \left. + 0,09 \right) = 5,73 \text{ кв. саж.},$$

$$\text{средняго сѣченія } F_2 = \frac{0,27}{2} \cdot 0,5 + 1. \left( \frac{0,27}{2} + 0,44 + 0,61 + 0,57 + \right. \\ \left. + 0,77 + 0,73 + 0,67 + 0,62 + 0,38 + 0,40 + 0,32 + 0,21 + 0,10 \right) = \\ = 6,02 \text{ кв. саж.},$$

$$\text{верхняго сѣченія } F_3 = \frac{0,09}{2} \cdot 0,5 + 1. \left( \frac{0,09}{2} + 0,85 + 0,99 + 0,77 + \right.$$



$$+ 0,69 + 0,60 + 0,61 + 0,52 + 0,44 + 0,37 + 0,41 + 0,31 + 0,15 \Big) = \\ = 6,78 \text{ кв. саж.}$$

Средняя площадь живого сѣчѣнія:

$$F = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3} = \frac{5,73 + 6,02 + 6,78}{3} = 6,18 \text{ кв. саж.}$$

Смоченный периметръ, опредѣленный графически, равенъ:

въ нижнемъ сѣченіи 14,6 саж.

„ среднемъ „ 13,6 „

„ верхнемъ „ 13,75 „

$$\text{Средній смоченный периметръ } P = \frac{14,6 + 13,6 + 13,75}{3} = 13,98 \text{ саж.}$$

Гидравлическій радіусъ  $\left( \frac{\text{плоч. живого сѣченія}}{\text{смоченный периметръ}} \right)$  равенъ:

$$\text{въ нижнемъ сѣченіи } \frac{5,73}{14,6} = 0,393 \text{ саж.}$$

$$\text{„ среднемъ „ } \frac{6,02}{13,6} = 0,443 \text{ „}$$

$$\text{„ верхнемъ „ } \frac{6,78}{13,75} = 0,493 \text{ „}$$

$$\text{Средній гидравлическій радіусъ } R = \frac{0,393 + 0,443 + 0,493}{3} = \\ = 0,443 \text{ саж.,}$$

или

$$R = \frac{F}{P} = \frac{6,18}{13,98} = 0,442 \text{ саж.} = 0,94 \text{ метра.}$$

## 2) Опредѣленіе скорости теченія воды.

а) Поплавки. Поплавокъ, въ видѣ бутылки полунаполненной водою, проходилъ путь въ 50 саж. (разстояніе между крайними сѣченіями) въ промежутокъ времени:

| 1-ое пусканіе | 2-е пуск. | 3-е пуск. | 4-е пуск. | 5-е пуск. | 6-е пуск. | 7-е пуск. |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| нач. 28'45"   | 34'25"    | 35'—      | 35'22"    | 41'05"    | 41'25"    | 41'55"    |
| ков. 32'25    | 38'—      | 38'50     | 39'06     | 44'45     | 45'50     | 45'20     |
| Раз. 3'40     | 3'35      | 3'50      | 3'44      | 3'40      | 3'25      | 3'25=     |
| = 205 сек.    |           |           |           |           |           |           |



Наибольшая скорость теченія  $v = \frac{50}{205} = 0,244$  саж. въ 1 сек.

Средняя скорость потока по форм. Базена  $\frac{v \text{ сред.}}{v \text{ наиб.}} = \frac{1}{1 + 14 \sqrt{\beta + \frac{\alpha}{R}}}$ ,

гдѣ  $R$ —гидравлическій радіусъ въ метрахъ,

$\alpha$ —коэффициентъ=для каналовъ въ земляномъ руслѣ 0,00035

$\beta$ —коэффициентъ=для каналовъ въ земляномъ руслѣ 0,00028

$V \text{ ср.} = 0,74 \times V \text{ наиб.} = 0,74 \times 0,244 = 0,18$  саж. въ 1 сек.

б) По уклону поверхности воды. Поверхность воды въ рѣкѣ занивеллирована была на протяженіи 300 сажень при разстояніи между пикетами въ 50 саж.; паденія между пикетами оказались:

между 1 и 2 (начин. снизу) 0,005 саж.

» 2 и 3 0,005 »

» 3 и 4 0,006 »

» 4 и 5 0,006 »

» 5 и 6 0,007 »

» 6 и 7 0,010 »

Общее паденіе на протяженіи 300 сажень = 0,038 саж.

Уклонъ поверхности воды  $J = \frac{0,038}{300} = 0,000127$ .

$$v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J},$$

$$\sqrt{R} = 0,97; \sqrt{J} = 0,011$$

$$C \text{ по Гангюлье и Куттеру} = \frac{\frac{1}{n} + 23 + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left( 23 + \frac{0,00155}{J} \right)^{\frac{n}{\sqrt{R}}}} = 39,$$

(въ метров. сист.)

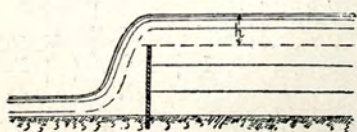
при коэффициентѣ шерохов.  $n$  равномъ 0,25;  $v = 39 \times 0,97 \times 0,011 = 0,416$  метра = 0,20 саж. въ секунду. При коэффициентѣ шерох.  $n = 0,03$ , коэффициентъ  $c = 0,33$  и  $v = 33 \times 0,97 \times 0,011 = 0,352$  метра = 0,16 с. въ сек..

По измѣренію же поверхностной скорости поплавкомъ, средняя скорость потока, какъ вычислено выше, оказалась равной 0,18 саж. въ 1 сек., что весьма близко подходитъ къ скорости вычисленной по уклону поверхности воды.

Расходъ воды  $Q = F \cdot v = 6,18 \times 0,18 = 1,11$  куб. саж. въ 1 сек. или 10,78 куб. метровъ въ 1 сек.



## Опредѣленіе расхода воды черезъ водосливъ.



Черт. 131.

Въ осушительныхъ каналахъ или рѣчкахъ съ небольшимъ расходомъ воды опредѣленіе расхода можно производить еще наблюдая истечение воды черезъ водосливъ въ видѣ тонкой стѣйки, установленной попе-

речь движенія воды, вычисленіемъ по формулѣ расхода черезъ совершенный водосливъ (черт. 131):

$$Q = \frac{2}{3} \mu . b . h \sqrt{2gh},$$

гдѣ  $Q$ —расходъ воды черезъ совершенный водосливъ въ куб. метр.

»  $g$ —ускореніе силы тяжести = 9,8 метра.

»  $h$ —напоръ въ метрахъ,

»  $b$ —ширина отверстія водослива въ метрахъ,

»  $\mu$ —коэффициентъ расхода, зависящій отъ величины сжатія струи при проходѣ ея черезъ водосливъ и равный приблизительно 0,60; въ этомъ случаѣ формула расхода воды черезъ совершенный водосливъ принимаетъ простой видъ:

$$Q = 17,7 . b . h^{3/2} \quad \text{или иногда принимаютъ:}$$

$$Q = 1,5 . b . h^{1,5}.$$

Болѣе точно, по Брашману,

$$\frac{2}{3} \mu = 0,3838 + 0,0386 . \frac{b}{B} + \frac{0,00053}{h},$$

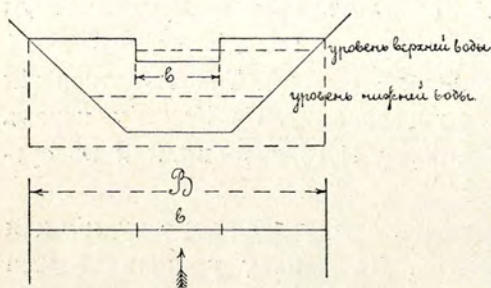
гдѣ  $B$  есть ширина русла передъ водосливомъ.

Водосливъ называется совершеннымъ въ томъ случаѣ, когда нижній горизонтъ воды (уровень воды въ потокѣ за водосливомъ) устанавливается ниже гребня водослива, черезъ который переливается вода.

Для производства опредѣленія расхода воды по вышеуказанной формулѣ, нужно установить поперекъ русла потока желѣзный или деревянный щитъ съ прямоугольнымъ вырѣзомъ на верхнемъ краѣ (черт. 132); переносный желѣзный щитъ вдавливается острыми краями въ дно и откосы русла настолько, чтобы вся вода шла черезъ водосливъ; когда движеніе воды установится, т.е. горизонтъ ея передъ водосливомъ перестанетъ подниматься, необходимо убѣдиться, подходит ли установленный при данныхъ усло-



віяхъ водосливъ подѣ понятіе «совершенный водосливъ», а затѣмъ измѣряется высота напора  $h$ , ширина отверстія водослива  $b$  и ширина приводящаго воду русла  $B$ ; измѣреніе высоты напора должно производиться на нѣкоторомъ разстояніи отъ гребня водослива, а



Черт. 132.

не надъ самымъ гребнемъ его, такъ какъ передъ водосливомъ горизонтъ притекающей воды быстро понижается; поэтому и здѣсь приходится прибѣгать къ нивеллиру: на нѣкоторомъ разстояніи (1 саж.) передъ водосливомъ забивается вровень съ установившимся

горизонтомъ воды колѣ; занивелировывая высоту кола и высоту гребня водослива, получаютъ, какъ разность высотъ ихъ, величину напора  $h$  приведенной выше формулы расхода черезъ водосливъ. При постоянномъ водосливѣ, прочно установленномъ на каналѣ для регулярнаго опредѣленія расходовъ воды черезъ него, высота напора  $h$  отмѣряется линейкою отъ головки кола, забитаго передъ водосливомъ въ уровень съ гребнемъ водослива. При этомъ необходимо также наблюдать, чтобы горизонтъ воды за водосливомъ былъ бы ниже гребня водослива, такъ какъ при иномъ положеніи горизонта воды вычисленіе расхода производится по другимъ формуламъ, требуетъ дополнительныхъ измѣреній и даетъ менѣ точные результаты <sup>1)</sup>.

Примѣръ. Каковъ расходъ воды черезъ совершенный водосливъ шириною отверстія 1,0 метра, при напорѣ воды 0,25 м. и ширинѣ зеркала воды передъ водосливомъ въ 3 метра?

Коэффициентъ расхода  $\frac{2}{3} \mu$  по Брашману

$$= 0,3838 + 0,0386 \frac{1}{3} + \frac{0,00053}{0,25} = 0,40$$

$$\text{Расходъ } Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot h \sqrt{2gh} =$$

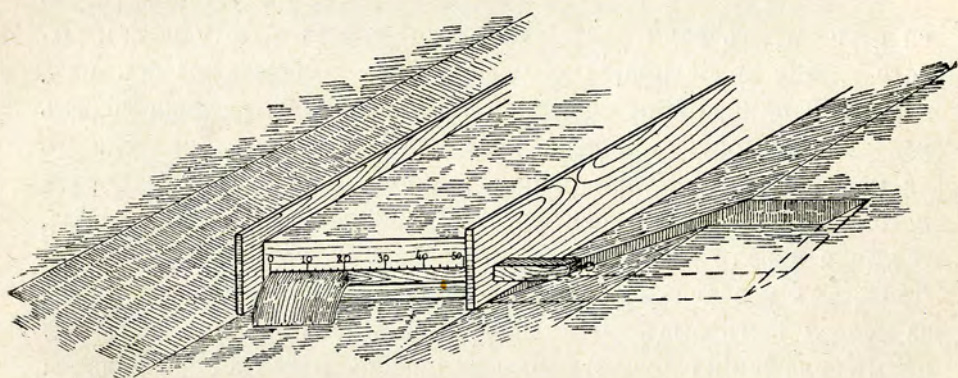
$$= 0,40 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,25} = 0,40 \cdot 0,25 \cdot 2,21 = 0,221 \text{ куб. метр.} = 221 \text{ литр. въ 1 сек.}$$

<sup>1)</sup> Формулы расходовъ черезъ водосливы всѣхъ типовъ приводятся въ курсахъ гидравлики.



**Водяной дюймъ.** Для опредѣленія небольшихъ количествъ воды въ каналѣ можно примѣнять приспособленіе, гдѣ учетъ воды производится посредствомъ такъ называемаго «водяного дюйма», получившаго широкое распространеніе въ оросительныхъ системахъ въ Сѣверной Америкѣ. При этомъ приспособленіи струи воды проходятъ сквозь отверстіе въ стѣнкѣ діаметромъ въ 1 дюймъ = 25,40 м.м. при наименьшемъ напорѣ. Такихъ отверстій на одной высотѣ устраиваютъ по нѣскольку. По Hagen'у черезъ такое отверстіе протекаетъ въ минуту 11,16 литровъ, или въ сутки 16,078 куб. метровъ.

Наибольшее примѣненіе имѣетъ слѣдующая конструкція для учета воды «водянымъ дюймомъ». Въ канаву устанавливается ящикъ съ тремя стѣнками (см. черт. 133). Стѣнка, установленная



Черт. 133.

поперекъ канавы, имѣетъ щелевое горизонтальное отверстіе, высотой въ 2 дюйма. Щель поперекъ размѣчена на дюймы и можетъ быть открыта на любую ширину посредствомъ бокового брусочка. Этимъ брусочкомъ устанавливается постоянный напоръ, при чемъ уровень воды въ ящикѣ доходитъ до верхняго края поперечной стѣнки, находящейся на высотѣ 5 дюймовъ надъ верхнимъ краемъ отверстія, что соотвѣтствуетъ 6 дюймамъ напора. При такихъ условіяхъ каждый квадратный дюймъ отверстія (= 645,16 кв. м.м.) даетъ  $1\frac{1}{2}$  куб. фута (= 42,47 литровъ) воды въ минуту.



## Подпоръ.

Осушеніе болота обычными средствами возможно только въ томъ случаѣ, когда обезпеченъ свободный стокъ воды съ него; между тѣмъ очень часто самое заболачиваніе рѣчныхъ долинъ и прилегающихъ къ нимъ площадей вызывается искусственнымъ повышеніемъ горизонта воды въ рѣкѣ мельничною плотиною, высокимъ заложеніемъ дна трубъ подъ дорожными насыпями, узкимъ отверстіемъ моста и пр. Всѣ эти сооруженія, препятствуя свободному движенію воды въ руслѣ, вызываютъ искусственное поднятіе ея горизонта, каковое явленіе называютъ подпоромъ; разность горизонтовъ при свободномъ движеніи воды и при подпорѣ въ данной точкѣ называется высотой подпора, разстояніе же отъ мѣста стѣсненія русла рѣки до той точки, гдѣ высота подпора равна нулю, называется длиною подпора. Какъ бы малъ ни былъ расходъ воды черезъ плотину, трубу и т., д. все же поверхность воды передъ сооруженіемъ, вызывающимъ подпоръ, не можетъ быть горизонтальна, ибо при горизонтальной поверхности движенія воды нѣтъ, какъ это, напр., въ непроточномъ прудѣ. Если же поверхность воды передъ плотиною не можетъ быть горизонтальна, то и высота подпора въ какой-либо точкѣ на нѣкоторомъ разстояніи отъ плотины будетъ больше, чѣмъ разность горизонта воды у плотины и бывшаго горизонта воды въ данной точкѣ при свободномъ движеніи воды, и самый подпоръ распространится на разстояніе большее, чѣмъ то было бы при горизонтальной поверхности воды. Поэтому выводъ, напр., осушительный каналъ въ рѣку, русло коей переполнено водою, нельзя принимать, что ущербъ отъ этого для цѣли осушенія распространится по каналу на длину только  $\frac{h}{J}=l$ , гдѣ  $h$ —разстояніе нормального горизонта воды въ каналѣ отъ поверхности подпруженного горизонта, а  $J$ —уклонъ дна канала; подпоръ рѣкою распространится на разстояніе значительно большее. Теоре-



тически поверхность подпругенной воды сливается съ поверхностью воды свободно текущей въ разстояніи безконечно далеко; для практическихъ же цѣлей длина подпора и прочіе вопросы о подпорѣ рѣшаются съ конечными результатами по двумъ наиболѣе распространеннымъ формуламъ \*).

Р ю л ь м а н а:

$$l = \frac{a}{J} \left[ f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right] \text{ и}$$

Т о л к м и т а:

$$l = \frac{a}{J} \left[ f\left(\frac{a+h}{a}\right) - f\left(\frac{a+z}{a}\right) \right],$$

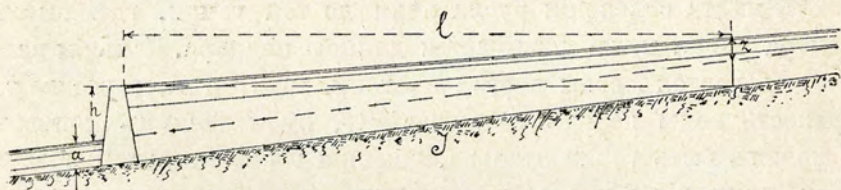
гдѣ  $l$ —разстояніе отъ запруды,

$a$ —глубина воды въ рѣкѣ (каналѣ) до устройства запруды или  
глубина воды въ руслѣ ниже существующей запруды,

$J$ —уклонъ поверхности воды до устройства запруды,

$h$ —подпоръ воды у запруды (разность горизонтовъ воды передъ и за плотину),

$z$ —подпоръ воды на разстояніи  $l$  отъ запруды (черт. 134).



Черт. 134.

Буква  $f$ —сокращенное слово: «функція», и выраженія  $f\left(\frac{h}{a}\right)$  и

$f\left(\frac{z}{a}\right)$  надо читать: «функція отъ  $\frac{h}{a}$  (или отъ  $\frac{z}{a}$ )», т.-е. величина, зависящая отъ отношенія  $h$  къ  $a$ , отъ отношенія  $z$  къ  $a$ .

Эта зависимость выясняется при выведеніи формулъ Рюльмана и Толкмита и для облегченія вычисленій оба автора даютъ

таблицы, по которымъ непосредственно по величинамъ  $\left(\frac{h}{a}\right)$  и  $\left(\frac{a+h}{a}\right)$

находятся значенія функцій этихъ величинъ  $f\left(\frac{h}{a}\right)$  или  $f\left(\frac{a+h}{a}\right)$ ,

\*) Подробно, съ указаніемъ другихъ формулъ, вопросъ о кривыхъ подпора изложенъ въ книгѣ „О неравномѣрномъ движеніи жидкости въ открытомъ руслѣ“. Б. А. Бахметевъ. 1912.



Таблица Рюльмана.

| $\frac{h}{a}$ | $f\left(\frac{h}{a}\right)$ | $\frac{h}{a}$ | $f\left(\frac{h}{a}\right)$ | $\frac{h}{a}$ | $f\left(\frac{h}{a}\right)$ | $\frac{h}{a}$ | $f\left(\frac{h}{a}\right)$ |
|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|
| 0,01          | 0,0067                      | 0,31          | 1,3610                      | 0,61          | 1,8112                      | 0,91          | 2,1800                      |
| 0,02          | 0,2444                      | 0,32          | 1,3789                      | 0,62          | 1,8243                      | 0,92          | 2,1916                      |
| 0,03          | 0,388                       | 0,33          | 1,3964                      | 0,63          | 1,8373                      | 0,93          | 2,2032                      |
| 0,04          | 0,4889                      | 0,34          | 1,4136                      | 0,64          | 1,8503                      | 0,94          | 2,2148                      |
| 0,05          | 0,5701                      | 0,35          | 1,4306                      | 0,65          | 1,8631                      | 0,95          | 2,2264                      |
| 0,06          | 0,6376                      | 0,36          | 1,4473                      | 0,66          | 1,8759                      | 0,96          | 2,2380                      |
| 0,07          | 0,6958                      | 0,37          | 1,4638                      | 0,67          | 1,8887                      | 0,97          | 2,2496                      |
| 0,08          | 0,7482                      | 0,38          | 1,4801                      | 0,68          | 1,9014                      | 0,98          | 2,2611                      |
| 0,09          | 0,7933                      | 0,39          | 1,4962                      | 0,69          | 1,9140                      | 0,99          | 2,2725                      |
| 0,10          | 0,8353                      | 0,40          | 1,5119                      | 0,70          | 1,9266                      | 1,00          | 2,2839                      |
| 0,11          | 0,8739                      | 0,41          | 1,5275                      | 0,71          | 1,9392                      | 1,10          | 2,3971                      |
| 0,12          | 0,9098                      | 0,42          | 1,5430                      | 0,72          | 1,9517                      | 1,20          | 2,5000                      |
| 0,13          | 0,9434                      | 0,43          | 1,5583                      | 0,73          | 1,9641                      | 1,30          | 2,6171                      |
| 0,14          | 0,9751                      | 0,44          | 1,5734                      | 0,74          | 1,9765                      | 1,40          | 2,7264                      |
| 0,15          | 1,0051                      | 0,45          | 1,5884                      | 0,75          | 1,9888                      | 1,5           | 2,8337                      |
| 0,16          | 1,0335                      | 0,46          | 1,6032                      | 0,76          | 2,0010                      | 1,60          | 2,9409                      |
| 0,17          | 1,0608                      | 0,47          | 1,6179                      | 0,77          | 2,0132                      | 1,70          | 3,0458                      |
| 0,18          | 1,0869                      | 0,48          | 1,6324                      | 0,78          | 2,0254                      | 1,80          | 3,1508                      |
| 0,19          | 1,1119                      | 0,49          | 1,6468                      | 0,79          | 2,0375                      | 1,90          | 3,2553                      |
| 0,20          | 1,1361                      | 0,50          | 1,6611                      | 0,80          | 2,0495                      | 2,0           | 3,3594                      |
| 0,21          | 1,1595                      | 0,51          | 1,6753                      | 0,81          | 2,0615                      | 2,1           | 3,4631                      |
| 0,22          | 1,1821                      | 0,52          | 1,6893                      | 0,82          | 2,0735                      | 2,2           | 3,5564                      |
| 0,23          | 1,2040                      | 0,53          | 1,7032                      | 0,83          | 2,0855                      | 2,3           | 3,669                       |
| 0,24          | 1,2254                      | 0,54          | 1,7170                      | 0,84          | 2,0975                      | 2,4           | 3,7720                      |
| 0,25          | 1,2461                      | 0,55          | 1,7308                      | 0,85          | 2,1095                      | 2,6           | 3,9768                      |
| 0,26          | 1,2664                      | 0,56          | 1,7444                      | 0,86          | 2,1213                      | 2,8           | 4,1808                      |
| 0,27          | 1,2861                      | 0,57          | 1,7589                      | 0,87          | 2,1331                      | 3,0           | 4,3843                      |
| 0,28          | 1,3054                      | 0,58          | 1,7714                      | 0,88          | 2,1449                      | 3,5           | 4,8891                      |
| 0,29          | 1,3243                      | 0,59          | 1,7848                      | 0,89          | 2,1567                      | 4,0           | 5,3958                      |
| 0,30          | 1,3420                      | 0,60          | 1,7930                      | 0,90          | 2,1683                      | 4,5           | 5,89                        |
| $\frac{z}{a}$ | $f\left(\frac{z}{a}\right)$ | $\frac{z}{a}$ | $f\left(\frac{z}{a}\right)$ | $\frac{z}{a}$ | $f\left(\frac{z}{a}\right)$ | $\frac{z}{a}$ | $f\left(\frac{z}{a}\right)$ |



Таблица Толкмита.

| $\frac{a+h}{a}$ | $f\left(\frac{a+h}{a}\right)$ | $\frac{a+h}{a}$ | $f\left(\frac{a+h}{a}\right)$ | $\frac{a+h}{a}$ | $f\left(\frac{a+h}{a}\right)$ | $\frac{a+h}{a}$ | $f\left(\frac{a+h}{a}\right)$ |
|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1,00            | 00                            | 1,16            | 0,865                         | 1,37            | 1,221                         | 1,90            | 1,850                         |
| 1,005           | 0,102                         | 1,17            | 0,887                         | 1,38            | 1,235                         | 1,95            | 1,904                         |
| 1,01            | 0,074                         | 1,18            | 0,908                         | 1,39            | 1,249                         | 2,00            | 1,957                         |
| 1,015           | 0,179                         | 1,19            | 0,928                         | 1,40            | 1,262                         | 2,1             | 2,063                         |
| 1,02            | 0,254                         | 1,20            | 0,948                         | 1,41            | 1,276                         | 2,2             | 2,168                         |
| 1,025           | 0,313                         | 1,21            | 0,967                         | 1,42            | 1,289                         | 2,3             | 2,272                         |
| 1,03            | 0,362                         | 1,22            | 0,985                         | 1,43            | 1,302                         | 2,4             | 2,376                         |
| 1,035           | 0,403                         | 1,23            | 1,003                         | 1,44            | 1,315                         | 2,5             | 2,478                         |
| 1,04            | 0,440                         | 1,24            | 1,021                         | 1,45            | 1,328                         | 2,6             | 2,581                         |
| 1,045           | 0,473                         | 1,25            | 1,038                         | 1,46            | 1,341                         | 2,7             | 2,683                         |
| 1,05            | 0,502                         | 1,26            | 1,055                         | 1,47            | 1,354                         | 2,8             | 2,785                         |
| 1,06            | 0,554                         | 1,27            | 1,071                         | 1,48            | 1,367                         | 2,9             | 2,886                         |
| 1,07            | 0,599                         | 1,28            | 1,087                         | 1,49            | 1,379                         | 3,0             | 2,988                         |
| 1,08            | 0,639                         | 1,29            | 1,103                         | 1,50            | 1,392                         | 3,5             | 3,492                         |
| 1,09            | 0,675                         | 1,30            | 1,119                         | 1,55            | 1,453                         | 4,0             | 3,995                         |
| 1,10            | 0,708                         | 1,31            | 1,134                         | 1,60            | 1,513                         | 4,5             | 4,496                         |
| 1,11            | 0,738                         | 1,32            | 1,149                         | 1,65            | 1,571                         | 5,0             | 4,497                         |
| 1,12            | 0,766                         | 1,33            | 1,164                         | 1,70            | 1,628                         | 6,0             | 5,998                         |
| 1,13            | 0,793                         | 1,34            | 1,178                         | 1,75            | 1,685                         | 8,0             | 7,999                         |
| 1,14            | 0,818                         | 1,35            | 1,194                         | 1,80            | 1,740                         | 10,0            | 10,000                        |
| 1,15            | 0,842                         | 1,36            | 1,207                         | 1,85            | 1,795                         | $\infty$        | $\infty$                      |
| $\frac{a+z}{a}$ | $f\left(\frac{a+z}{a}\right)$ | $\frac{a+z}{a}$ | $f\left(\frac{a+z}{a}\right)$ | $\frac{a+z}{a}$ | $f\left(\frac{a+h}{a}\right)$ | $\frac{a+z}{a}$ | $f\left(\frac{a+z}{a}\right)$ |



Помощью приведенныхъ выше формулъ рѣшаются три основныя задачи о подпорѣ.

1) Высота подпора у плотины  $=h=0,8$  метра, глубина воды въ рѣкѣ (каналѣ) до устройства плотины  $=a=2$  метра, уклонъ не запруженной воды  $J=0,0005$ .

Какова длина подпора? Или иначе, на какомъ разстояніи  $l$  отъ плотины подпоръ  $z$  равенъ 0?

По Рюльману:

при  $z=0$ ,  $\frac{z}{a}=0$ ,  $f\left(\frac{z}{a}\right)=0$ , и формула принимаетъ видъ:

$$l = \frac{a}{J} \left[ f\left(\frac{h}{a}\right) - 0 \right]; \quad \frac{a}{J} = \frac{2,0}{0,0005} = 4000,$$

$$f\left(\frac{h}{a}\right) = f\left(\frac{0,8}{2}\right) = f(0,4)$$

по таблицѣ Рюльмана, при  $\frac{h}{a}=0,4$ ,

$$f\left(\frac{h}{a}\right) = 1,512,$$

а потому:

$$l = 4000 \times 1,512 = 6048;$$

аналогично по Толкмиту:

$$l = \frac{a}{J} \left[ f\left(\frac{a+h}{a}\right) \right] = 4000 \cdot f\left(\frac{2,0+0,8}{2,0}\right) = 4000 f(1,40),$$

$$f(1,40) = 1,262,$$

$$l = 4000 \times 1,262 = 5048 \text{ метровъ.}$$

2) Тѣ же данныя. На какомъ разстояніи  $l$  отъ плотины высота подпора  $z$  равна 0,1 метра?

По Рюльману:

$$l = \frac{a}{J} \left[ f\left(\frac{h}{a}\right) - f\left(\frac{z}{a}\right) \right],$$

$$l = \frac{2}{0,0005} \left[ f\left(\frac{0,8}{2,0}\right) - f\left(\frac{0,1}{2,0}\right) \right],$$

функция отъ  $\frac{0,1}{2,0}$  равна по таблицѣ 0,570,

$$l = 4000 (1,512 - 0,570) = 3768 \text{ метровъ;}$$



аналогично по Толкмиту:

$$l=4000 \left[ 1,262 - f \left( \frac{2,0+0,1}{2,0} \right) \right],$$

$$f \left( \frac{2,0+0,1}{2,0} \right) = f(1,05) = 0,502$$

$$l=4000 (1,262 - 0,502) = 3040 \text{ метровъ.}$$

3) Тѣ же данныя. Какова высота подпора на разстояніи 3601 метровъ отъ плотины?

По Рюльману:

$$3600=4000 \left[ 1,512 - f \left( \frac{z}{a} \right) \right],$$

$$f \left( \frac{z}{a} \right) = 1,512 - \frac{3600}{4000} = 0,612,$$

$$\frac{z}{a} = 0,055 \text{ (по таблицѣ),}$$

$$z = 0,055 \cdot 2,0 = 0,11 \text{ метра.}$$

По Толкмиту:

$$3600 = 4000 \left[ 1,262 - f \left( \frac{a+z}{a} \right) \right],$$

$$f \left( \frac{a+z}{a} \right) = 1,262 - \frac{3600}{4000} = 0,362,$$

$$\frac{a+z}{a} = 1,03 \text{ (по таблицѣ),}$$

$$a = 1,03 \cdot 2,0 - 2,0 = 0,06 \text{ метра.}$$

Изъ разсмотрѣнія примѣровъ видно, что формула Толкмита даетъ величины подпора меньшія, чѣмъ формула Рюльмана; это вытекаетъ изъ вывода формулъ; Рюльманъ въ основаніе вывода принялъ прямоугольную форму сѣченія русла, Толкмитъ же принялъ параболическую, т.-е. расширяющуюся кверху форму русла.

Частный случай.

При  $\frac{h}{a}$  = отъ 0,60 до 1,00,  $f \left( \frac{h}{a} \right)$  равна по Рюльману отъ

1,80 до 2,28, т.-е. близка къ 2, тогда по формулѣ Рюльмана:

$$l = \frac{a}{J} \left[ f \left( \frac{h}{a} \right) - f \left( \frac{z}{a} \right) \right] = \frac{a}{J} \left[ f \left( \frac{h}{a} \right) - 0 \right] = \frac{a}{J} \cdot 2,$$

т.-е. длина подпора при этихъ условіяхъ вдвое болѣе, чѣмъ она была бы при стоячей водѣ.



## ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ.

### Результаты произведенных осушительных работ и нѣкоторыхъ наблюденій на болотахъ.

#### Экономическіе результаты осушительныхъ работъ въ Минской губерніи.

Площадь Минской губерніи по податнымъ матеріаламъ 1897 года съ добавленіемъ земель монастырскихъ, церковныхъ и казенныхъ (по обследованію Центр. Стат. Ком. въ 1887 г.) составляетъ 8.435.980 десятинъ = 81.115 квадратныхъ верстъ, изъ коихъ неудобныхъ земель 15.472 кв. версты, или 19% отъ всей площади. Неудобныя земли представляютъ собою преимущественно луговые болота въ широкихъ долинахъ рѣкъ и рѣчекъ.

Находясь въ центрѣ обширнаго района, называемаго Полѣсьемъ, Минская губернія естественно сосредоточила на себѣ преимущественное вниманіе бывшей Западной Экспедиціи по осушенію болотъ.

Осушительныя работы въ Полѣсьѣ начаты были Западной Экспедиціей съ 1873 года и велись интенсивно, кончая 1897 годомъ, за каковой періодъ устроено было 4.367 верстъ каналовъ и расчищено 127 верстъ рѣчекъ. Затрачено было на канализацію, собственно, 3.083.746. рублей, что составляетъ 686 рублей на 1 версту сооруженныхъ каналовъ; всѣ же расходы Экспедиціи за этотъ періодъ составили 4.780.609 рублей, считая въ томъ числѣ содержаніе личнаго состава, накладные и канцелярскіе расходы, метеорологическія наблюденія, нивелировку и буреніе, канализацію, мосты, водоспуски и культуру болотъ. Дѣля общій расходъ на протяженіе устроенной канализаціи, получаемъ, что 1 верста каналовъ обошлась со всѣми накладными расходами въ 1065 рублей.

Въ предѣлахъ Минской губерніи по 1-ое января 1911 года устроено каналовъ 3440 верстъ, изъ коихъ по казеннымъ землямъ



проходить 1385 верстъ, что, принимая во вниманіе вычисленную выше среднюю стоимость проведенія 1 версты канала вмѣстѣ съ накладными расходами въ 1065 рублей, должно составить общій расходъ въ 1.475.025, или, округляя, 1.500.000 рублей; расходъ же, собственно, на канализацію казенныхъ дачъ Минской губерніи, считая по 686 рублей за версту канала, составилъ только 949.310 рублей, или, приблизительно, 1.000.000 рублей.

Развитіе осушительныхъ работъ Западной Экспедиціи видно изъ нижеслѣдующей таблицы произведенныхъ за отдѣльные періоды расходовъ на канализацію, собственно:

|                |                        | Въ среднемъ<br>въ годъ, |
|----------------|------------------------|-------------------------|
| 1874—1880 г.г. | 673.517 руб. 60 коп.   | 96.217 руб.             |
| 1881—1890 „    | 1.363.252 „ — „        | 136.325 „               |
| 1891—1897 „    | 1.046.976 „ 50 „       | 149.568 „               |
|                | 3.083.746 руб. 10 коп. |                         |

За время съ 1897 года затраты были незначительны, и работы состояли преимущественно въ углубленіи и уширеніи ранѣе устроенныхъ каналовъ. Такъ, по Минской губерніи Экспедиціей за 1898—1902 годы затрачено, не считая личнаго состава, 132.488 руб., или въ годъ 26.498 рублей, а Минскимъ Управленіемъ Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ за 1903—1909 годы затрачено на устройство новыхъ каналовъ и на коренной и бѣглый ремонтъ существующихъ каналовъ — 155.938 руб. 11 коп., или въ годъ, въ среднемъ, 22.277 рублей.

Вопросъ о рациональности произведенныхъ Экспедиціей затратъ на осушительныя работы разбирался не разъ, но вслѣдствіе трудности собиранія и обработки конкретнаго цифроваго матеріала оставался до послѣдняго времени предположительнымъ, т.-е. не выраженнымъ въ цифрахъ, и потому, хотя благопріятный результатъ работъ и признавался почти всѣми неоспоримымъ, но могли быть и дѣйствительно были сомнѣнія въ томъ, настолько ли велики эти благопріятные результаты, чтобы окупить всѣ произведенныя на осушеніе затраты.

Сужденіе о результатахъ осушительныхъ работъ на земляхъ крестьянъ и частныхъ лицъ можетъ быть приведено и въ настоящее время, за отсутствіемъ специальныхъ изслѣдованій, только въ весьма общемъ видѣ, — именно, къ тому, что указано въ Очеркѣ



работъ Западной Экспедиціи, слѣдуетъ добавить еще рядъ цифръ изъ записки Господина Минскаго Губернатора Я. Е. Эрдели (1910 г.), иллюстрирующихъ весьма благопріятные результаты, достигнутые осушеніемъ. Такъ, при сравненіи площади неудобныхъ земель по даннымъ Центральнаго Статистическаго Комитета за 1881 годъ и по даннымъ податныхъ инспекторовъ за 1897 годъ оказывается:

неудобныхъ земель въ районѣ осушенія:

|                  | 1881 г. | 1897 г. |
|------------------|---------|---------|
| Рѣчицкій уѣздъ   | 33,4%   | 21,3%   |
| Мозырскій уѣздъ  | 33,8%   | 30,0%   |
| Бобруйскій уѣздъ | 22,4%   | 16,0%   |

неудобныхъ земель внѣ района осушенія:

|                    | 1881 г. | 1897 г. |
|--------------------|---------|---------|
| Новогрудскій уѣздъ | 7,5%    | 6,9%    |
| Минскій уѣздъ      | 7,3%    | 7,4%    |
| Пинскій уѣздъ      | 26,5%   | 28,8%   |
| Слуцкій уѣздъ      | 10,4%   | 9,6%    |

т.-е. по официальнымъ даннымъ процентъ неудобныхъ земель въ районѣ осушенія замѣтно уменьшился, тогда какъ внѣ района осушенія остался безъ измѣненія; площадь же сѣнокосовъ по тѣмъ же официальнымъ свѣдѣніямъ измѣнилась слѣдующимъ образомъ:

Въ районѣ осушенія значилось сѣнокосовъ:

|                  | 1881 г. | 1897 г. |
|------------------|---------|---------|
| Рѣчицкій уѣздъ   | 12,9%   | 21,5%   |
| Мозырскій уѣздъ  | 8,7%    | 14,3%   |
| Бобруйскій уѣздъ | 11,8%   | 19,0%   |

Внѣ района осушенія значилось сѣнокосовъ:

|                    | 1881 г. | 1897 г. |
|--------------------|---------|---------|
| Новогрудскій уѣздъ | 20,8%   | 19,2%   |
| Минскій уѣздъ      | 15,2%   | 13,0%   |
| Пинскій уѣздъ      | 18,5%   | 19,4%   |
| Слуцкій уѣздъ      | 25,9%   | 22,2%   |

т.-е. въ то время, какъ внѣ района осушенія площадь сѣнокосовъ нѣсколько уменьшилась, въ районѣ осушенія она увеличилась и, притомъ, настолько, приблизительно, насколько уменьшилась площадь неудобныхъ земель въ томъ же районѣ; это послѣднее обстоятельство указываетъ на то, что болота въ губерніи послѣ капа-лизаціи обращаются въ сѣнокосы.



Въ связи съ увеличеніемъ площади культурныхъ земель осушительныя работы въ губерніи содѣйствовали и общему подъему экономическаго благосостоянія населенія, въ частности развитію скотоводства. Согласно упомянутой записки Минскаго Губернатора Я. Е. Эрдели, до осушенія Полѣсья въ Минской губерніи имѣлось лошадей 130.000 штукъ и крупнаго рогатаго скота 463.000 штукъ, а въ 1910 году по свѣдѣніямъ Статистическаго Комитета было лошадей 379.655 штукъ и крупнаго рогатаго скота 1.064.924 штуки. Въ частности у крестьянъ до осушенія считалось лошадей 89.338 штукъ и крупнаго рогатаго скота 396.009 штукъ, въ настоящее же время имѣется лошадей 265.139 штукъ и крупнаго рогатаго скота 759.569 штукъ. При этомъ весьма характерно, что увеличеніе количества рогатаго скота отъ 2 до 4 разъ наблюдается исключительно въ тѣхъ южныхъ уѣздахъ, гдѣ производились осушительныя работы, а въ сѣверныхъ уѣздахъ количество рогатаго скота, приходящееся на дворъ, не только не увеличилось, но даже уменьшилось; количество лошадей увеличилось также гораздо болѣе значительно въ южныхъ уѣздахъ, чѣмъ въ сѣверныхъ; въ первыхъ оно увеличилось въ 2—3 раза, а во вторыхъ почти не измѣнилось.—

Увеличеніе количества скота отразилось, въ свою очередь, на повышеніи урожайности земель, что обнаруживается очень замѣтно въ тѣхъ уѣздахъ, гдѣ производились осушительныя работы.

Такъ урожай ржи составилъ <sup>1)</sup>:

Надѣльныя земли:

|                        | 1883—87 г. самъ | 1895—99 г. самъ |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| Рѣчицкій уѣздъ         | 3,8             | 4,4             |
| Мозырскій уѣздъ        | 4,1             | 4,3             |
| Бобруйскій уѣздъ       | 3,5             | 3,9             |
| среднее же по губерніи | 3,9             | 4,1             |

т.-е. урожай возросъ по счету на „самъ“ въ районѣ канализаціи въ среднемъ на 0,4, а во всей губерніи на 0,2. Осушительныя работы, создавъ совершенно новыя цѣнности изъ непродуцательныхъ до того земель, увеличили общее благосостояніе государства на нѣсколько милліоновъ рублей.

<sup>1)</sup> Ястремскій. Свѣдѣнія Податныхъ Инспекторовъ 1903 г., стр. 108.



О результатах осушительных работ в казенных дачах Минской губернии, послѣ произведеннаго въ 1910 году спеціальнаго изслѣдованія этого вопроса гидротехническою частью при Минскомъ Управленіи Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, имѣются теперь достаточно точныя цифровыя данныя, представленныя въ Центральныя Учрежденія Главнаго Управленія Землеустройства и Земледѣлія<sup>1)</sup>. Для этой цѣли были обработаны годовые отчеты Лѣсничихъ за послѣднія 39 лѣтъ, начиная съ 1871 года. За этотъ періодъ какъ форма отчетовъ, такъ и составъ лѣсничествъ и дачъ неоднократно мѣнялись. Въ 1871 году общая площадь казенныхъ земель въ Минской губерніи, состоявшихъ въ единственномъ владѣніи казны, составляла 693.883 дес., а вмѣстѣ со спорными 951.303 дес. и была распределѣна по 13 лѣсничествамъ; въ 1881 году—667.504 дес., а со спорными 843.032 дес., при 15 лѣсничествахъ; въ 1891 году вмѣстѣ со спорными состояло 801.968 дес., при 18 лѣсничествахъ; въ 1901 году въ единственномъ владѣніи казны состояло 553.684 дес. при 28 лѣсничествахъ, и въ 1909 году въ единственномъ владѣніи казны было 554.257 дес. при 32 лѣсничествахъ. Въ 1898 году четыре Борисовскихъ лѣсничества, площадью около 140.000 дес., перечислены въ Великокняжескія имѣнія.

Составъ дачъ оставался за то же время болѣе постояннымъ и потому въ вычисленіяхъ положена въ основу доходность не лѣсничествъ, а дачъ. Всѣ дачи, доходность и составъ которыхъ можно было прослѣдить съ 1871 года, вошли, за единичными, обнаружившимися впослѣдствіи, случайными пропусками, въ нижепомѣщаемыя вычисленія и разбиты на двѣ группы.

Въ первую группу помѣщены 24 дачи, затронутыя канализаціей, именно; Луинецъ-Дятловичская, Автютевичская, Зеленоцкая, Шицкая, Слаунская, Тонежская, Фастовичская, Колковская, Грабье-Нестановичская, Брицаловичская, Домбровская, Залужская, Яминская, Чабусская, Лапичская, Цѣльская, Любешовская, Туровская 1-ая, Загальско-Настольская, Василевичская, Мохоѣдовская, Городецкая, Брожская 1-ая и Брожская 2-ая. Общая площадь ихъ въ 1909 году составляла 268.900 десятинъ, изъ коихъ 177.682 дес., или 66 проц., удобной лѣсной земли.

<sup>1)</sup> А также отпечатанныя отдѣльной брошюрой на правахъ рукописи „Экономическіе результаты осушительныхъ работъ въ казенныхъ дачахъ Минской губерніи“, составленной А. Дубахомъ.



Во вторую группу помещены 23 неканализованных дачи: Эсьмонская, Пыпачская, Велятичская Богдановская, Вёсницкая, Гаинская, Вилейская, Славовичская, Желёзницкая, Стаховская, Новодворско-Купятичская, Даниловичская, Любоничская, Панюшковичская, Гребенская, Вольманская, Тартакская, Велико-Колпеницкая, Погоненская, Озерцизнянская, Туровская 2-ая, Багримовичская и Каленковичская. Иные изъ перечисленныхъ дачъ затронуты канализаціей, но не настолько, чтобы считаться канализованными (Каленковичская, Озерцизнянская, Туровская 2-ая).

Общая площадь дачъ второй группы въ 1909 году составляла 149.668 дес., изъ коихъ удобной лѣсной земли 108. 326 дес., или 73 проц.

Въ обѣ группы равномерно попадаютъ дачи какъ съ самыми благоприятными условіями сбыта, такъ и съ неблагоприятными.

Вліяніе канализаціи казенныхъ дачъ въ Минской губерніи на ихъ доходность выражается, помимо сопутствующаго увеличенія цѣнности земли, въ 4-хъ видахъ:

- 1) увеличивается кубич. объемъ ежегоднаго отпуска древесной массы.
- 2) Увеличивается цѣна единицы объема отпускаемой древесной массы.
- 3) Повышается доходность отъ сѣнокошенія,
- 4) Поступаетъ сборъ за сплавъ лѣса по каналамъ.

#### 1.

Проведенные по казеннымъ лѣснымъ дачамъ осушительные каналы вызвали увеличеніе отпуска древесной массы изъ дачъ, такъ какъ:

во-1-хъ, открылся сбытъ лѣса по сплавнымъ каналамъ съ громадныхъ площадей тамъ, гдѣ ранѣе, за отсутствіемъ или дальностью путей сообщенія, сбыта вовсе не было,

во-2-хъ, увеличился приростъ существовавшихъ лѣсныхъ насажденій, поставленныхъ съ устройствомъ каналовъ въ болѣе благоприятныя въ водномъ отношеніи условія роста,

въ-3-хъ, увеличилась лѣсная площадь за счетъ голыхъ, затопленныхъ водою пространствъ, такъ какъ такія пространства съ проведеніемъ каналовъ покрылись лѣсными насажденіями.



въ-4-хъ, пріостановился процессъ заболачиванія смежныхъ съ болотами суходоловъ и тѣмъ предохранилась нѣкоторая площадь цѣнныхъ лѣсовъ отъ заболачиванія и гибели.

Большій ростъ отпуска древесной массы изъ канализованныхъ дачъ по сравненію съ дачами неканализованными выражается слѣдующей таблицей.

| ПЕРІОДЪ.  | Средній годовой отпускъ древес.<br>массы съ 1 дес. лѣсной площади. |                         |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|           | Изъ канализов.<br>дачъ.                                            | Изъ неканализ.<br>дачъ. |
| 1871—1880 | 0,038 куб. саж.                                                    | 0,040 куб. саж.         |
| 1881—1890 | 0,088 " "                                                          | 0,076 " "               |
| 1891—1900 | 0,248 " "                                                          | 0,205 " "               |
| 1901—1910 | 0,745 " "                                                          | 0,732 " "               |

Изъ таблички видно, что отпускъ лѣса за періодъ 1871-1880 г. былъ меньше въ дачахъ первой группы на 0,002 куб. саж. съ десятины, чѣмъ въ дачахъ второй группы, а затѣмъ, послѣ устройства канализаціи, сталъ въ дачахъ первой группы больше, чѣмъ во второй, не затронутой канализаціей.

Принявъ ростъ отпуска древесной массы съ 1 десятины въ дачахъ неканализованныхъ за нормальный, мы имѣли бы слѣдующіе вѣроятные отпуска древесины въ дачахъ нынѣ канализованныхъ, если бы онѣ не были канализованы, т.-е. если бы ростъ отпуска древесины изъ нихъ былъ бы нормальный:

| ПЕРІОДЫ.    | Дѣйствительный годовой<br>отпускъ древесины<br>изъ канализ. дачъ<br>съ 1 дес. | Вѣроятный годовой<br>отпускъ древесины изъ<br>тѣхъ же дачъ, при от-<br>сутств. канализ.,<br>съ 1 дес. | Разность.     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1871 — 1880 | 0,038 куб. саж.                                                               | 0,038 куб. саж.                                                                                       | 0,0 куб. саж. |
| 1881 — 1890 | 0,088 " "                                                                     | 0,074 " "                                                                                             | 0,014 " "     |
| 1891 — 1900 | 0,248 " "                                                                     | 0,203 " "                                                                                             | 0,045 " "     |
| 1901 — 1910 | 0,745 " "                                                                     | 0,732 " "                                                                                             | 0,013 " "     |

Вычисленные разности между дѣйствительнымъ и вѣроятнымъ отпускомъ древесной массы съ 1 десятины, или разность роста отпуска въ дачахъ канализованныхъ и неканализованныхъ слѣ-



дуетъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, приписать вліянію канализаціи (увеличеніе лѣсной площади, прироста и эксплуатація равѣе недоступныхъ участковъ).

Умножая разность роста отпусковъ съ 1 десятины на среднюю годовую за періодъ площадь канализованныхъ дачъ, получаемъ годовые излишки отпуска лѣса, получившіеся благодаря устройству канализаціи.

| ПЕРІОДЪ.  | Площадь канализован. дачъ<br>(Средн. за періодъ). | Излишекъ годового отпуска куб. саж. | Излишекъ отпуска за періодъ. |
|-----------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1871—1880 | 199425 дес.                                       | —                                   | —                            |
| 1881—1890 | 196126 „                                          | 2745 к. с.                          | 27450 к. с.                  |
| 1891—1900 | 205232 „                                          | 9235 „                              | 92350 „                      |
| 1901—1910 | 174788 „                                          | 2622 „                              | 26220 „                      |

Умножая за каждый періодъ излишекъ роста отпуска лѣса изъ дачъ канализованныхъ на соотвѣтствующія каждому періоду среднія цѣны 1 куб. саж. древесной массы въ канализованныхъ дачахъ, получимъ суммы, перевырученныя отъ увеличенной, сравнительно съ нормальнымъ ростомъ, продажи лѣса въ канализованныхъ дачахъ, благодаря устройству каналовъ:

| ПЕРІОДЫ.  | Излишекъ отпуска. | Средн. стоим. 1 куб. саж. | Перевырученныя суммы. |
|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1881—1870 | —                 | —                         | —                     |
| 1881—1890 | 27450 к. с.       | 5,71 руб.                 | 156.740 руб.          |
| 1891—1900 | 92350 „           | 7,18 „                    | 663.073 „             |
| 1901—1910 | 26220 „           | 7,62 „                    | 207.400 „             |

Всего 1.028.137 руб.

перевыручено вслѣдствіе большаго роста отпуска древесной массы изъ канализованныхъ, чѣмъ изъ дачъ неканализованныхъ.

## 2.

Проведенные каналы послужили сплавными путями для отпускаемаго изъ дачъ лѣса, а также, осушивъ дачи, облегчили и обычную конную вывозку матеріала, открывъ такимъ образомъ доступъ на такіе участки, которые до устройства канализаціи



эксплоатироваться не могли. Бесплатный сплавъ лѣса, купленнаго изъ казенныхъ дачъ, и облегченіе конной вывозки его учитываются покупателями и должны выражаться въ увеличеніи цѣны 1 куб. саж. отпускаемой древесной массы. Поэтому стоимость 1 куб. саж. древесной массы въ дачахъ канализованныхъ должна расти, вообще говоря, быстрѣе, чѣмъ въ дачахъ неканализованныхъ; эта разница въ ростѣ цѣны 1 куб. саж. древесины, если она обнаруживается, должна быть приписана вліянію канализаціи. Въ нижеслѣдующихъ вычисленіяхъ обнаружено, что эта разница дѣйствительно существуетъ и благодаря ей переполучено на продажѣ лѣса изъ канализованныхъ дачъ 1661.455 рублей.

Ростъ цѣны 1 куб. саж. отпускавшейся древесной массы выражается въ слѣдующихъ цифрахъ:

| ПЕРІОДЪ.    | Стоимость 1 куб. саж. древесины. |                              |
|-------------|----------------------------------|------------------------------|
|             | Въ дачахъ канализованныхъ.       | Въ дачахъ неканализованныхъ. |
| 1871 — 1880 | 5,23 рубля                       | 6,14 рубля                   |
| 1881 — 1890 | 5,71 "                           | 5,70 "                       |
| 1891 — 1900 | 7,19 "                           | 7,05 "                       |
| 1901 — 1910 | 7,91 "                           | 7,70 "                       |

За періодъ до устройства канализаціи (1871—1880 г.) цѣна 1 куб. саж. отпускавшейся древесной массы изъ дачъ первой группы была меньше, чѣмъ изъ дачъ второй группы; въ слѣдующее десятилѣтіе, когда начался сплавъ лѣса по каналамъ, цѣна сравнялась, а затѣмъ даже превысила, т.-е. условія сбыта въ дачахъ канализованныхъ съ теченіемъ времени оказались болѣе благопріятными, чѣмъ въ группѣ дачъ неканализованныхъ, тогда какъ раньше было наоборотъ. (Среди неканализованныхъ дачъ имѣются и нынѣ такія, изъ которыхъ вывозка матеріала возможна только зимою и на дальнее разстояніе за отсутствіемъ сплавныхъ каналовъ.)

Принявъ ростъ цѣны 1 куб. саж. древесной массы въ дачахъ неканализованныхъ за нормальный, мы имѣли бы слѣдующія вѣроятныя цѣны въ дачахъ, нынѣ канализованныхъ, если бы онѣ не были канализованы, т.-е. если бы и въ нихъ ростъ былъ бы нормальный:



| ПЕРІОДЫ.  | Дѣйствительная<br>цѣна 1 куб. саж.<br>древесины въ ка-<br>нализованныхъ<br>дачахъ. | Вѣроятная цѣна<br>1 куб. саж. древ.<br>въ тѣхъ же да-<br>чахъ при отсут-<br>ствіи канализ. | Разность |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1871—1880 | 5,23 руб.,                                                                         | 5,23 руб.                                                                                  | 0,0 руб. |
| 1881—1890 | 5,71 „                                                                             | 4,85 „                                                                                     | 0,86 „   |
| 1891—1900 | 7,19 „                                                                             | 5,39 „                                                                                     | 1,20 „   |
| 1901—1910 | 7,91 „                                                                             | 6,55 „                                                                                     | 1,36 „   |

Вычисленные разности между дѣйствительной и вѣроятной цѣной 1 куб. саж. древесной массы, или разности повышенія цѣны 1 куб. саж. древесной массы въ дачахъ канализованныхъ и неканализованныхъ, слѣдуетъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, приписать вліянію канализаціи (облегченіе вывозки матеріала и возможность сплава его по каналамъ).

Умножая разность повышенія цѣны 1 куб. саж. на средній вѣроятный, за періодъ годовой отпускъ древесины изъ нынѣ канализованныхъ дачъ, если бы онѣ канализованы не были, получимъ сумму, перевырученную изъ канализованныхъ дачъ, благодаря большому росту цѣны 1 куб. саж. древесной массы въ нихъ:

| ПЕРІОДЫ.  | Вѣроятный средній го-<br>довой отпускъ древесины<br>за періодъ изъ канали-<br>зов. дачъ, если бы онѣ<br>не были канализованы. | Годовая пере-<br>выручка въ ка-<br>нализованныхъ<br>дачахъ. | Перевыручка за<br>періодъ. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1871—1880 | 7.664 куб. с.                                                                                                                 | —                                                           | —                          |
| 1881—1890 | 14.513 „                                                                                                                      | 12.481 руб.                                                 | 124.810 руб.               |
| 1891—1900 | 41.662 „                                                                                                                      | 49.994 „                                                    | 499.940 „                  |
| 1901—1910 | 121.618 „                                                                                                                     | 168.120 „                                                   | 1.681.200 „                |
|           |                                                                                                                               |                                                             | Всего 2.305.950 „          |

перевыручено вслѣдствіе большого роста цѣны на древесную массу въ дачахъ канализованныхъ, чѣмъ въ дачахъ неканализованныхъ.

### 3.

Трудно или вовсе недоступныя ранѣе, вслѣдствіе затопленія водою, болота, не дававшія никакого дохода или крайне малый, обратились съ проведеніемъ каналовъ въ сѣнокосныя угодія съ



ежегоднымъ доходомъ 1—5 рублей съ десятины, благодаря чему ростъ доходности отъ сѣнокошенія въ районѣ канализаціи (уѣзды Мозырскій, Рѣчицскій, Бобруйскій) значительно опережаетъ ростъ ея въ неканализованныхъ районахъ (уѣзды Пинскій, Новогрудскій, Минскій, Борисовскій, Слуцкій, Игуменскій, что рѣзко обнаруживается изъ слѣдующей таблицы.

Получено за сдачу сѣнокосовъ въ казенныхъ дачахъ  
въ среднемъ въ годъ.

| ПЕРИОДЪ.  | Въ 3-хъ канализованныхъ уѣздахъ. | Въ 6 неканализованныхъ уѣздахъ. | Сравнительный ростъ дохода. |                         |
|-----------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
|           |                                  |                                 | канализованные уѣзды.       | неканализованные уѣзды. |
| 1871—1875 | 1966 руб.                        | 1435 руб.                       | 1                           | 1                       |
| 1876—1880 | 5956 "                           | 2818 "                          | 3,03                        | 1,96                    |
| 1881—1885 | 15901 "                          | 3100 "                          | 8,09                        | 2,25                    |
| 1886—1890 | 30661 "                          | 2519 "                          | 15,60                       | 1,81                    |
| 1891—1895 | 35820 "                          | 2593 "                          | 18,22                       | 1,86                    |
| 1896—1900 | 31246 "                          | 3856 "                          | 15,89                       | 2,69                    |
| 1901—1905 | 46297 "                          | 4794 "                          | 23,55                       | 3,35                    |
| 1906—1910 | 44482 "                          | 3831 "                          | 26,63                       | 3,75                    |

Ростъ дохода отъ сѣнокошенія въ уѣздахъ, не затронутыхъ канализаціей, вызванъ нормальнымъ вздорожаніемъ сѣна и правильно допустить, что и въ четырехъ нынѣ канализованныхъ уѣздахъ ростъ дохода отъ сѣнокошенія въ казенныхъ дачахъ былъ бы таковъ же, если бы канализаціи устроено не было, т.-е.

|              |      |   |      |   |      |                |
|--------------|------|---|------|---|------|----------------|
| 1871—1875 г. | 1966 | × | 1    | = | 1966 | рубля въ годъ. |
| 1876—1880 "  | 1966 | × | 1,96 | = | 3853 | " "            |
| 1881—1885 "  | 1966 | × | 2,25 | = | 4424 | " "            |
| 1886—1890 "  | 1966 | × | 1,81 | = | 3558 | " "            |
| 1891—1895 "  | 1966 | × | 1,86 | = | 3657 | " "            |
| 1896—1900 "  | 1966 | × | 2,69 | = | 5289 | " "            |
| 1901—1905 "  | 1966 | × | 3,35 | = | 658  | " "            |
| 1906—1910 "  | 1966 | × | 3,75 | = | 7373 | " "            |

Вычитая вычисленный вѣроятный годовой доходъ изъ дѣйствительно полученнаго дохода отъ сѣнокошенія въ канализованныхъ уѣздахъ, опредѣлимъ тотъ излишекъ дохода, который врученъ благодаря произведенному осушенію.



| ПЕРІОДЪ.  | Дѣйствительно                         | Вѣроятное посту-                                                    | Разность   |             |
|-----------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|-------------|
|           | получалось въ<br>среднемъ въ<br>годъ. | пленіе дохода безъ<br>устройства кана-<br>лиз. въ сред. въ<br>годъ. | за 1 годъ. | за періодъ. |
| 1871—1875 | 1966 руб.                             | 1966 руб.                                                           | 0          | 0           |
| 1876—1880 | 5956 „                                | 3853 „                                                              | 2103       | 10515       |
| 1881—1885 | 15901 „                               | 4424 „                                                              | 11477      | 57385       |
| 1886—1890 | 30661 „                               | 3558 „                                                              | 27103      | 135515      |
| 1891—1895 | 35820 „                               | 3657 „                                                              | 32163      | 160815      |
| 1896—1900 | 31246 „                               | 5289 „                                                              | 25957      | 129785      |
| 1901—1905 | 46297 „                               | 6586 „                                                              | 39711      | 198555      |
| 1906—1910 | 44482 „                               | 7873 „                                                              | 37109      | 185545      |

Всего 878.115 руб.

перевыручено за сдачу въ аренду сѣнокосовъ, благодаря канализаціи ихъ, не принимая во вниманіе доходности служебныхъ земель, въ составъ которыхъ входятъ лучшіе сѣнокосные участки; такъ, въ 1909 году площадь служебныхъ земель въ губерніи занимала 14161 десятину, въ томъ числѣ въ 4-хъ уѣздахъ, затронутыхъ канализаціей, 9173 десят., которыя при сдачѣ, въ аренду, давали бы не менѣе 4—5 рублей дохода въ годъ. Помимо того, осушенные сѣнокосы въ казенныхъ дачахъ не даютъ еще того дохода, который они могли бы дать, если бы эксплуатировались отдачей въ аренду не въ однолѣтнюю, при которой сѣмщикъ не заинтересованъ даже въ вырубкѣ появляющагося кустарника, а въ аренду многолѣтнюю, и притомъ дѣлянками площадью не въ 50—70 десятинъ, а въ 5—10 десятинъ; при настоящемъ же порядкѣ эксплуатаціи сѣнокосовъ, площадь ихъ, вслѣдствіе зарастанія кустарникомъ не сданныхъ почему-либо на годъ-два участковъ, не увеличивается, а уменьшается, вслѣдствіе чего начинается падать и общая доходность отъ сѣнокосенія въ казенныхъ дачахъ губерніи.

#### 4.

Устройство крупныхъ магистральныхъ каналовъ дало возможность казнѣ взыскивать ежегодно особую плату за сплавъ лѣсныхъ матеріаловъ изъ частныхъ лѣсовъ съ тѣхъ владѣльцевъ, которые не принимали участія въ расходахъ казны по проведенію каналовъ; плата эта за время 1878 по 1910 годъ соста-



вила 233.470 рублей. Сплавъ лѣса изъ казенныхъ дачъ производится бесплатно.

Существенное значеніе сплава лѣса по осушительнымъ каналамъ Минской губерніи видно изъ того, что за десятилѣтіе съ 1903 по 1912 годы включительно сплавлялось по каналамъ лѣса въ среднемъ на одинъ миллионъ рублей въ годъ (922 859 руб.).

Полагая, что около 25% лѣсного матеріала прошло не зарегистрированнымъ, исчисляемъ, что всего въ 1914 году по казеннымъ каналамъ Минской губерніи сплавлено лѣса на полтора миллиона рублей, по среднимъ цѣнамъ на пристаняхъ въ г. Бобруйскѣ и Мозырѣ.

Суммируя полученныя отъ эксплуатаціи канализованныхъ дачъ губерніи перевыручки доходовъ благодаря канализаціи по сравненію съ доходами, которыхъ слѣдовало бы ожидать при ея отсутствіи, по всѣмъ четыремъ перечисленнымъ выше категоріямъ (увеличеніе отпуска и цѣны кубическаго объема древесины, повышеніе арендной платы за сѣнокосы и поступления за сплавъ лѣса), обнаруживаемъ, что общая перевыручка доходовъ составила за 1871—1910 г. уже около 4.444.748 рублей; за послѣднее же десятилѣтіе (1901—1910) эта перевыручка составляла въ среднемъ въ годъ 236.000 рублей, что даетъ, при исчисленной выше затратѣ на устройство 1385 верстъ каналовъ проходящихъ въ предѣлахъ канализованныхъ дачъ, въ 949.310 рублей, не считая накладныхъ расходовъ, около 24% на затраченный капиталъ и 15,8% на затраченный капиталъ вмѣстѣ со всѣми накладными расходами.

При поддержаніи каналовъ въ исправномъ состояніи, указанный % доходности долженъ въ слѣдующія десятилѣтія возрасти, такъ какъ, при 80-ти лѣтнемъ оборотѣ рубки, вліяніе увеличенія прироста древесины нынѣ не могло еще сказаться въ полной мѣрѣ. Кроме того, при исчисленіи увеличенія доходности не принять въ вниманіе еще доходъ отъ служебныхъ земель, образованныхъ изъ осушенныхъ болотъ, который хотя и не поступаетъ непосредственно въ казну, но служить добавочнымъ содержаніемъ казенной лѣсной стражи и администраціи; затѣмъ, не принято также во вниманіе весьма существенное увеличеніе, благодаря устройству канализаціи, цѣнности казенныхъ лѣсныхъ и луговыхъ земель, каковое увеличеніе реализуется при отчужденіи казенныхъ земель въ земельный фондъ для продажи сельскому населенію.



Обработка актовъ по перечету лѣсныхъ матеріаловъ, сплавлен-  
ныхъ весною 1914 года по казеннымъ осушительно-сплавнымъ  
каналамъ Минской губерніи даетъ нижеслѣдующія цифры:

| НАИМЕНОВАНИЕ КАНАЛА<br>И УѢЗДА.                     | Качалокъ и<br>брусевъ. | С в а й. | Брусковъ.<br>Шланцевъ. | Болванокъ и<br>бревенъ. | Кряжей и теле-<br>графныхъ стол-<br>бовъ. | Датъ и друч-<br>евъ. | Ширококопесн.<br>шпалъ. | Узкокопесныхъ<br>шпалъ. | Дрова и мало-<br>мѣри. кусковъ. | Стоимость лѣса. |
|-----------------------------------------------------|------------------------|----------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|
|                                                     | Ш т у к ъ.             |          |                        |                         |                                           | Паръ.                | ком. изъ 6 ш.           |                         | к. с.                           | Руб.            |
| Найдо-Вѣлевскій, Мозыр-<br>скаго уѣзда. . . . .     | 19515                  | —        | 3390                   | —                       | —                                         | —                    | 2167                    | —                       | 40                              | 171637          |
| Брожскій, Бобруйскаго у.                            | 13165                  | 6390     | —                      | 6700                    | 12750                                     | 3400                 | 800                     | —                       | —                               | 162792          |
| Тремля, Мозырск. уѣзда.                             | 5680                   | —        | 1327                   | 6726                    | 13026                                     | 9363                 | 2804                    | —                       | 1065                            | 119109          |
| Разн. канал. въ р. Ствигу,<br>Мозырскаго уѣзда. . . | 1253                   | 319      | 9679                   | 11978                   | 9634                                      | —                    | 7000                    | —                       | —                               | 118435          |
| Свиноводы, Мозырск. у.                              | 4514                   | —        | 2055                   | 6365                    | 23551                                     | 1310                 | 3519                    | 1012                    | 70                              | 105578          |
| Ведричъ, Рѣчицкаго уѣзда                            | 7841                   | 4590     | 108                    | 1358                    | 53                                        | —                    | 102                     | —                       | 297                             | 93543           |
| Мохоѣдовскій, Рѣчицк. у.                            | 3917                   | —        | 4098                   | 2486                    | 7986                                      | 14775                | 531                     | —                       | 1248                            | 91641           |
| Кухощковольскій, Пинск. у.                          | 321                    | —        | 6295                   | 3440                    | 3700                                      | 370                  | 4567                    | 737                     | 34                              | 64939           |
| Иппа, Рѣчицкаго уѣзда .                             | 1820                   | 421      | 1167                   | 2392                    | 6279                                      | 965                  | 1885                    | 214                     | 315                             | 52704           |
| Славковичскій. Бобруйск. у.                         | 2276                   | 1528     | 1064                   | 1225                    | 5588                                      | 443                  | 1519                    | —                       | 156                             | 52193           |
| Лисса, Бобруйскаго уѣзда.                           | 5066                   | 600      | —                      | 1955                    | —                                         | —                    | —                       | —                       | 78                              | 40990           |
| Закованка, Рѣчицскаго у.                            | 2275                   | 2500     | 20                     | 700                     | 1050                                      | 200                  | 175                     | —                       | —                               | 36429           |
| Ратмировичскій, Бобруй-<br>скаго уѣзда . . . . .    | 3750                   | 850      | —                      | —                       | 800                                       | —                    | —                       | —                       | —                               | 29875           |
| Крушинный, Мозырскго у.                             | 3108                   | —        | 1217                   | 306                     | —                                         | —                    | 792                     | —                       | —                               | 27767           |
| Разн. кан. въ р. Уборть,<br>Мозырскаго уѣзда . .    | 812                    | —        | 3283                   | 599                     | —                                         | 127                  | 649                     | —                       | —                               | 18793           |
| Вить, Рѣчицкаго уѣзда .                             | 350                    | —        | 1012                   | —                       | 450                                       | 322                  | —                       | —                       | 445                             | 17749           |
| Куридичскій. Мозырск. у.                            | —                      | —        | 990                    | 185                     | —                                         | —                    | —                       | —                       | 467                             | 15941           |
| Синій, Игуменскаго уѣзда.                           | 1023                   | —        | —                      | —                       | 2604                                      | —                    | —                       | —                       | —                               | 9393            |
| Брагинка, Рѣчицкаго у. .                            | 315                    | —        | 120                    | —                       | 1144                                      | 3912                 | 222                     | —                       | 27                              | 7082            |
| Болочанка, Игуменскаго у.                           | 178                    | —        | 25                     | 85                      | 785                                       | —                    | 100                     | —                       | 80                              | 5374            |
| Жердь, Рѣчицкаго уѣзда.                             | 581                    | 22       | —                      | —                       | —                                         | —                    | —                       | —                       | 56                              | 3419            |
| Свѣдь, Рѣчицкаго уѣзда .                            | 76                     | 34       | —                      | —                       | —                                         | —                    | —                       | —                       | 7                               | 907             |
|                                                     |                        |          |                        |                         |                                           |                      |                         |                         |                                 | 1.246.290 руб.  |



Разсматривая же произведенныя затраты на осушительныя работы и экономическіе результаты ихъ съ точки зрѣнія не частнаго, а государственнаго хозяйства, нельзя не признать, что экономическое значеніе ихъ для государства еще значительно болѣе исчисленной выше непосредственной выгоды, такъ какъ, во-первыхъ, произведенныя работы, по характеру своему, не требовали никакой затраты на матеріалъ и потому почти весь произведенный расходъ на работы пошелъ въ руки землекопцовъ-крестьянъ, а во-вторыхъ, увеличившійся отпускъ лѣса далъ мѣстному населенію ежегодный увеличенный заработокъ на рубкѣ, вывозкѣ и сплаву лѣса, а увеличившаяся площадь сѣнокосовъ дала тому же населенію возможность какъ самому арендовать ихъ съ выгодой для себя, такъ и имѣть заработокъ при уборкѣ части этихъ сѣнокосовъ, снимаемыхъ лицами со стороны.

Выясненіе вліянія осушительныхъ работъ въ Полѣсѣ спеціально на доходность казенныхъ лѣсовъ было предметомъ обсуждения въ „Комиссіи 1897—1898 года по изслѣдованію экономическаго значенія осушительныхъ работъ въ Полѣсѣ“, состоявшей подъ предсѣдательствомъ Управляющаго Минской Контрольной Палатой г-на Коваленко.

Въ журналѣ засѣданія комиссіи 3 и 4 октября 1898 года г-омъ предсѣдателемъ доложены были свѣдѣнія о доходности казенныхъ лѣсовъ Минской губерніи за 17-ти лѣтній періодъ времени 1881—1897 г. отдѣльно въ дачахъ, получившихъ канализацію, съ одной стороны, и во всѣхъ вообще лѣсныхъ дачахъ, съ другой стороны. Приводимъ таблицу цѣликомъ:

#### Доходъ отъ лѣса въ тысячахъ рублей.

|           | Дача съ канализаціей. | Всѣ вообще дачи. |
|-----------|-----------------------|------------------|
| 1881 годъ | 52 тыс. руб.          | 115 тыс. руб.    |
| 1882 „    | 42 „                  | 84 „             |
| 1883 „    | 70 „                  | 136 „            |
| 1884 „    | 90 „                  | 217 „            |
| 1885 „    | 77 „                  | 188 „            |
| 1886 „    | 157 „                 | 277 „            |
| 1887 „    | 213 „                 | 254 „            |
| 1888 „    | 195 „                 | 313 „            |
| 1889 „    | 152 „                 | 305 „            |
| 1890 „    | 132 „                 | 270 „            |



|           |                |                |
|-----------|----------------|----------------|
| 1891 годъ | 223 тыс. руб.  | 302 тыс. руб.  |
| 1892 "    | 272 "          | 358 "          |
| 1893 "    | 156 "          | 265 "          |
| 1894 "    | 158 "          | 381 "          |
| 1895 "    | 220 "          | 404 "          |
| 1896 "    | 352 "          | 699 "          |
| 1897 "    | 629 "          | 1175 "         |
|           | <u>3.190</u> " | <u>5.743</u> " |

Какъ видно изъ протокола Комиссии, Предсѣдатель высказалъ при этомъ слѣдующее: „Такъ какъ по приведеннымъ свѣдѣніямъ доходность по отдѣльнымъ годамъ отъ лѣсовъ тѣхъ и другихъ дачъ почти одинакова, то изъ нея трудно что-либо заключить о вліяніи осушки на лѣсное хозяйство въ канализованныхъ дачахъ“. На это членъ Комиссии Ф. Н. Ястремскій замѣтилъ, что по его соображеніямъ выходитъ напротивъ: если доходность идетъ параллельно въ той и другой группѣ дачъ, то это доказываетъ, что осушенные дачи поставлены уже въ такія условія, какъ и остальные дачи, между которыми почти нѣтъ уже заболоченныхъ. Остальные Члены Совѣщанія присоединились къ мнѣнію г-на Ястремскаго.

Между тѣмъ, анализъ приведенной таблицы даетъ положительные результаты. Подсчитывая доходность по періодамъ, находимъ:

| Періоды.                             | 1.<br>Дачи канализ. | 2.<br>Всѣ вообще дачи. | Дачи неканализован.<br>(Вычислено, какъ раз-<br>ность между 2 и 1). |
|--------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Выручено за лѣсъ въ тысячахъ рублей. |                     |                        |                                                                     |
| 1881 — 1885                          | 331 тыс. руб.       | 740 тыс. руб.          | 409 тыс. руб.                                                       |
| 1886 — 1890                          | 849 "               | 1419 "                 | 670 "                                                               |
| 1891 — 1897                          | 2010 "              | 3584 "                 | 1574 "                                                              |

Принявъ доходность за первое пятилѣтіе въ дачахъ канализованныхъ за единицу, получаемъ слѣдующую таблицу роста доходности дачъ:

| Періоды.    | ВЪ ДАЧАХЪ.   |                |
|-------------|--------------|----------------|
|             | Канализован. | Неканализован. |
| 1881 — 1885 | 1            | 1              |
| 1886 — 1890 | 2,6          | 1,6            |
| 1891 — 1897 | 6,1          | 3,85           |



Изъ приведенной существенно важной таблицы ясно обнаруживается, что ростъ доходности отъ лѣса въ канализованныхъ дачахъ былъ значительно выше, чѣмъ въ неканализованныхъ. Такъ какъ безъ устройства канализаціи въ дачахъ первой группы, нынѣ канализованныхъ, ростъ доходности былъ бы одинаковъ съ таковымъ же въ дачахъ и нынѣ неканализованныхъ, то вѣроятная доходность дачъ первой группы, при отсутствіи канализаціи, была бы:

|                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| 1881 — 1885 г.г. | 331 × 1 = 331 тыс. рублей |
| 1886 — 1890 „    | 331 × 1,6 = 530 „         |
| 1891 — 1897 „    | 331 × 3,85 = 1274 „       |

Вычитая вычисленную вѣроятную доходность канализованныхъ дачъ, если бы онѣ не были канализованы, изъ дѣйствительно полученнаго дохода, получаемъ тотъ излишекъ дохода, который полученъ казною до 1897 г., благодаря устройству канализаціи:

|                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| 1881 — 1885 г.г. | 331 — 331 = 0 тыс. рублей  |
| 1886 — 1890 „    | 849 — 530 = 319 „          |
| 1891 — 1897 „    | 2010 — 1274 = <u>736</u> „ |

Всего перевыручено 1055 тысячъ рублей.

Такимъ образомъ, еще въ 1898 году вліяніе канализаціи на повышеніе доходности казенныхъ лѣсовъ Минской губерніи за періодъ 1881—1897 можно было бы опредѣлить достаточно точно.

## Результаты осушительныхъ работъ въ Раменской казенной дачѣ, Московской губерніи.

Раменская дача, общей площадью 13.143 десятины, расположена въ Дмитровскомъ уѣздѣ вблизи рѣки Волги. Она заключена въ пространство между тремя рѣками; на сѣверѣ ея протекаетъ р. Дубна, впадающая въ Волгу, на западѣ притокъ р. Дубны р. Сестра и на югѣ притокъ этой послѣдней р. Яхрома. Изъ дачи вытекаетъ нѣсколько рѣчекъ, изъ которыхъ болѣе значительная рѣка Куйменка, текущая на сѣверъ и впадающая въ р. Дубну. Всѣ рѣчки были совершенно заболочены; осушительными работами онѣ канализованы.

Дача имѣетъ кольцообразную форму и заключаетъ въ себѣ значительное количество довольно крупныхъ селеній, какъ, на примѣръ, с. Раменье, Борцово, Карамышево и др. Мѣстность во-



кругъ дачи также густо заселена, а въ 45 верстахъ отъ нея на берегу Волги расположено большое торговое село Кимры.

Такимъ образомъ условія сбыта лѣсного матеріала очень хороши; окружающія дачу рѣчки всѣ сплавныя, а р. Дубна даже судоходна. Между тѣмъ до восьмидесятихъ годовъ сбыта лѣсного матеріала почти не было. Вслѣдствіе заболоченности дачи и отсутствія лѣсовозныхъ дорогъ въ дачу трудно было проникнуть и, кромѣ того, лѣсонасажденія, страдая отъ избытка влаги, въ большей своей части были крайне истощены.

По лѣсоустроительному отчету 1876 года въ дачѣ числилось 5.204 дес. болотъ; на остальной же площади значительная часть лѣса произрастала на мокрой и мѣстами заболоченной площади. Большая часть лѣса состоитъ изъ сосны и ели. Имѣющіяся же мѣстами лиственныя насажденія состоятъ изъ смѣси осины и березы. Во многихъ случаяхъ хорошія насажденія, годныя для эксплуатаціи, находятся въ видѣ острововъ среди болотъ и такимъ образомъ были до осушенія болотъ недоступны.

Въ томъ же лѣсоустроительномъ отчетѣ 1876 года указывалась необходимость для созданія сбыта лѣса „осушить болота и проложить дороги“.

Въ 1883 году бывшая Западная Экспедиція по осушенію болотъ приступила къ осушкѣ этой дачи и уже въ 1889 году, когда главные магистральные каналы были проложены, явилась возможность эксплуатировать лѣсонасажденія съ болотъ и поѣтому, при новомъ лѣсоустройствѣ въ 1889 году, болота цѣликомъ были перечислены въ площадь удобную.

Съ 1883 года по 1897 Западной Экспедиціей по осушенію болотъ въ дачѣ было въ общемъ проложено 148 верстъ осушительныхъ канавъ, изъ нихъ 76 верстъ магистральныхъ и 72 версты боковыхъ канавъ, кромѣ того, устроено 27 верстъ гатей и построено 50 мостовъ. Съ 1900 года по настоящее время ежегодно производится бѣглый ремонтъ канавъ, состоящій въ ихъ прочисткѣ, и переустройство тѣхъ мостовъ, которые пришли въ ветхость. Въ настоящее время всѣ 50 мостовъ уже переустроены.

На работы до 1897 года затрачено 148.949 руб. 93 коп., при чемъ эта сумма разбивается слѣдующимъ образомъ: 40.500 рублей израсходовано на устройство мостовъ и гатей и 108.449 р. 93 к. на канализацію. Затѣмъ съ 1900 года по 1 января 1907 года затрачено на ремонтныя работы 4.549 р. 60 к.



Осушительныя работы эти повліяли не только на пониженіе почвенныхъ водъ на болотахъ; благодаря установленію правильнаго стока атмосферныхъ водъ улучшились условія роста лѣса почти на всей площади дачи. Эксплоатаціи и сбыту лѣса съ осушенныхъ площадей способствовали устроенныя по болотамъ гати, создавшія между прочимъ сообщенія между отдѣльными населенными пунктами.

Въ актѣ освидѣтельствованія осушительныхъ работъ въ 1889 году, составленномъ Управляющимъ Государственными Имуществами Московской и Тверской губерній, значится:

„Осушительныя работы оказали видимое полезное дѣйствіе какъ на просыханіе почвы, такъ и на улучшеніе роста всѣхъ имѣющихся въ казенныхъ дачахъ древесныхъ породъ. Для того, чтобы наглядно убѣдиться во вліяніи канализаціи на прирость лѣса, въ текущемъ году взяты были въ шестидесяти двухъ пунктахъ дачи правильные отрубки деревь, при чемъ мѣста, въ которыхъ брались пробы, выбраны были предварительно такимъ образомъ, что изслѣдованію подвергались всѣ канализованныя части дачи. Упомянутыя пробы указали, что ширина годичныхъ слоевъ и длина вершинныхъ побѣговъ постоянно и сильно усиливаются не только вблизи каналовъ, но и на значительномъ отъ послѣднихъ разстояніи, такъ что состояніе насажденій на канализованной площади несомнѣнно и много измѣнилось къ лучшему, общая хорошій прирость и въ будущемъ“.

„Указанное выгодное измѣненіе въ ростѣ насажденій повлекло за собой и измѣненіе порядка хозяйства въ названныхъ дачахъ: прежде эксплуатація должна была быть ограничена отпускомъ лѣса, преждевременно отмиравшаго на заболоченныхъ площадяхъ въ очень большомъ количествѣ, нынѣ же, согласно даннымъ, полученнымъ при ревизіи устройства дачи, открытъ сообразно площади дачи отпускъ сыро-растущаго лѣса, до сихъ поръ не имѣвшій мѣста за большимъ количествомъ болотнаго сухостоя. Въ зависимости отъ такого измѣненія хозяйства, — измѣненія, явившагося слѣдствіемъ осушительныхъ работъ, — находится и сильное повышеніе дохода съ дачи: до начала названныхъ работъ доходъ этотъ составлялъ около двухъ тысячъ рублей и затѣмъ, постепенно повышаясь, достигъ въ 1889 году двадцати тысячъ рублей“.

Изъ сличенія годовыхъ отчетовъ по Раменской дачѣ мы замѣчаемъ, что послѣ перечисленія болотъ въ дачѣ въ 1889 году



въ земли удобныя и начала эксплуатаціи ихъ доходность дачи сразу увеличилась въ пять разъ, а именно въ 1888 году валовой доходъ съ дачи равнялся 4.682 руб. 56 коп., а въ 1889 году 22.467 руб. 27 коп., при чемъ до 1888 года сумма эта колебалась въ предѣлахъ 2.700—3.200 рублей; послѣ же 1889 года въ предѣлахъ 21.000—48.000 рублей. Въ доходностяхъ другихъ соседнихъ дачъ, находящихся въ тѣхъ же условіяхъ сбыта, такихъ рѣзкихъ скачковъ въ сторону увеличенія не замѣчено, какъ, напримеръ, въ Дмитровскомъ лѣсничествѣ, гдѣ не было произведено осушительныхъ работъ, съ 1888 по 1889 годъ было лишь небольшое увеличеніе дохода, а именно въ 1888 году доходъ лѣсничества равнялся 21.188 руб. 3 коп. и въ 1889 году 26.433 руб. 48 коп. и въ частности въ ближайшей къ Раменской дачѣ Вельско-Чугуловской дачѣ въ 1888 году доходъ былъ 8.865 р. 52 к. и въ 1889 году 10.299 р. 91 к. Сопоставленіе этихъ суммъ выясняетъ, что значительное повышеніе дохода въ Раменской дачѣ было вызвано произведенными осушительными работами и въ связи съ этимъ, устройствомъ лѣсовозныхъ дорогъ-гатей.

Чтобы выяснитъ до нѣкоторой степени ту цифру дохода дачи, которая получилась исключительно благодаря произведеннымъ въ дачѣ осушительнымъ работамъ, здѣсь произведены слѣдующія вычисленія. Площадь удобной земли въ дачѣ увеличилась на  $\frac{5.204 \times 100}{13.143} = 39,59\%$ . Этотъ процентъ отъ общаго дохода, начиная съ 1889 года, отнесенъ въ слѣдующей таблицѣ, какъ доходъ, получившійся благодаря канализаціи дачи. (См. таблицу на стр. 362.)

Таблица представляетъ собой выборку суммъ доходовъ изъ годовыхъ отчетовъ по лѣсничеству за 1883 по 1906 гг. включительно и, начиная съ 1889 года, когда бывшія болота были перечислены въ земли удобныя, отчисленіе отъ этихъ суммъ 39,59% въ доходъ, вызванный осушительными работами.

Здѣсь слѣдуетъ оговорить, что на основаніи вышеизложеннаго можно предполагать, что суммы эти несомнѣнно менѣе дѣйствительныхъ. Эти минимальныя суммы приняты здѣсь потому, что на остальной площади и ранѣе 1889 г. считавшейся удобной, доходъ могъ бы быть также нѣсколько увеличенъ только проведеніемъ дорогъ безъ устройства канализаціи. На площади же въ 5.204 дес. болотъ эксплуатація улучшеннаго въ ростѣ лѣса стала



возможной благодаря лишь осушительнымъ работамъ. Насколько же лѣсъ улучшился въ своемъ ростѣ, будетъ сказано ниже.

Въ слѣдующей таблицѣ вычислено постепенное погашеніе съ начисленными 4% суммъ, затраченныхъ на осушительныя работы. (См. таблицу на стр. 363.)

Такимъ образомъ мы видимъ, что къ 1904 году, т.-е. черезъ 21 годъ послѣ начала осушительныхъ работъ въ дачѣ, расходы эти въ суммѣ 153.499 р. 53 к., включая также и расходы на ремонтъ сооружений, произведенные съ 1900 года, были вмѣстѣ съ начисленными ежегодно на эти суммы 4%, полностью погашены и въ результатѣ получилась, какъ капиталъ, осушенная площадь, давшая къ 1 января 1907 г. въ общемъ доходъ въ 37.514 р. 03 к.

Насколько же, кромѣ того, при пониженіи грунтовыхъ водъ, лѣсъ улучшается въ ростѣ, показываетъ слѣдующая табличка, гдѣ произведены вычисленія массы отдѣльныхъ деревьевъ, срубленныхъ на различныхъ разстояніяхъ отъ осушительнаго канала. Въ таблицѣ вычислена масса древесины до осушенія, затѣмъ масса древесины, которая выросла бы до дня изслѣдованія, если бы не было осушенія, и наконецъ дѣйствительная выросшая масса древесины при вліяніи осушки, при этомъ увеличеніе прироста изображено въ ‰.

Изслѣдованія эти производились въ 1899 году комиссіей по изслѣдованію экономическаго значенія работъ, произведенныхъ Западной Экспедиціей по осушенію болотъ въ казенныхъ дачахъ Тверской и Московской губерній. (См. таблицу стр. 364 и 365).

Изъ этой таблицы мы усматриваемъ, что подъ вліяніемъ осушенія приростъ древесной массы увеличивается вдвое и втрое.

Въ докладѣ, доложенномъ той же комиссіи Раменскимъ лѣсничимъ Брилинскимъ, сдѣланъ подсчетъ общаго прироста древесной массы на осушительныхъ болотахъ площадью въ 4964,5 десятинъ и при этомъ вычислена стоимость этой древесной массы по существовавшимъ тогда таксамъ.

Въ докладѣ значится:

„Для того, чтобы осязательнѣе и нагляднѣе показать, какъ отразилась осушка болотъ на ростѣ лѣса, а также выразить численно приростъ древесины до и послѣ осушки, взяты были въ кварталахъ №№ 44, 69, 71, 75, 106, 108, 113, 116 и 123 пробныя площади, на основаніи которыхъ вычисленъ запасъ и приростъ лѣса до канализаціи, вѣроятный, который долженъ былъ бы по-



Таблица доходовъ отъ продажи лѣса въ Раменской дачѣ съ общей ея площади въ 13.143 десят. и съ бывшей неудобной площади въ 5.204 дес., на которой произведены осушительныя работы. Эта послѣдняя площадь составляетъ 39.59% общей площади.

| Годъ<br>поступленій<br>доходовъ. | Сумма дохода<br>отъ продажи<br>лѣса.<br>Въ рубляхъ. | 35,59% отъ<br>предыдущей<br>суммы. | П Р И М Ъ Ч А Н І Я.                                |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1884                             | 3224.77                                             |                                    | 5.204 дес. болотъ состояли въ<br>неудобной площади. |
| 1885                             | 3040.13                                             |                                    |                                                     |
| 1886                             | 2743.41                                             |                                    |                                                     |
| 1887                             | 3224.77                                             |                                    |                                                     |
| 1888                             | 4682.56                                             |                                    |                                                     |
| 1889                             | 22467.27                                            | 8894.79                            | Осушенные болота, площадью                          |
| 1890                             | 20969.58                                            | 8301.86                            | 5.204 десятины перечислены въ                       |
| 1891                             | 23365.94                                            | 9250.58                            | удобную лѣсную площадь.                             |
| 1892                             | 27576.07                                            | 10917.37                           |                                                     |
| 1893                             | 29647.86                                            | 11737.59                           |                                                     |
| 1894                             | 23622.94                                            | 9352.32                            |                                                     |
| 1895                             | 25938.13                                            | 10268.91                           |                                                     |
| 1896                             | 31742.02                                            | 12566.67                           |                                                     |
| 1897                             | 30501.90                                            | 12075.70                           |                                                     |
| 1898                             | 29398.06                                            | 11638.69                           |                                                     |
| 1899                             | 36880.25                                            | 14600.89                           |                                                     |
| 1900                             | 48169.45                                            | 19070.28                           |                                                     |
| 1901                             | 47994.42                                            | 19000.99                           |                                                     |
| 1902                             | 40507.40                                            | 16036.88                           |                                                     |
| 1903                             | 26920.01                                            | 11845.33                           |                                                     |
| 1904                             | 43423.76                                            | 13232.47                           |                                                     |
| 1905                             | 45790.58                                            | 18128.49                           |                                                     |
| 1906                             | 28226.61                                            | 11174.91                           |                                                     |



*Таблица постепенная погашения суммъ, расходованныхъ на осушительныя работы въ Раменской дачи.*

| 1.                                     | 2.                                      | 3.                                                                                           | 4.                                                                     | 5.                                     | 6.                    |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Года расходования и поступления суммъ. | Суммы, расходованныя на осушит. работы. | Непогашенныя суммы расходован. на осушит. работ. съ начислен. проц. къ 1 янв. слѣдующ. года. | Доходъ въслѣдствіе произведен. осушительныхъ работъ См. пред. таблицу. | Остатокъ непогашенныхъ доходовъ суммъ. | 40% предыдущей суммъ. |
|                                        |                                         | графы 5+6                                                                                    |                                                                        | графы (2+3)—4                          |                       |
| 1883                                   | 2283.90                                 | —                                                                                            | —                                                                      | 2283.90                                | 91.86                 |
| 1884                                   | 5110.81                                 | 2375.26                                                                                      | —                                                                      | 7483.07                                | 299.44                |
| 1885                                   | 12811.35                                | 7785.51                                                                                      | —                                                                      | 21596.86                               | 863.87                |
| 1886                                   | 11231.94                                | 22460.73                                                                                     | —                                                                      | 33692.67                               | 1347.71               |
| 1887                                   | —                                       | 35040.38                                                                                     | —                                                                      | 35040.38                               | 1401.62               |
| 1888                                   | 11302.33                                | 36442.00                                                                                     | —                                                                      | 47744.33                               | 1909.77               |
| 1889                                   | 12642.50                                | 49654.10                                                                                     | 8894.79                                                                | 53401.81                               | 2136.07               |
| 1890                                   | 7809.10                                 | 55537.88                                                                                     | 8301.86                                                                | 55045.12                               | 2201.80               |
| 1891                                   | 22015.95                                | 57246.92                                                                                     | 9250.58                                                                | 70012.29                               | 2800.49               |
| 1892                                   | 8149.95                                 | 72812.78                                                                                     | 10917.37                                                               | 70045.36                               | 2801.81               |
| 1893                                   | 9672.85                                 | 72847.17                                                                                     | 11737.59                                                               | 70782.34                               | 2831.29               |
| 1894                                   | 11343.41                                | 73613.72                                                                                     | 9352.32                                                                | 75604.81                               | 3024.19               |
| 1895                                   | 12128.97                                | 78629.00                                                                                     | 10268.91                                                               | 80489.06                               | 3219.56               |
| 1896                                   | 9442.51                                 | 83708.62                                                                                     | 12566.67                                                               | 80584.46                               | 3223.38               |
| 1897                                   | 12004.36                                | 83807.84                                                                                     | 12075.70                                                               | 83736.50                               | 3349.46               |
| 1898                                   | —                                       | 87085.96                                                                                     | 11638.69                                                               | 75447.27                               | 3017.89               |
| 1899                                   | —                                       | 78465.16                                                                                     | 14600.89                                                               | 63864.27                               | 2554.57               |
| 1900                                   | 100                                     | 66418.84                                                                                     | 19070.28                                                               | 47348.56                               | 1893.94               |
| 1901                                   | 600                                     | 49242.50                                                                                     | 19000.99                                                               | 30241.51                               | 1209.66               |
| 1902                                   | —                                       | 31451.17                                                                                     | 16036.88                                                               | 15414.29                               | 616.57                |
| 1903                                   | 450                                     | 16030.86                                                                                     | 11845.33                                                               | 4185.53                                | 167.42                |
| 1904                                   | 1799.60                                 | 4352.95                                                                                      | 13232.47                                                               | 7079.92                                | 283.20                |
|                                        |                                         | суммы погашены                                                                               |                                                                        | графы (3+4)—2                          |                       |
| 1905                                   | 375                                     | 863.12 <sup>1)</sup>                                                                         | 18128.49                                                               | 25116.61                               | 1004.66               |
| 1906                                   | 1225                                    | 26121.27                                                                                     | 11174.91                                                               | 36071.18                               | 1442.85               |
| 37.514 р. 03 к.                        |                                         |                                                                                              |                                                                        |                                        |                       |

<sup>1)</sup> Доходъ послѣ погашенія всѣхъ затраченныхъ на работы суммъ вмѣстѣ съ процентами.



| № квартала, литеры линий,<br>№ пробных площадей. | Размеры проб. площади. | Перечеть.                 |               | Измѣренія модельныхъ деревьевъ. |               |                           |             |                  |       |       | Запасъ древесной массы. |         |         |                     |         | Процентъ увеличеннаго прироста. | Примѣчанія. |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------|-------------|------------------|-------|-------|-------------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                                  |                        | Диаметръ на высотѣ груди. | Число деревь. | № деревь.                       | Возрастъ ихъ. | Диаметръ на высотѣ груди. | Высота ихъ. | Масса древесины. |       |       | На пробной площ.        |         |         | На одной десятиной. |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             | Дес.             | Верш. | Шт.   | Лѣтъ.                   | Верш.   | Арш.    | Куб. ф.             | Куб. ф. |                                 |             | Куб. ф. | Куб. ф. | Куб. ф. | Куб. ф. | Куб. с. | Куб. с. |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
| кв. 108<br>Лит. А.<br>Пробная площадь. I.        | 0,10                   | 1                         | 82            | 3                               | 53            | 1                         | 9,5         | 0,159            | 0,288 | 0,562 | 13,038                  | 25,616  | 46,084  |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
| кв. 106<br>Лит. В.<br>Пробная площадь. II.       | 0,10                   | 1                         | 12            | —                               | 62            | 1                         | 9,0         | 0,105            | 0,175 | 0,352 | 74,991                  | 122,151 | 236,685 | 10,76               | 5,25    | 2420/0                          |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
| Кв. 75<br>Лит. С.<br>Пробная площадь III         | 0,04                   | 1                         | 11            | 4                               | 36            | 1                         | 12,0        | 0,219            | 0,436 | 1,059 | 163,101                 | 303,124 | 461,033 | 20,95               | 7,70    | 1120/0                          |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |
|                                                  |                        |                           |               |                                 |               |                           |             |                  |       |       |                         |         |         |                     |         |                                 |             |         |         |         |         |         |         |



лучиться при отсутствіи послѣдней, и образовавшійся подъ вліяніемъ канализаціи. Согласно этимъ пробнымъ площадямъ (вѣдомость коимъ при семъ прилагается) на 4964,5 десятинъ нынѣ осушенныхъ болотъ у насажденныхъ до канализаціи ихъ, 10 лѣтъ тому назадъ, тонкомѣрнымъ и корявымъ лѣсомъ хвойныхъ и лиственныхъ породъ, было запаса древесной массы 30.689 кубовъ. Если бы канализація не повліяла на улучшеніе роста лѣса, то по бывшему текущему приросту за послѣднія 10 лѣтъ получился бы запасъ 58.536 куб. саж. Между тѣмъ, какъ видно изъ средняго вывода пробныхъ площадей, запасъ этотъ равенъ въ дѣйствительности 106.714 куб. саж. Разница двухъ послѣднихъ чиселъ 48.178 куб. саж. и составитъ приростъ, получившійся исключительно подъ вліяніемъ осушки. Оцѣнивая для простоты расчета полученный приростъ по арифметической средней дровяной таксы для ели, сосны, березы и ольхи, принятой въ Раменскомъ лѣсничествѣ, то-есть дрова перваго сорта по 4 р. 38 к., а втораго сорта по 1 р. 31 к., найдемъ, полагая, что дрова перваго сорта составляютъ 75% общей массы:  $34.237 \times 4,38 = 149.958$  р. и при массѣ втораго сорта 11.412 куб. саж. получимъ стоимость ихъ 14.950 р. ( $11.412 \times 1,31 = 14.950$ ); всего же стоимость обоихъ сортовъ дровъ выразится суммой 164.908 рублей. Сравнивая съ этимъ послѣднимъ валовымъ доходомъ общій расходъ собственно на осушку болотъ въ размѣрѣ 108.449 рублей, получимъ чистую прибыль въ приростѣ древесины, на сумму 56.459 р. Такую оцѣнку прироста древесины, явившагося результатомъ осушки, не только нельзя считать преувеличенной, но, напротивъ, минимальной, ибо не была принята во вниманіе средняя торговая наддача на таксовую оцѣнку, переходящая за 50% (весной текущего года она перешла за 100%), а равно игнорировался % строевого подѣлочнаго лѣса, несомнѣнно составляющій часть общей массы прироста“.

Изъ изложеннаго видно, что производство осушительныхъ работъ въ данномъ случаѣ можетъ разсматриваться, какъ выгодное коммерческое предпріятіе.

Осушительныя работы въ Раменской дачѣ, кромѣ того, вызвали также и улучшеніе прилегающихъ земель, осушивъ значительное количество смежныхъ крестьянскихъ владѣній. Кромѣ того въ нѣкоторыхъ мѣстахъ крестьяне примкнули свои осушительныя каналы къ каналамъ казеннымъ, направивъ въ нихъ





Вліяніє осушенія на прирость въ высоту.



Сосна 33 лѣтъ діаметромъ 8 дюйм.  
на разстояніи отъ канавы 25 саж.



Сосна 25 лѣтъ діаметромъ  $2\frac{1}{2}$  дюйма  
на разстояніи 1 саж. отъ канавы.



воды. Въ 1906 году, послѣ произведенныхъ гидротехническимъ составомъ при Московско-Тверскомъ Управленіи Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ изысканій на крестьянскихъ болотахъ с. Куликова, были прорыты намѣченные этимъ составомъ осушительныя канавы на 600 десятинахъ крестьянскихъ болотъ, при чемъ вода изъ магистральной канавы была направлена въ восточный магистральный каналъ Раменской дачи.

На этихъ своихъ болотахъ, ранѣе съ незапамятныхъ временъ залитыхъ водой, крестьяне уже черезъ годъ приступили къ покосу.

Увлеченныя такими результатами осушки въ Раменской дачѣ, въ 1905 и 1906 г. около 50 крестьянскихъ обществъ Дмитровскаго уѣзда подали при посредствѣ Земской Управы прошенія въ Московско-Тверское Управленіе Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ о производствѣ у нихъ изысканій съ цѣлью осушенія ихъ болотъ, и въ настоящее время произведены уже техническимъ составомъ изысканія на 7.000 десятинахъ и произведены уже работы примѣрно на 3.000 десятинахъ.

#### Заболачиваніе площадей нарастаніемъ мха сфагнома.

Исслѣдованія надъ ростомъ торфа были произведены въ 1904 году въ Кострецькомъ казенномъ лѣсничествѣ въ Тверской губерніи, Бѣжецкаго уѣзда, попутно съ производствомъ изысканій съ цѣлью осушенія болотъ. Исслѣдованію здѣсь подверглись болота сфагновыя, имѣющія свойство, при благоприятныхъ условіяхъ, быстро разрастаться въ стороны и въ высоту. Сфагновыя болота, какъ извѣстно, имѣютъ форму нѣсколько выпуклую, повышаясь отъ краевъ къ центру: разница высотъ при этомъ, въ зависимости отъ величины площади болотъ, достигаетъ иногда нѣсколькихъ саженъ; напримѣръ, въ Оршинской казенной дачѣ Тверской губерніи, при площади болота величиной въ 34.000 десятинъ, разница этихъ высотъ составляетъ 5 саженъ.

При исслѣдованіи прироста деревьевъ въ совокупности съ измѣреніемъ толщины торфа представляется возможнымъ до нѣкоторой степени выяснитъ быстроту роста сфагнома какъ въ высоту, такъ и въ стороны.

Съ этой цѣлью въ Кострецькой дачѣ было срублено нѣсколько деревьевъ, а также опредѣленъ посредствомъ Пресслеровскаго бурава приростъ на пятидесяти деревьяхъ въ разныхъ мѣстахъ бо-



лота, какъ по его краямъ, такъ и при различной глубинѣ торфа, а для сравненія также и на сухихъ мѣстахъ вблизи болота.

Глубина торфа и характеръ подпочвы опредѣлялись металлическимъ зондомъ. Рельефъ былъ выясненъ нивелировкой.

Наиболѣе наглядные изъ отрубковъ были взяты вблизи берега болота, гдѣ торфъ еще не глубокъ и насажденія заселились еще до заболачиванія мѣстности, что доказывается распространеніемъ ихъ корней въ теперешней подпочвѣ.

Въ слѣдующей таблицѣ приведенъ подсчетъ прироста взятыхъ пробъ въ дачѣ (см. таблицу на стр. 369).

Въ трехъ приведенныхъ въ таблицѣ подъ №№ 2, 3 и 4 экземплярахъ, взятыхъ въ кварталѣ № 6 Кострецкой дачи, на болотѣ на разстояніяхъ 6, 10 и 20 сажень отъ сухого мѣста, вліяніе заболачиванія рѣзко сказалось ровно 16 лѣтъ тому назадъ, при чемъ въ одномъ случаѣ приростъ уменьшился вдвое, въ другомъ вчетверо, а на болѣе спѣломъ деревѣ въ восемь разъ. Въ данномъ случаѣ приростъ изслѣдованныхъ деревьевъ, ранѣе заболачиванія, былъ также менѣе нормальнаго и въ среднемъ составлялъ 22 слоя въ 1 дюймѣ, въ то время какъ на сухихъ мѣстахъ вблизи болота (см. въ табл. №№ 5 и 6) приростъ составлялъ 12 слоевъ въ одномъ дюймѣ; очевидно, что на уменьшеніе прироста до заболачиванія имѣло вліяніе сосѣдство болота, развившееся въ подтопленіи мѣстности.

Слой торфа при №№ 2, 3 и 4 въ настоящее время имѣетъ 0,16—0,22—0,24 саж. глубины; поѣтому, принимая во вниманіе, что вліяніе заболачиванія на эти деревья рѣзко сказалось 16 лѣтъ тому назадъ, можно сдѣлать предположительный выводъ, что среднее ежегодное нарастаніе мха въ высоту въ данномъ мѣстѣ составляетъ 0,015 саж., т.-е. отъ 3 до 3,5 сант.

При дальнѣйшемъ нарастаніи нижніе слои мха, перегнивая, уплотняются, образуютъ торфъ, среднее ежегодное нарастаніе въ высоту котораго, само собой разумѣется, менѣе и составляетъ, вводя въ вычисленія экземпляры изъ таблицы подъ №№ 1, 7, 8 и 9, въ среднемъ 0,009 саж., т.-е. около 2 сант.

Проба № 7 была взята въ кварталѣ № 69 на болотѣ съ наслоеніемъ торфа въ 0,30 саж. толщины въ насажденіи, уже на половину засохшемъ. Уцѣлѣвшія же сосны имѣютъ совершенно корявый болотный видъ. Взятые пробы и изслѣдованія выяснили, что деревья заселились еще на незаболоченной площади; корни





Опрехѣленіе прироста буравомъ Пресслера.



Отрубки деревьевъ съ одной площади:  
лѣвый—до заболачиванія,  
правый—послѣ образованія болота.



| № №<br>по<br>по-<br>рядку. | № №<br>квар-<br>таловъ<br>дачи. | Расстояние отъ края<br>болотъ въ саж. | Диаметръ деревь<br>въ вершкахъ. | Глуби-<br>натор-<br>фа въ<br>саж. | Приростъ до забо-<br>лачиванія. Въ 1 дой-<br>мѣ год. наслоений. | Приростъ<br>послѣ<br>заболачи-<br>ванія. | Примѣчанія.                                                           |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1                          | 5                               | на краю                               | 3                               | 0,06                              | 24                                                              | 10 въ 0,21"<br>или<br>48 въ 1"           | Приростъ уменьшился<br>вдвое.                                         |
| 2                          | 6                               | 6                                     | 6                               | 0,16                              | 21                                                              | 16 въ 0,10"<br>или<br>160 въ 1"          | Приростъ уменьшился<br>въ 8 разъ.                                     |
| 3                          | "                               | 10                                    | 5                               | 0,24                              | 18                                                              | 16 въ 0,45"<br>или<br>36 въ 1"           | Приростъ уменьшился<br>вдвое.                                         |
| 4                          | "                               | 20                                    | 4                               | 0,22                              | 26                                                              | 16 въ 0,16"<br>или<br>100 въ 1"          | Приростъ уменьшился<br>вчетверо.                                      |
| 5                          | "                               | на су-<br>хомъ<br>мѣстѣ               | 9                               | 0,00                              | 10                                                              | —                                        | } Приростъ<br>нормальный.                                             |
| 6                          | 85                              | тоже                                  | 5                               | —                                 | 14                                                              | —                                        |                                                                       |
| 7                          | 69                              | на бо-<br>лотѣ                        | 2,5                             | 0,30                              | 13                                                              | 50 въ 0,8"<br>или<br>62 въ 1"            | Засыхающее насажденіе<br>на болотѣ. Приростъ<br>уменьшился въ 5 разъ. |
| 8                          | 85                              | тоже                                  | 3,5                             | 0,15                              | 10                                                              | 25 въ 0,5"<br>или<br>50 въ 1"            | Приростъ уменьшился<br>въ 5 разъ.                                     |
| 9                          | 69—30                           | "                                     | 2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>   | 0,17                              | 13                                                              | 26 въ 0,5"<br>или<br>52 въ 1"            | Приростъ уменьшился<br>въ 4 раза.                                     |



деревьевъ помѣщаются въ подпочвѣ. Заболачиваніе началось 50 лѣтъ тому назадъ и рѣзко обозначилось уменьшеніемъ прироста древесины. Насажденіе до заболачиванія было еще молодое, возраста 20—40 лѣтъ—и имѣло тогда вполне нормальный приростъ, а именно въ среднемъ 13 слоевъ въ одномъ дюймѣ, послѣ заболачиванія въ продолженіе 50 лѣтъросло всего 0,8 дюйма, т.-е. приростъ уменьшился въ 5 разъ. Наростаніе торфа въ эти 50 лѣтъ составило 0,30 саж., т.-е. въ среднемъ въ годъ 0,006 саж. Принимая во вниманіе, что насажденіе это находится теперь въ 150 саж. отъ сухого мѣста и что глубина торфа по направленію къ сухому мѣсту постепенно уменьшается, можно вывести заключеніе, что въ послѣднія 50 лѣтъ въ данномъ мѣстѣ около 100 десятинъ были обращены заболачиваніемъ изъ удобной лѣсной почвы въ неудобныя болота. Такой же примѣръ показываютъ и изслѣдованія въ кварт. № 69—70, на что указываетъ въ таблицѣ экземпляръ № 8. Заболачиваніе здѣсь началось 25 лѣтъ тому назадъ и съ того времени здѣсь образовался торфъ толщиною въ 0,15 саж., въ среднемъ въ годъ также 0,006 саж.; приростъ при заболачиваніи уменьшился здѣсь въ 5 разъ.

Въ этой же дачѣ было подробно изслѣдовано болото, окружающее Святое озеро въ кварталахъ 18, 19, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 42, 43 и 44 (см. планъ). Болото это сфагновое, имѣетъ выпуклую форму, повышаясь отъ береговъ къ центру, гдѣ находится озеро. Болото было тщательно пронивеллировано и на каждой занивеллированной точкѣ была опредѣлена зондировкой глубина болота. Такимъ образомъ получилась возможность составить планъ въ горизонталяхъ какъ поверхности болота, такъ и его подпочвы, затѣмъ составить два рельефныхъ плана, изображающихъ рельефъ болота и рельефъ подпочвы. Горизонтالي здѣсь нанесены черезъ каждыя 0,10 саж. Самая высокая горизонталь поверхности болота (на планѣ 10,4) окружаетъ Святое озеро (см. планъ № 1) и отъ него мѣстность довольно ровно понижается къ краямъ болота, имѣя въ среднемъ паденіе въ 0,10 саж. на 30 саж. разстоянія. Озеро это расположено на высотѣ отъ 1,5 до 2 сажень надъ берегами болота. Горизонтали же подпочвы показываютъ обратный уклонъ, т.-е. отъ береговъ болота къ озеру. Около озера горизонталь подпочвы 8,0 (см. планъ № 2); отсюда подпочва повышается на западъ до горизонтали 8,40 на югъ, востокъ и сѣверъ—до горизонтали 8,90. На сѣверо-востокъ изъ этой впадины



выходить ясно выраженная лощина съ высшей точкой около озера въ 8,2; лощина эта имѣетъ направленіе къ рѣчкѣ Астречинѣ, притоку р. Мологи. Если болото это разрѣзать вертикальной линіей съ сѣвера на югъ, то получится разрѣзъ линзы (см. профиль).

Принявъ въ соображеніе вышеприведенное изслѣдованіе относительно роста болотъ, можно предполагать, что это болото, при условіи равномерности его роста, возникло лѣтъ 400 тому назадъ. Въ то время по всей вѣроятности озеро заполняло впадину, касаясь своимъ уровнемъ горизонтали въ 8,2 (см. планъ № 2), и излишекъ воды, образуя рѣчку, истекалъ изъ озера по лощинѣ на сѣверо-востокъ въ р. Астречину; въ данной мѣстности имѣется много примѣровъ такихъ озеръ, дающихъ начало рѣчкамъ. Въ то время уровень озера былъ ниже настоящаго на 2,20 саж. Очертаніе его береговъ имѣло другую форму и площадь зеркала была вдвое больше, а именно 310 десят.; теперь же площадь озера равняется 166 десятинамъ. Судя по остаткамъ, которые были извлечены при зондировкѣ болота, въ то время вокругъ озера произрасталъ хорошій лѣсъ.

Принимая во вниманіе примѣры зарастанія озеръ при заболачиваніи въ другихъ мѣстахъ, можно съ большой вѣроятностью предположить, что и здѣсь заболачиваніе началось отъ озера и мохъ, постепенно нарастая, заглушилъ лѣсъ, поднялъ уровень озера и уменьшилъ его площадь. Дебитъ озера началъ расходоваться исключительно на питаніе мха при дальнѣйшемъ его нарастаніи и распространеніи, и рѣчка, истекавшая изъ озера на сѣверо-востокъ, исчезла, а ея лощина постепенно заполнилась торфомъ, не оставивъ никакихъ наружныхъ слѣдовъ ея существованія.

Та же участь постигаетъ и рѣчку, вытекающую изъ болота на юго-западъ. Судя по горизонталямъ подпочвы, протяженіе ея раньше было вдвое больше и направленіе нѣсколько иное.

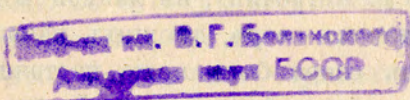
Примѣръ этотъ свидѣтельствуетъ, что при разрастаніи болотъ масса воды постоянно отнимается у природнаго ея обращенія и стокъ атмосферной влаги въ рѣки уменьшается.

Въ заключеніе приводимъ примѣры подсчета количества воды, которое въ настоящее время лежитъ въ бездѣйствіи на изслѣдованномъ болотѣ.

Общая площадь разсматриваемаго болота вмѣстѣ съ озеромъ въ кварталахъ 18, 19, 31, 32, 33 и 34 составляетъ 1050 десятинъ. На этой площади, принимая во вниманіе, что насыщенный торфъ



содержить 90% воды и что емкость озера (при глубинѣ въ 3 саж.) теперь  $166 \times 2400 \times 3 = 1195200$  куб. сажень, общее количество воды, при средней глубинѣ торфа въ 1,5 саж., равняется  $(1050 - 166) \times 2400 \times 0,90 \times 1,5 + 1195200 = 4059360$  куб. саж. Въ прежнее время на этой же площади было лишь озеро величиной въ 310 десятинъ при средней глубинѣ въ 0,5 саж., объемомъ  $= 320 \times 2400 \times 0,5 = 372000$  куб. саж. воды. Такимъ образомъ только эта небольшая площадь примѣрно въ теченіе 400 лѣтъ изъясла изъ общаго круговорота воды 3687360 куб. саж. воды.





# Графикъ Тангенса и Кунтнера.

