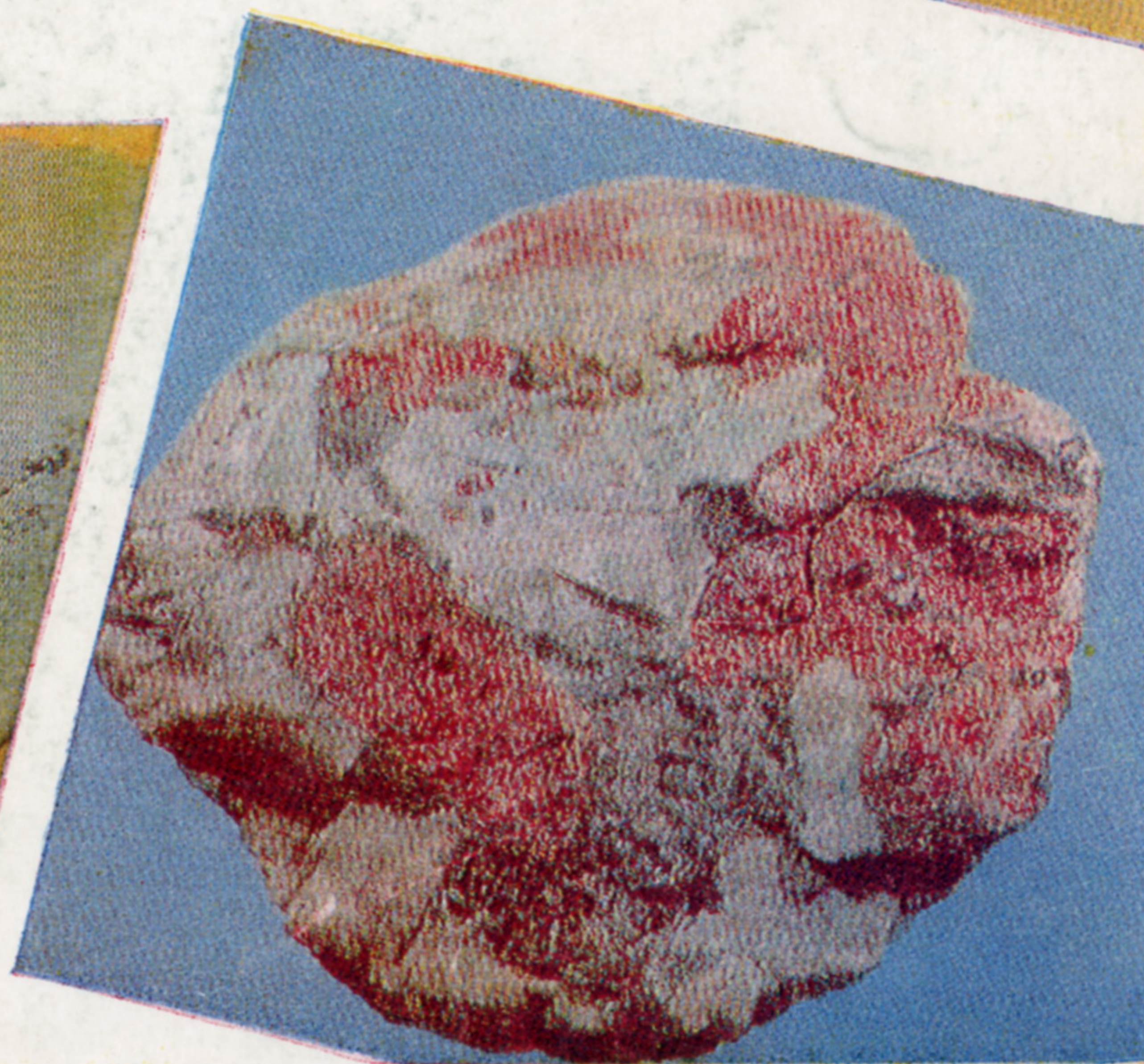
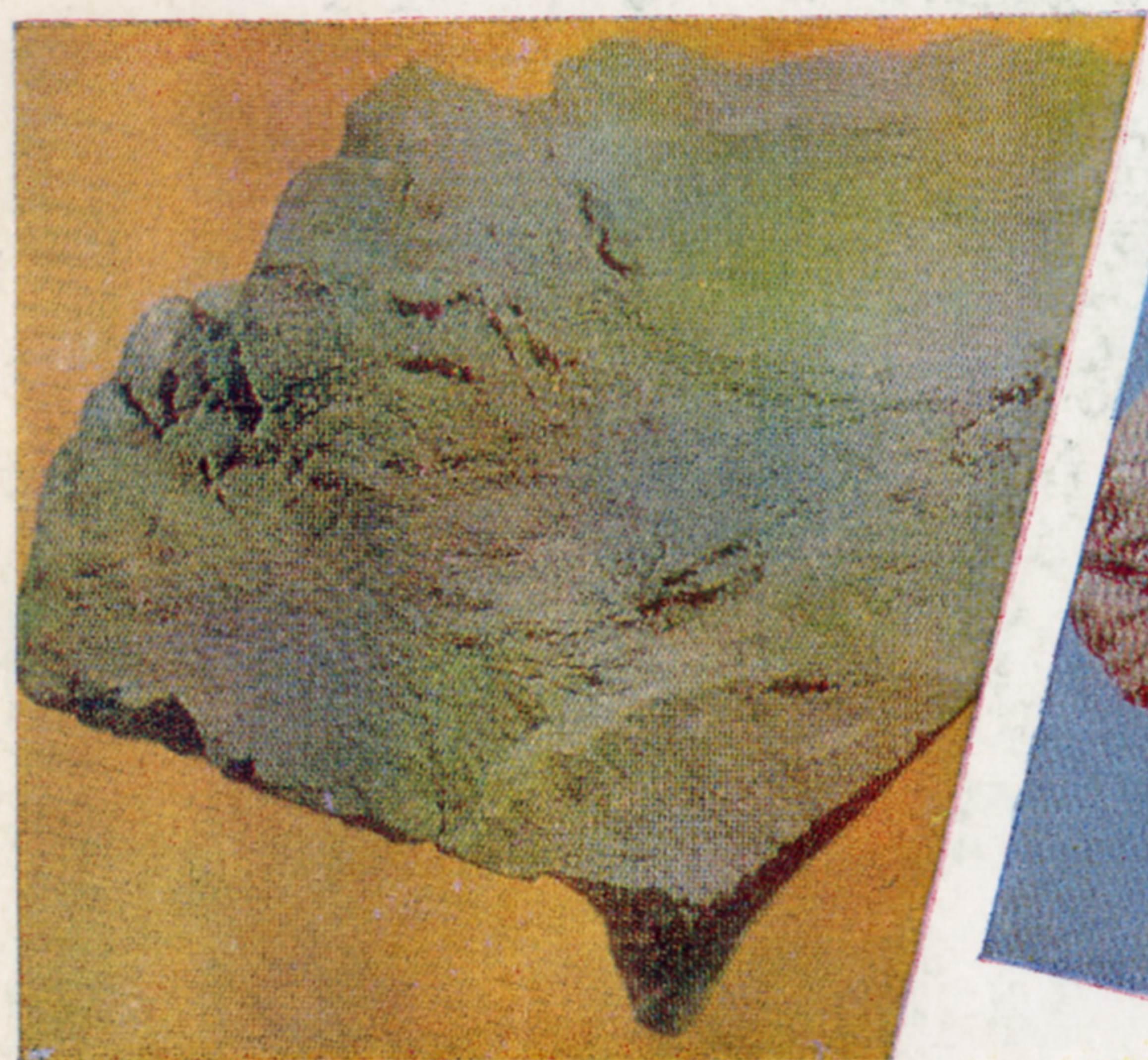


Вещественный состав
и микроэлементы
группы железа
антропогеновых
отложений
Белорусского Полесья

ЛР. 1989 г.



АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛОРУССКОЙ ССР
Институт геохимии и геофизики

**Вещественный состав
и микроэлементы
группы железа
антропогенных
отложений
Белорусского Полесья**

2005

МИНСК
«НАУКА И ТЕХНИКА»
1978

552

B26

УДК 552.5 : 549.9 : 550.4 : 56

Горецкий Г.И., Астасова С.Д., Шемпель Р.В., Дромашко С.Г., Шиманович С.Л., Кузнецов В.А., Зайцева Н.В. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ГРУППЫ ЖЕЛЕЗА АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛОРУССКОГО ПОНЕМАНЫЯ. Мн., "Наука и техника", 1978, 294 с.

В книге рассмотрены геологические предпосылки и литолого-геохимические закономерности формирования вещественного состава антропогенных образований бассейна Немана. Особое внимание уделено отложениям, выполняющим ложбины ледникового выпахивания и размыва. Обобщением данных 1200 гранулометрических, около 2000 минералогических и 3500 спектральных анализов установлен ряд закономерностей дифференциации единого исходного материала. Предложены рекомендации по использованию в поисковых целях руководящих минеральных ассоциаций и микроэлементов группы железа и меди антропогенных отложений областей, подвергавшихся материковому оледенению.

Книга адресована геологам-четвертичникам, поисковикам, почвоведом, научным работникам, аспирантам, студентам геологических и географических специальностей.

Таблиц 86. Иллюстраций 61. Библиография — с.286—292.

Редактор

кандидат геолого-минералогических наук С.Г.Дромашко

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук Б.Н.Гурский,
кандидат геолого-минералогических наук Э.А.Левков

БЛ 11241

Глава 1

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И МИГРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ АНТРОПОГЕНОВОЙ ТОЛЩИ БЕЛОРУССКОГО ПОНЕМАНЯ

На формирование вещественного состава антропогенных отложений Белорусского Понеманья и миграцию микроэлементов в их толще влияли многие факторы: состав подстилающих пород, по которым двигались ледники, доставляя морены разных возрастов на территорию Белоруссии; состав подстилающих пород, по которым двигались разновозрастные ледники в пределах Белоруссии и Белорусского Понеманья; тектонические и гляциотектонические условия; рельеф постели антропогенных отложений; палеопотамологические условия; литолого-генетические и стратиграфические особенности антропогенной толщи Белорусского Понеманья; проявления тектонической, палеогеографической и минератогической унаследованности в фанерозое Белоруссии и др.

В данной монографии вещественный состав и миграция микроэлементов антропогенных отложений Белорусского Понеманья освещены лишь в связи с выполнением работ по комплексному исследованию погребенных долин и ложбин ледникового выпахивания и размыва в бассейне Немана (в границах БССР). Поэтому изучение вещественного состава и микроэлементов антропогенной толщи Понеманья ограничено территориально и хронологически, преимущественно погребенной долиной Пра-Немана и пересекающими ее погребенными, долихвинскими ложбинами ледникового выпахивания и размыва.

Из всех геологических предпосылок, влияющих на формирование вещественного состава антропогенной толщи Белорусского Понеманья, наиболее значимыми представляются те, которые благоприятствовали непосредственному контакту ледников с горными породами протерозоя и архея, богатыми микроэлементами как индикаторами полезных ископаемых и самыми полезными ископаемыми (железо, медь, никель, титан и др.). Такие контакты осуществлялись в области Белорусского кристаллического массива и на всей территории Белорусского Понеманья в местах расположения наиболее глубоких ложбин ледникового выпахивания и размыва. Именно это обстоятельство послужило основанием для того, чтобы в этой главе уделить наибольшее внимание рассмотрению ложбин ледникового выпахивания и размыва Белорусского Понеманья.

В дифференциации вещественного состава антропогенных от-

ложений от морен, флювио-, гляциоаллювиальных, лимногляциальных, озерных, озерно- и перигляциально-аллювиальных осадков к аллювиальным породам огромная роль принадлежит водам, особенно текучим. Речные воды и отложенный ими аллювий образуют как бы завершающую, высшую фазу дифференциации вещественного состава и миграции микроэлементов антропогенной толщи Понеманья. Это обусловило подробное рассмотрение погребенных аллювиальных свит Пра-Немана - второй по значению геологической предпосылки в формировании вещественного состава антропогенных отложений Понеманья и миграции в ней микроэлементов группы железа, накоплении индикаторов полезных ископаемых, локальных геохимических аномалий.

Долинообразные переуглубления в рельефе постели антропогенных отложений ледниковых областей известны уже давно. Число их на обширных пространствах Восточно-Европейской равнины, в том числе и Белоруссии, возрастает с увеличением количества буровых скважин, вскрывающих всю толщу антропогенных пород. Увеличение количества глубоких скважин, прорезающих антропогенную толщу, обогащает представления исследователей антропогена о числе, размещении и контурах долинообразных переуглублений, их геологическом строении, происхождении и возрасте. Карты рельефа постели антропогенных отложений и размещения долинообразных переуглублений неизменно усложняются и детализируются, приводя к изменению и уточнению взглядов исследователей.

В начале изучения долинообразных переуглублений в ледниковых областях Восточно-Европейской равнины, когда были известны лишь единичные пункты переуглублений, большинство исследователей относили глубокие понижения в рельефе постели антропогенных пород к остаткам речных долин. По разрозненным местонахождениям этих фрагментов произвольно рисовали погребенную гидрографическую сеть, нередко секущую современные водоразделы, резко отличную от рисунка современных рек. Новые геологические материалы по комплексной характеристике антропогенных переуглублений Белоруссии, Литвы, Латвии, центральных областей России и Приднепровья Украины показали, что большая часть переуглублений относится к типу ложбин ледникового выпахивания и размыва. Ложбины ледниковой экзарации и эрозии формируются при каждом равнинном оледенении. При этом наиболее глубокие ложбины образуются тем оледенением, которое впервые продвигается по доледниковому субстрату, - преимущественно нижнеберезинским (белорусским, дзукийским, пахринским, камским), затем окским (в районах, не перекрывающихся нижнеберезинским и камским оледенением).

В последние годы наряду с противоборствующими представлениями об эрозионном, речном и экзарационном (ледниковом) происхождении долинообразных антропогенных переуглублений стали распространяться компромиссные взгляды о генезисе этих переуглублений. Начали считать, что глубокие понижения в релье-

фе постели антропогенных пород возникли из речных долин, переработанных и углубленных ледниками. Компромиссные взгляды приобрели многих сторонников, главным образом тех, кто принимает переуглубления за речные долины.

Мнения о речном генезисе погребенных "палеоврезов" высказываются некоторыми исследователями и в самое последнее время. Так, В.А.Чепулите (1975, стр. 42-43) пришла к следующим выводам о происхождении погребенных "палеодолин" и "палеоврезов": "Просмотрев большое количество научных работ советских и зарубежных гляциологов, мы не нашли никаких конкретных данных, подтверждающих образование узких, каньонообразных долин путем ледникового выпаживания... На основании литературных данных и наших многолетних исследований по строению четвертичной толщи и рельефа, подстилающего четвертичные отложения, считаем, что происхождение доледниковых и межледниковых долин связано с эрозионной деятельностью поверхностных вод, а плейстоценовых палеодолин - с деятельностью талых ледниковых вод".

Нет единства и во взглядах на возраст антропогенных переуглублений, на генезис рельефа постели антропогенных отложений. Сторонники речного генезиса переуглублений отрицают гляцигенное происхождение рельефа ложа плейстоценовых пород, принимая его за доледниковый, древний, образованный до оледенений поверхностными водами ("доледниковые долины").

Бытуют и противоположные мнения, по которым наиболее глубокие ложбины ледникового выпаживания и размыва образовались не в нижнем, а в среднем плейстоцене.

Комплексное изучение погребенных долин и ложбин ледникового выпаживания и размыва Белорусского Понеманья, осуществленное в 1970-1975 гг. отделом геологии и палеопотамологии антропогена Института геохимии и геофизики АН БССР, привело к накоплению новых данных, позволяющих с большей определенностью осветить геоморфологию, геологическое строение, генезис и возраст погребенных антропогенных переуглублений.

На новой карте рельефа постели антропогенных отложений Белорусского Понеманья, составленной Е. П. Мандер (см. рис. 61), появилось большое количество переуглублений по сравнению с картами, составленными ранее. Контуры понижений значительно усложнились за счет многочисленных ответвлений, отвершков и параллельных углублений. Появилось много мелких ложбин, особенно в районах распространения краевых ледниковых образований. В местах густого расположения буровых скважин карта рельефа ложа антропогенных пород приобрела пестрый, мозаичный характер, указывая тем самым, что такой же или похожий рисунок рельефа будет иметь вся территория Белоруссии на будущих, более детальных картах.

Несмотря на сложность и пестроту рельефа постели антропогенных пород Белорусского Понеманья, в ориентировке понижений замечается преобладание меридионального и субмеридионального, а выше устья р.Котры - северо-западного и юго-восточного на-

правлений. Таким образом, господствующие ориентировки антропо-
геновых переуглублений соответствуют общему направлению дви-
жения ледников с севера и северо-запада, что согласуется с лед-
никовой природой переуглубленных ложбин.

Вместе с тем на карте отчетливо выражено значительное со-
впадение контуров переуглублений и речных долин Понеманья :
Уши, Сервечи, Молчади, Шары, Зельвянки, Росси, Свислочи, Ло-
сосны, Котры, Лебедки, Гавьи, Березины. Это обусловлено общей
для ледниковой экзарации и речной эрозии причиной: доантропоге-
новой тектоникой и палеогеографией, предопределившими доантро-
погеновую орографию и гидрографию Белоруссии, расчленение ее
территории на возвышенности и низменности. Доантропогеновый
палеорельеф оказал решающее влияние на движение ледников по
территории Белоруссии, размещение краевых ледниковых образо-
ваний, гляциотектонику, формирование речной сети. На направление
движения ледников в Белорусском Понеманье несомненно влияли
доантропогеновые речные долины системы Палео-Немана. Но спе-
цифические особенности палеогеоморфологии и геологического
строения антропогеновых переуглублений были обусловлены не по-
верхностными реками, а ледниками, ледниковым выпахиванием и
ледниковым (водно-ледниковым) размывом.

Исключительно устойчивой особенностью антропогеновых пере-
углублений Белорусского Понеманья, как и других ледниковых
областей, является V-образная форма их поперечного сечения
на всем протяжении, что не свойственно равнинным рекам. Такая
форма сочетается с большой глубиной "палеоврезов", достигаю-
щей в Понеманье 138 м ниже уровня моря и 200-225 м ниже ме-
жени, и резкой их крутизной, сходством с каньонами.

В продольном сечении антропогеновые переуглубления характе-
ризуются отсутствием общего выдержанного уклона, чередовани-
ем понижений и повышений, западин и перемычек, что резко от-
личает эти ложбины от настоящих рек.

Геологическое строение антропогеновых переуглублений Бело-
русского Понеманья, как и других ледниковых областей, — самая
надежная основа определения генезиса этих замечательных обра-
зований.

Из большого числа схематических геологических профилей,
иллюстрирующих геологическое строение антропогеновых переуг-
лублений, в этой главе приводятся лишь несколько типичных.*
На рис. 1 изображен схематический геологический профиль А-А
субширотного направления, пересекающий несколько ложбин к се-
веру от Новогрудской возвышенности, где Неман образует круп-
нейшую северную дугу. В левой части рисунка профиль наискось

* Все геологические профили составлены Л.А.Казак и Г.И.Горещким по разрезам сква-
жин из фондовых материалов Управления геологии при СМ БССР, его экспедиций и пар-
тий. Гидропроекта и других организаций.

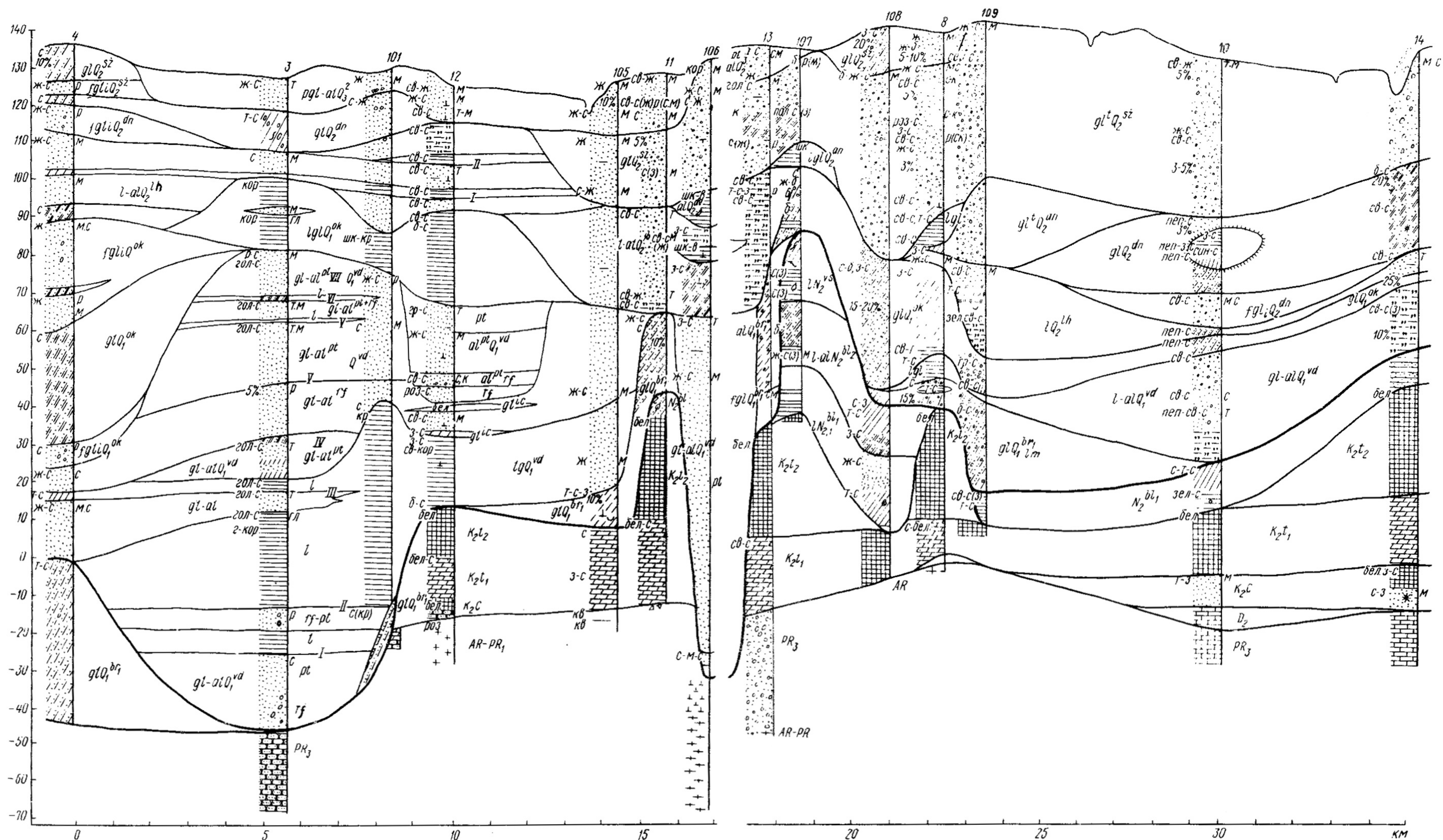


Рис. 1. Схематический геологический профиль А-А субширотного направления к северо-востоку от Новоградской возвышенности. Условные обозначения ко всем профилям: литологические: 1 — торф; 2 — песок (п — пылеватый, т — тонкозернистый, м — мелкозернистый, с — среднезернистый, к — крупнозернистый, р — разнозернистый, р(м,с,к) — разнозернистый с преобладанием мелкой, средней или крупной фракции, г — грубозернистый, гр — гравелистый); 3 — песок с гравием и галькой; 4 — гравий, галька, валуны; 5 — щебень; 6 — супесь грубая (легкая, тошная); 7 — супесь тонкая (жирная, тягучая); 8 — суглинок грубый; 9 — суглинок средний; 10 — суглинок тонкий; 11 — глина средняя и тонкая; 12 — глина с гравием и галькой; 13 — алевроит; 14 — алевролит; 15 — песчаник; 16 — мел; 17 — мергель; 18 — известняк; 19 — коры выветривания; 20 — гравелит; 21 — конгломерат; 22 — туфопесчаник; 23 — туфиты; 24 — амфиболиты; 25 — кварциты; 26 — кварцевые жилы, полевошпатово-кварцевая порода; 27 — гранито-гнейсы; 28 — гнейсы; 29 — граниты; 30 — прослойки и гнезда песка; 31 — прослойки супеси; 32 — прослойки суглинков и глин; 33 — прослойки мела и мергеля; 34 — включения глауконита; 35 — глинистость; 36 — пылеватость; 37 — известковистость; 38 — слюдяность; 39 — растительные остатки, древесина; 40 — гумусированность; 41 — фауна; 42 — пережатость; 43 — зеркала скольжения; 44 — интервал пород, взятых на палинологический анализ; 45 — интервал пород, взятых на палеокарпологи-ческий анализ; 46 — угол падения породы; 47 — процент содержания гравийно-галечного материала; 48 — отторженцы; цвет пород обозначен начальными буквами влево от линии разреза: с — серый, ж — желтый, кр — коричневый, б — бурый, к — красный, шк — шоколадный, св-с — светло-серый, с(з) — серый с зеленым оттенком и т.д.; генетические: еол — эоловые; д — делювиальные; ел — элювиальные; л — озерные; л-ре — озерно-болотные; л-ст — озерно-старичные; ал — аллювиальные; л-ал — озерно-аллювиальные; рgl — перигляциальные; рgl-al — перигляциально-аллювиальные; gl — гляциальные (моренные); gl — конечно-моренные; gl^{ак} — акватическая морена; gl^с — солифлюкционная морена; gl^т — терминально-флювиальная морена (конечно-моренно-потоковая); igl — внутриморенные; fgl — флювиогляциальные надморенные; gl-al — гляциоаллювиальные; lgl — лимногляциальные; фации: st — старица, st(√) — осадки фации стариц, затронутые выветриванием, rf — периферийно-русловая, или периферийно-старичная, pt — русло верхний, поздний антропоген (плейстоцен); Q₄ — средний антропоген; Q₃ — нижний, ранний антропоген; горизонты: Q₃ — валдайский; Q₃^{mk} — микулинский (муравинский); Q₂^{ms} — московский; Q₂^{sz} — сожский; Q₂^{rs2} — рославльский (шкловский); Q₂^{dn} — днепровский; Q₂^{kr1} — нижнекривичский; Q₂^{kr2} — верхнекривичский; Q₂^{ln} — ляховинский; Q₂^{ok} — окский (верхнеберезинский); Q₁^{vd} — венедский; Q₁^{br1} — нижнеберезинский (белорусский); N₂^{sv} — сивковская свита верхнего плиоцена; N₂^{vs2} (v) ар — ольховская свита (аналог биклянского горизонта акчагыла); N₂^{kn} — кинельская свита; N₂^{bl3} (as) — верхнебелый горизонт белой свиты, асоки; N₂^{bl2} (dt) — среднебелый горизонт, детомля; N₁^{bl1} (lz) — нижнебелый горизонт, лозы; N₁^{gr} — гродненская свита миоцена; (P₃-N₁)^{pl} — полтавская серия; P₃^{kr} — харьковская свита; P₂^{kv} — киевская свита; P₁ — нижний палеоген; K₂^{pr} — кампанский ярус верхнего мела; K₂^s — сантонский ярус; K₂^{cn} — коньякский ярус; K₂^t — туронский ярус; K₂^c — сеноманский ярус; K₁^{al} — альбский ярус нижнего мела; J₃^o — оксфордский ярус верхней юры; J₃^k — келловейский ярус; J₂^{bt} — батский ярус средней юры; D₂^{nr} — наровский ярус среднего девона; PR₃ — верхний протерозой; PR₂ — средний протерозой; AR-PR₃ — архей-верхний протерозой; AR-PR₂ — архей-средний протерозой; AR — архей

пересекает обширную Лидскую ложбину, низы которой у скв. 4 сложены нижеберезинской (белорусской, дзукийской) мореной мощностью свыше 40 м и венедским гляциоаллювием мощностью до 35 м. Эту ложбину нельзя отнести ни к чисто экзарационному, ни к чисто гляциоэрозионному типу. Наиболее приемлемо подобного типа ложбины называть ложбинами ледникового выпахивания и размыва.

Интенсивное ледниковое выпахивание и размыв в Лидской ложбине привели к уничтожению всех осадков меловой системы мощностью до 50–60 м и протерозойско-архейских пород мощностью до 30 м. Средняя часть разреза Лидской ложбины, сложенная ленточными глинами мощностью до 50–55 м, перекрывается венедским гляциоаллювием, мореной и ленточными глинами окского оледенения. Выше залегают озерно-аллювиальные осадки лихвинского межледниковья, перекрытые днепровской мореной.

Приуроченность двух горизонтов ленточных глин нижнеплейстоценового возраста к одному и тому же участку Лидской ложбины (скв. 3 и 4) свидетельствует об унаследованном развитии Лидской ложбины. Весьма вероятно, что эта унаследованность проявляется в современном рельефе Лидской болотистой низины и в ее физико-географических особенностях – сильной обводненности и заболоченности, повышенной озерности, залесенности.

В центральной части рассматриваемого геологического профиля обращает на себя внимание Ольховская ложбина ледникового размыва (скв. 11, 106, 13). Расстояние между крайними скважинами 3 км; ширина ложбины по верху менее 3 км, по низу – менее 1 км. Каньонообразную форму ложбина сохраняет только в нижней части, выработанной в меловых и частично протерозойских породах, а также в нижеберезинской морене.

Ольховская ложбина ледникового размыва выполнена песками венедского гляциоаллювия, преимущественно мелкими, в нижней части мелкими и средними, общей мощностью до 97 м. Верхняя часть ее срезана при накоплении озерно-аллювиальных осадков лихвинского межледниковья.

Формированию Ольховской ложбины предшествовали мощные гляциодислокации, приподнявшие нижеберезинскую морену на 50–90 м. Образовался крупный гляциокупол, в средней части которого и возникла ложбина ледникового размыва.

Весьма интенсивные гляциодислокации проявились и в соседнем с Ольховской ложбиной восточном участке с центром у д. Асоки. Асокинские пликативные гляциодислокации захватили толщу неогеновых пород белицкой и вселюбской свит, опустив их у скв. 108 и приподняв у скв. 107. В осевой части асокинской гляциосинклинали уменьшена мощность меловых пород (за счет их гравитационного отжатия) и увеличена мощность окской морены.

В правой части профиля, соответствующей продольному сечению Налибокской ложбины, наблюдается более спокойное залегание пород. Днище ложбины выстилается то нижеберезинской мореной, то венедским гляциоаллювием.

Наблюдается определенная связь гляциодислокаций с участками ложбин ледникового выпахивания и размыва, выражающаяся в разрыве слоев непосредственно у ложбин и опускании ложа неогеновых пород на некотором отдалении от оси ложбин, а также в уменьшении мощности меловых отложений под ложбинами. Эта связь прослеживается и на участке схематического геологического профиля Б-Б (рис. 2), расположенного в 4 км южнее профиля А-А. На водораздельной перемычке между двумя ложбинами (скв. 119, 120 и 121) сохраняется нормальная мощность меловых и неогеновых пород в стратиграфической последовательности (эталонные разрезы белицкой и вселюбской свит у скв. 119 и 120). На участке Налибокской ложбины (скв. 122 и 123) неогеновые породы резко опущены, сильно дислоцированы, превращены в крупные отторженцы в окской морене.

В левой части профиля Б-Б, к западу от перемычки, в Кремушевской ложбине, уменьшена мощность меловых отложений вплоть до их полного уничтожения, сильно сокращена мощность неогеновых пород, которые оказались дислоцированными, превращенными в отторженцы или нацело снесенными. Уничтожена последующим размывом (с образованием венедского гляциоаллювия) и нижеберезинская морена. Большой мощностью на участках профиля отличаются окская и днепровская морены.

Генетическая связь ложбин ледникового выпахивания и размыва с гляциодислокациями иллюстрируется и схематическим геологическим профилем В-В, секущим один из участков Новогрудской возвышенности (рис. 3). Киевские глауконитовые пески здесь сильно дислоцированы, амплитуда достигает 140 м на расстоянии меньше 2 км с опусканием к центру ложбины. Неогеновые породы также опущены к осевой части ложбины (амплитуда до 50 м на расстоянии около 4 км). Нижеберезинская морена сохранилась на борту ложбины, прорезанном при заложении ложбины ледникового размыва, выполненной венедским гляциоаллювием мощностью до 117 м. Морена окского оледенения также опускается к центру ложбины.

Новогрудская ложбина ледникового размыва нацело прорезает меловые отложения до кровли протерозойских пород, на 15 м ниже уровня моря. Мощность антропогенных отложений в осевой части Новогрудской возвышенности достигает 316,5 м. На венедском гляциоаллювии залегают ленточные глины окского оледенения и озерно-аллювиальные осадки лихвинского межледниковья мощностью до 110 м, перекрытые сожской мореной, имеющей мощность около 65 м. Чрезмерная мощность лихвинских образований объясняется накоплением их в низине, возникшей в осевой части ложбины, и вероятным выдавливанием песков с бортов во время днепровского оледенения.

Формирование ложбин ледникового выпахивания и размыва было неразрывно связано с воздействием нижеберезинского и окского ледников на субстрат из меловых пород, что приводило к

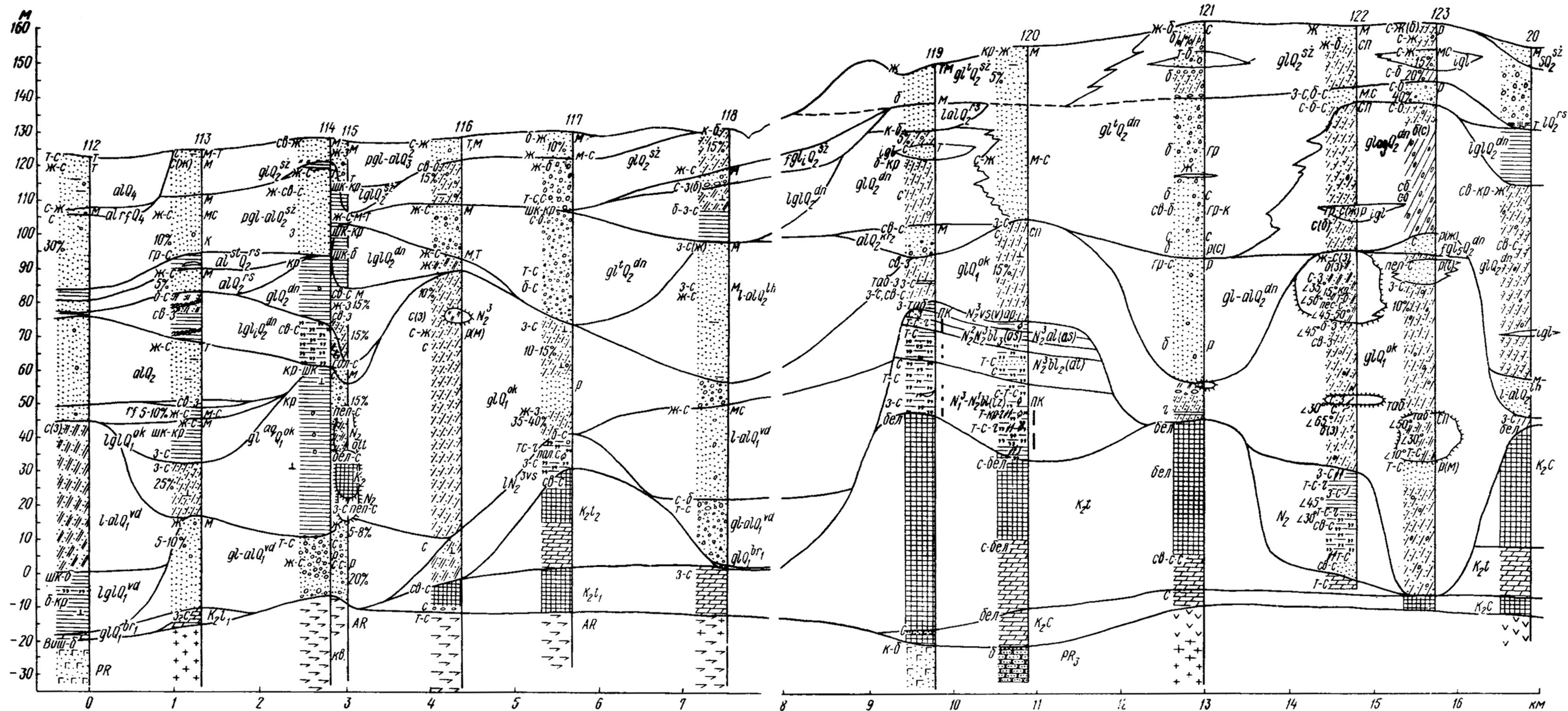


Рис. 2. Схематический геологический профиль Б-Б, секущий участок к северу от Новогрудской возвышенности, расположенный в 4 км к югу от профиля А-А

уменьшению мощности меловых отложений вплоть до полного их уничтожения, к возникновению чудовищных гляциодислокаций и ог-

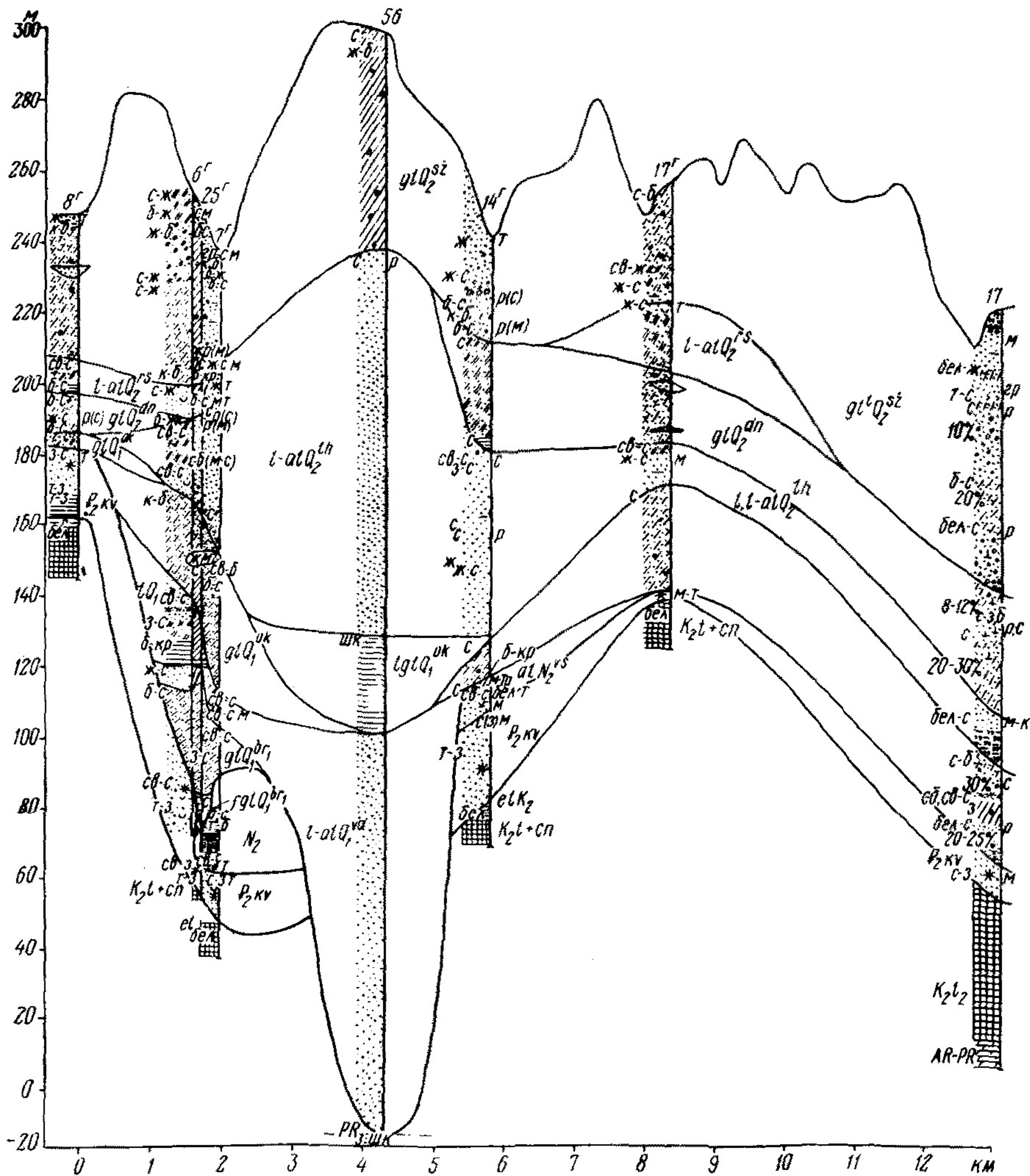


Рис. 3. Схематический геологический профиль В-В по одному из участков Новогрудской возвышенности

ромного количества отторженцев. Исходя из такой закономерности, были составлены карты мощности меловых пород в целях

сопоставления с ними карт ложбин ледникового выпахивания и размыва. Сходимость карт оказалась довольно высокой (особенно по центральной части Белорусского кристаллического массива).

Еще более сильное воздействие оказали нижнеплейстоценовые ледники на субстрат из палеогеновых и неогеновых отложений, уничтоженных почти полностью на участках ледниковых ложбин, в районах краевых ледниковых образований. В тех же немногочисленных местах, где осадки палеогена и неогена сохранились, они помогают изучению генезиса долинообразных понижений в рельефе постели антропогеновых отложений.

Залегание палеогеновых и особенно неогеновых пород на территории Белорусского Полесья часто нарушено, приурочено к самым различным уровням и отметкам. Для определения положения этих осадков *in situ* (или близко к нему) учитывались залегание на сохранных меловых породах нормальной мощности, последовательная стратификация и ненарушенная слоистость. Пользуясь этими показателями, удалось определить, какие палеогеновые и неогеновые осадки залегают *in situ*, а какие выведены из своего нормального положения.

Оказалось, что нарушенные палеогеновые и неогеновые породы залегают на бортах или у дна антропогеновых переуглублений, будучи приподнятыми или опущенными. Опущенное залегание наблюдается гораздо чаще, что объясняется не только динамическим, но и гравитационным воздействием ледников на подстилающие породы.

В некоторых местах осевой части гляциосинклинали, образованной в неогеновых отложениях, породы совершенно не нарушены (скв. 108, см.рис. 1), тогда как на крыльях они сильно деформированы (скв. 107). Вероятно, неогеновые породы в центре гляциосинклинали составляли с мореносодержащим льдом единое целое, как бы монолит, выдавливавший меловые отложения и отжимавший их в стороны.

Похожий пример гравитационного воздействия ледника иллюстрируется геологическим профилем Г-Г поперек ложбин ледникового выпахивания и размыва на одном из участков Волковыского района (рис. 4). Волковская ложбина ледникового выпахивания и размыва достигла протерозойских пород на 135 м ниже уровня моря, прорезав всю толщу меловой системы мощностью до 170 м. Это одна из самых глубоких ледниковых ложбин Белорусского Полесья, заполненная нижнеберезинской и окской моренами общей мощностью 200 м (скв. 5).

Глауконитовые пески киевской свиты смяты в гляциосинклинальную складку (скв. 21,28,23) с неогеновыми породами белицкой и вселюбской свит в осевой части (скв. 28), практически не нарушенными (аналогично неогеновым отложениям из скв.108; см. рис. 1).

Мощность неогеновых пород в районе Волковской ложбины превышает 83 м, причем мощность вселюбской свиты зеленовато-серых алевритов достигает максимума для Белорусского Полесья.

манья — 55 м (скв. 11).

Огромная глубина Волковской ложбины, четко выраженная V-образная форма ее поперечного сечения и большая крутизна ее бортов, выработанных в мелах, способствовали развитию солифлюкционных процессов, течению моренно-грязевой массы, образованию акватической и локальных морен, а также морен-текунов.

Гравитационное воздействие ледников на подстилающие породы непосредственно переходит в динамическое воздействие, в образование ледниковых чешуй, выдавливание и выжимание их с отрывом от субстрата и передвижением сначала вверх, а затем вперед, в дистальном направлении. Частое расположение скважин на геологическом профиле Д-Д (рис. 5) поперек Налибокской ложбины ледникового выпахивания и размыва дает возможность изобразить крупную ледниковую чешую, прослеживаемую на глубину до 170 м протяженностью до 3 км.

Ледниковая чешуя сложена сильно нарушенными неогеновыми породами вселюбской свиты (скв. 137, 138), часть из которых уже перешла в состояние отторженца (скв. 138), затем отторженной складки меловых отложений, подстилаемых и перекрываемых неогеновыми породами вселюбской свиты (скв. 139, 140), и далее отторженцами мела (скв. 141, 142). Общее падение ледниковой чешуи северо-западное — вероятно, в сторону движения ледника. В правой части профиля неогеновые осадки белицкой и вселюбской свит, подстилаемые меловыми породами нормальной мощности, оказались ненарушенными (аналогично неогеновым отложениям, вскрытым скв. 119 и 120, — профиль Б-Б, см. рис. 2).

Отложения нижнеберезинской, окской и днепровской морен, а также лихвинских межледниковых пород, в которые внедрились меловые и неогеновые осадки, сильно дислоцированы.

Итак, связь долинообразных понижений в рельефе ложа антропогеновых отложений Белорусского Понеманья с гляциодислокациями, гляциотектоникой несомненна: эти понижения являются ложбинами ледникового выпахивания и размыва, возникшими под гравитационным и динамическим воздействием ледников на подстилающие породы.

А не могли ли такие ледниковые ложбины образоваться на месте доледниковых речных долин, деформированных и преобразованных перекрывавшими их ледниками? Как уже было показано на типичных примерах, поперечное сечение ложбин ледникового выпахивания и размыва обычно V-образное. Ниже приводится дополнительный пример, указывающий на принципиальную возможность деформации V-образного поперечного сечения ложбин ледникового выпахивания и размыва. На геологическом профиле Е-Е (рис. 6), секущем долину Немана между устьями Шары и Лебедки у д. Голынки и вскрывающем субширотную ледниковую ложбину, расположенную в долине Пра-Немана, представлена глубокая V-образная ложбина, сохраняющая первоначальное сечение в пределах отметок 25–81 м ниже уровня моря. В этой нижней части ложбина сложена нижнеберезинской мореной и венедским гляциоаллю-

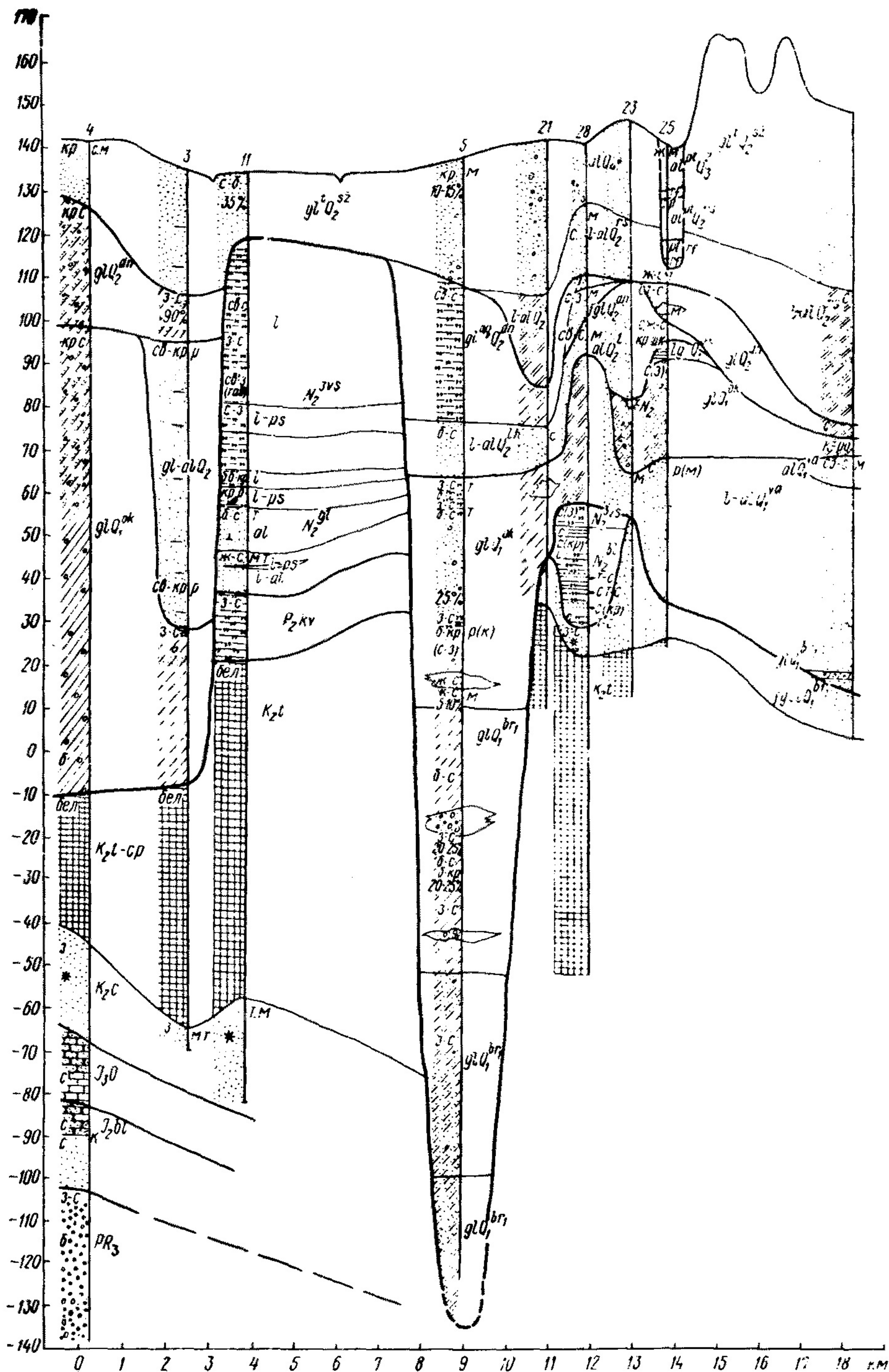
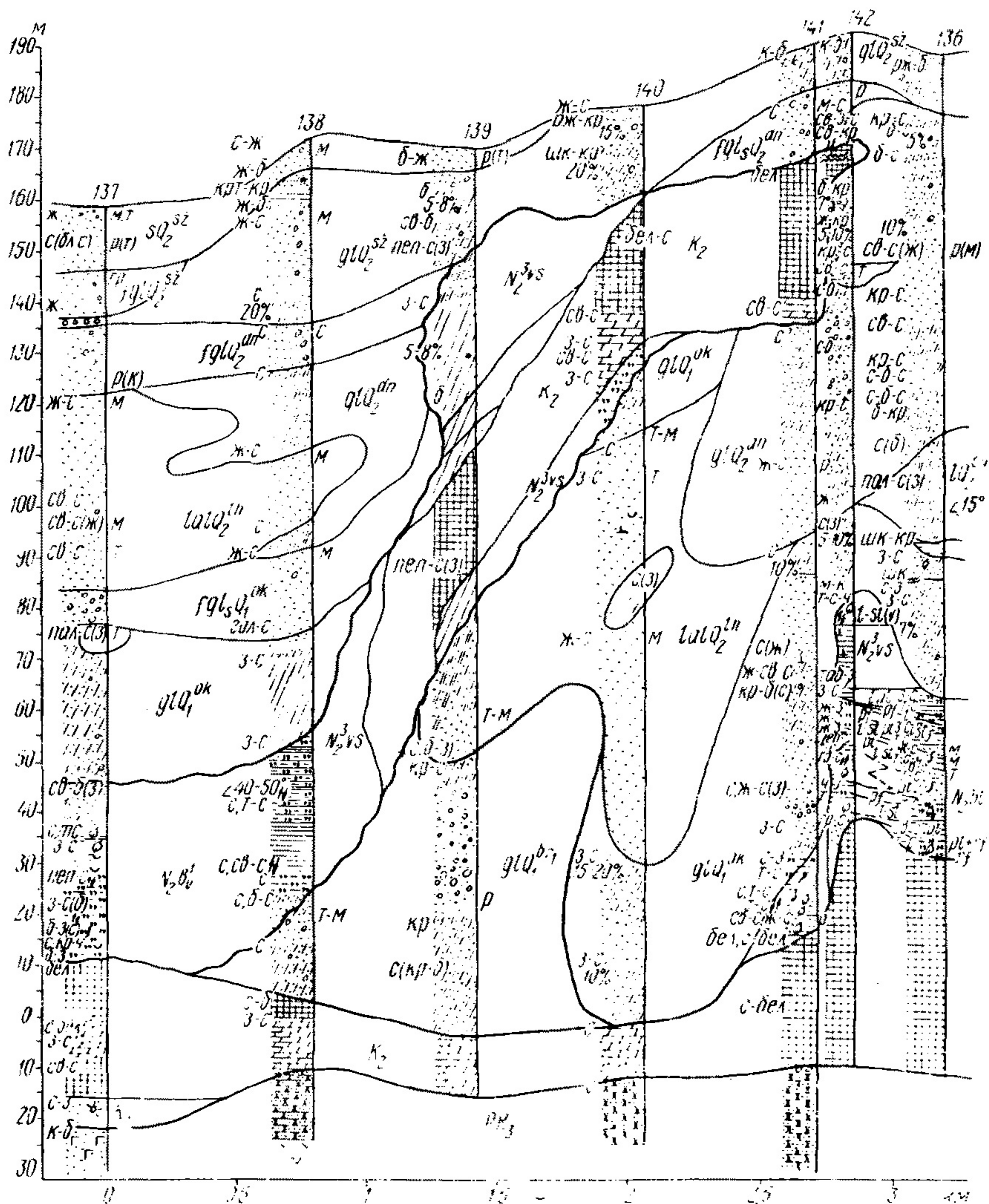


Рис. 4 Схематический геологический профиль Γ-Γ по одному из участков Волковы-ской возвышенности

Выше, в интервале отметок + 15 - -25 м, на уровне песков в основании окской морены, ширина ложбины увеличивается вдвое. Не исключено, что это расширение - результат осцилляции окского ледника и образования параллельной ледниковой ложбины, выполненной внизу осцилляционной мореной, а выше мощной толщей лимногляциальных отложений.



Ледниковая ложбина у д. Голынки углубилась в архей-протерозойские породы на 28 м, в меловые отложения на 80, в осадки киевской свиты на 15 и в неогеновые породы на 25 м. Кровля неогеновых отложений вскрывается на отметке 65 м, или 46 м

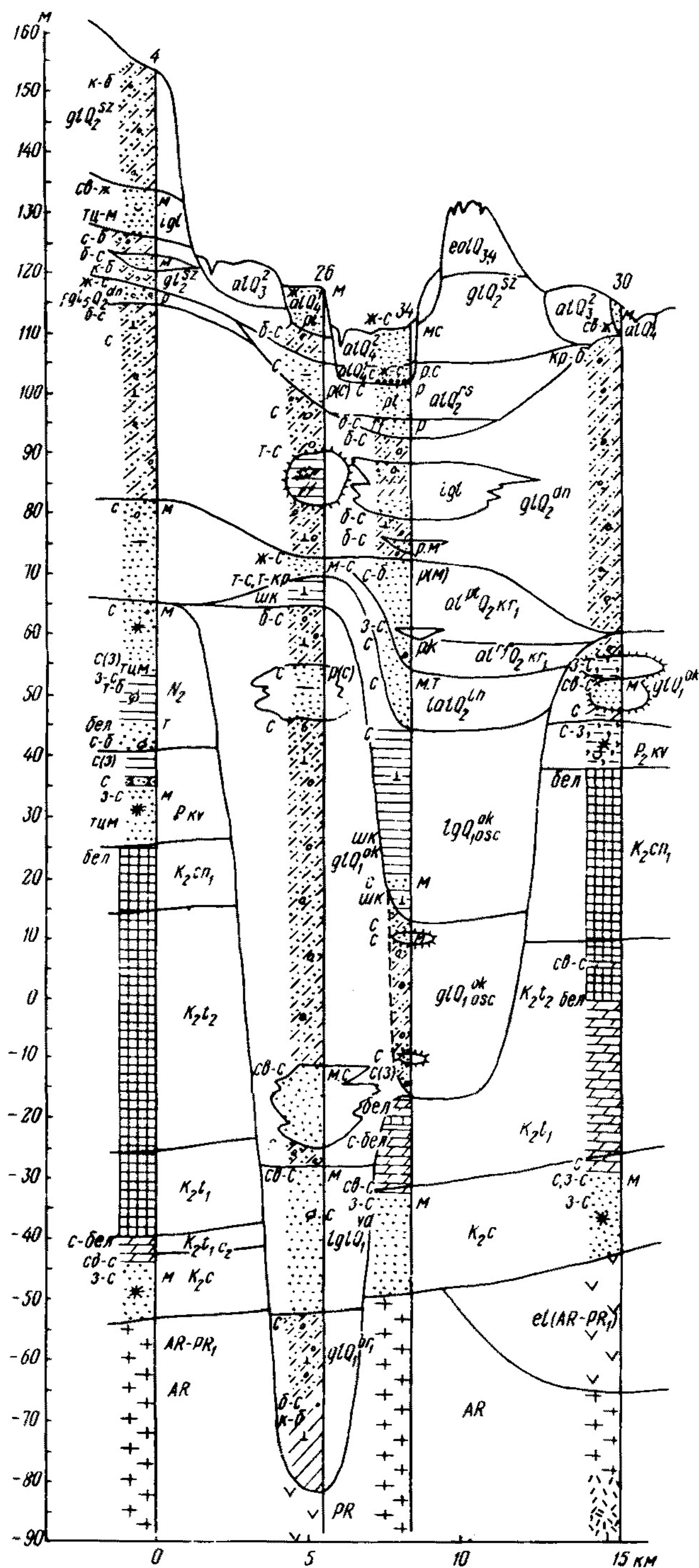


Рис. 6. Схематический геологический профиль Е-Е поперек долины Немана между устьями Шары и Лебежки

ниже межи Немана. Приблизительно на такой глубине располагалась пойма неогенового Палео-Немана, долина которого была предпочтительной трассой для продвижения нижнеплейстоценовых ледников. Однако специфика образования ледниковой ложбины у д.Голынки заключается не в пространственном совпадении ложбины с долиной Палео-Немана, а в условиях формирования каньонообразного вреза глубиной 148 м, выполненного внизу мореной.

Не было ли дополнительных условий (кроме гравитационного и динамического воздействия ледников на подстилающий субстрат), которые вызывали возникновение каньонообразных ложбин? В тех нечастых случаях, когда на дне ложбин залегают песчано-гравийно-галечные скопления, формировавшиеся в водном потоке, образование ложбин можно связать с размывом под ледником, под мощным гидростатическим давлением (наподобие того, как формируются озы).

Гораздо труднее объяснить возникновение узких и глубоких каньонообразных ложбин, выполненных моренами и имеющих в плане конфигурацию, напоминающую речные долины. Некоторые соображения по этому вопросу можно высказать исходя из специфических особенностей морен, заполняющих ложбины. Наряду с нормальной массивной мореной в ложбинах широко представлены разновидности слоистой акватической, локальной морены и морен-текунов.

Морены-текуны отличаются явной и скрытой слоистостью, флюидальными текстурами, частой встречаемостью в их составе окатышей глинистых пород, незначительным содержанием обломочного материала, уменьшенной крупностью валунов и галек. Самая отличительная их особенность — включения окатышей глинистых пород, преимущественно глин, в том числе ленточных, и суглинков. Преобладают окатыши в 3–5 мм, удлиненной формы, с общей ориентировкой по диагонали и падением под углами 10–30°, по-видимому, навстречу движению моренной массы. Морены-текуны достигают 47 м мощности (скв. 5 у г.Волковыска).

Присутствие в моренных отложениях ледниковых ложбин морен-текунов, переслаивающихся с акватическими, солифлюкционными и массивными моренами, свидетельствует о многофазном формировании ложбин, связанном с осцилляционными подвижками ледников, об участии в заполнении ложбин моренно-грязевых потоков типа мутьевых потоков подводных каньонов. Руслообразные очертания ледниковых ложбин в плане обусловлены, вероятно, деятельностью не только талых подледниковых вод, но и работой моренно-грязевых потоков.

Геологическое строение ледниковых ложбин Белорусского Понеманья должно быть положено в основу определения их генезиса и классификации. Отсутствие в ложбинах типичных аллювиальных отложений с характерными фациями аллювия (размыва, русла, разлива и стариц), огромная мощность осадков, в том числе гляцио-аллювия, не свойственная нормальным аллювиальным свитам, преобладание отложений ледникового, флювиогляциального, лимногляциального, озерно-аллювиального и озерного происхождения убе-

дительно доказывают неаллювиальный генезис ложбин.

Заполнение ложбин породами различного происхождения, значительной мощности, с несогласным залеганием, явными перерывами в осадконакоплении — все это подтверждает многофазность образования ложбин, формирование их и в подледниковых, и в подводных условиях.

Разнообразие и пестрота геологического строения ложбин ледникового выпахивания и размыва, взаимопереходы ложбин ледникового выдавливания, ледникового выпахивания, ледникового размыва и ложбин смешанного характера (ледникового выпахивания и размыва) затрудняют и классификацию их, и выделение в натуре (особенно по единичным скважинам), изображение на геологических картах и профилях. Поэтому вполне допустимо пользование одним термином — **л е д н и к о в ы е л о ж б и н ы**.

Возраст глубоких ледниковых ложбин Белорусского Понеманья долихвинский и доокский. Но встречаются ледниковые ложбины и более молодых возрастов, связанные с деятельностью окского, днепровского и сожского ледников.

В формировании вещественного состава антропогенных отложений Белорусского Понеманья, дифференциации этого состава и миграции микроэлементов огромная роль принадлежит аллювиальным процессам. Особенно большое значение имели процессы, связанные с эрозийной деятельностью Пра-Немана, выразившейся в накоплении венедской, ниже- и верхнекривичской свит погребенного аллювия. Существенное влияние на минералогическую и геохимическую дифференциацию оказывали также гляциоэрозийные процессы, связанные с деятельностью подледниковых потоков, обусловивших осадконакопление гляциоаллювия.

К большому сожалению, изучение погребенных аллювиальных свит Пра-Немана и гляциоаллювия Белорусского Понеманья сопряжено с целым рядом непреодоленных препятствий. Главнейшее из них — ничтожно малое количество буровых скважин, расположенных по поперечникам в пойме и на надпойменных террасах Немана, низкое качество керн из песчаных пород аллювия. Второе важнейшее препятствие заключается в **у н и ч т о ж е н н о с т и** и **д е ф о р м и р о в а н н о с т и** **а л л ю в и а л ь н ы х** **с в и т** **П р а - Н е м а н а** **р а з н о в о з р а с т н ы м и** **л е д н и к а м и**. Поэтому имеющиеся к настоящему времени материалы по изучению палеопотамологии Палео-Немана и Пра-Немана носят крайне фрагментарный характер.

Аллювиальные и озерно-аллювиальные свиты Палео-Немана сохранились лишь на отдельных отрезках Понеманья, причем подверглись сильному воздействию гляциотектоники. В этом можно убедиться при рассмотрении схематических геологических профилей А-А и Б-Б (см. рис. 1, 2) и профиля Ж-Ж вдоль русла Немана у дд. Александрово и Сивково (рис. 7). На породах киевской и харьковской свит палеогена у д. Александрово согласно залегают осадки гродненской свиты миоцена, перекрываемые с некоторым несогласием сивковской свитой верхнего плиоцена, нижеберезинской

мореной и венедским гляциоаллювием.

Отложения нижнего и среднего плиоцена у д.Александрово отсутствуют в результате размыва или перемещения русла нижне-среднеплейстоценового Пра-Немана. В Белицко-Вселобско-Новогрудском районе сохранились осадки белицкой свиты неогена, относящиеся к нижнему, среднему и верхнему плиоцену (см. рис. 2, 3).

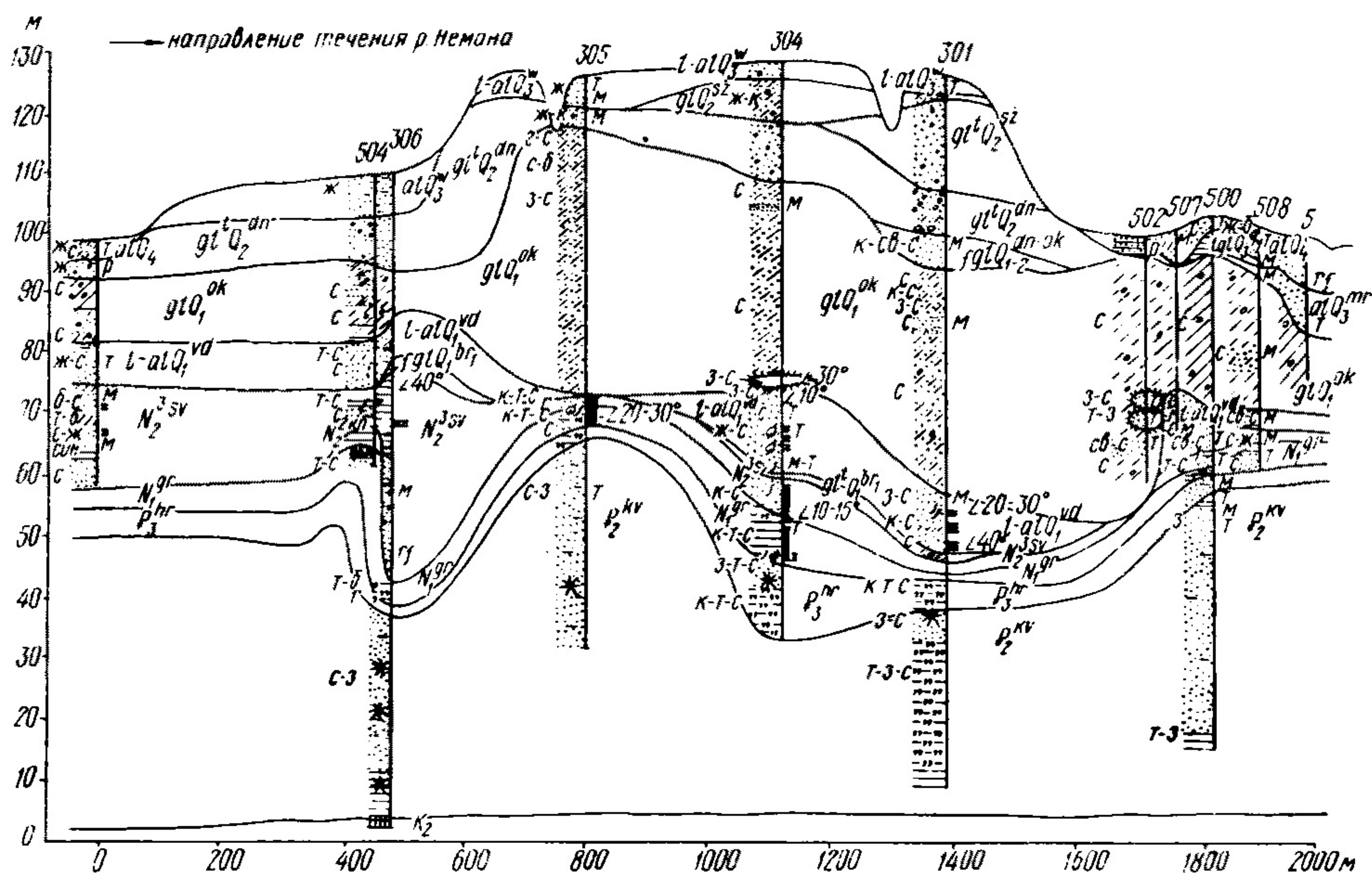


Рис. 7. Схематический геологический профиль Ж-Ж вдоль русла Немана по его правому берегу у д.Александрово и Сивково

Соотношения венедской, нижнекривичской и верхнекривичской аллювиальных свит Пра-Немана представлены на широтном профиле 3-3 через д.Заброды к северу от Новогрудской возвышенности (рис. 8).

Низы долины Немана заполнены венедским гляциоаллювием, достигающим мощности 40-60 м с отметкой ложа - 30 м. Собственно аллювиальная венедская свита имеет мощность около 15 м (скв. 128 и 129). Постель венедского аллювия расположена на отметках 44-47 м, или на 73-76 м ниже межени Немана.

Нижнекривичская аллювиальная свита вскрыта тремя скважинами (127, 128 и 129). Сложена она песками фации русла, разномерными и крупномерными, желтовато-серыми и серыми, подстилаемыми песчано-гравийно-галечными накоплениями фации размыва; мощность свиты изменяется от 3,5 до 11,5 м.

Ложе нижнекривичской аллювиальной свиты покоится на отметках 56-65 м, или на 55-63 м ниже межени.

Верхнекривичская аллювиальная свита пройдена теми же тре -

хорошей фациальной полноты аллювия Пра-Немана.

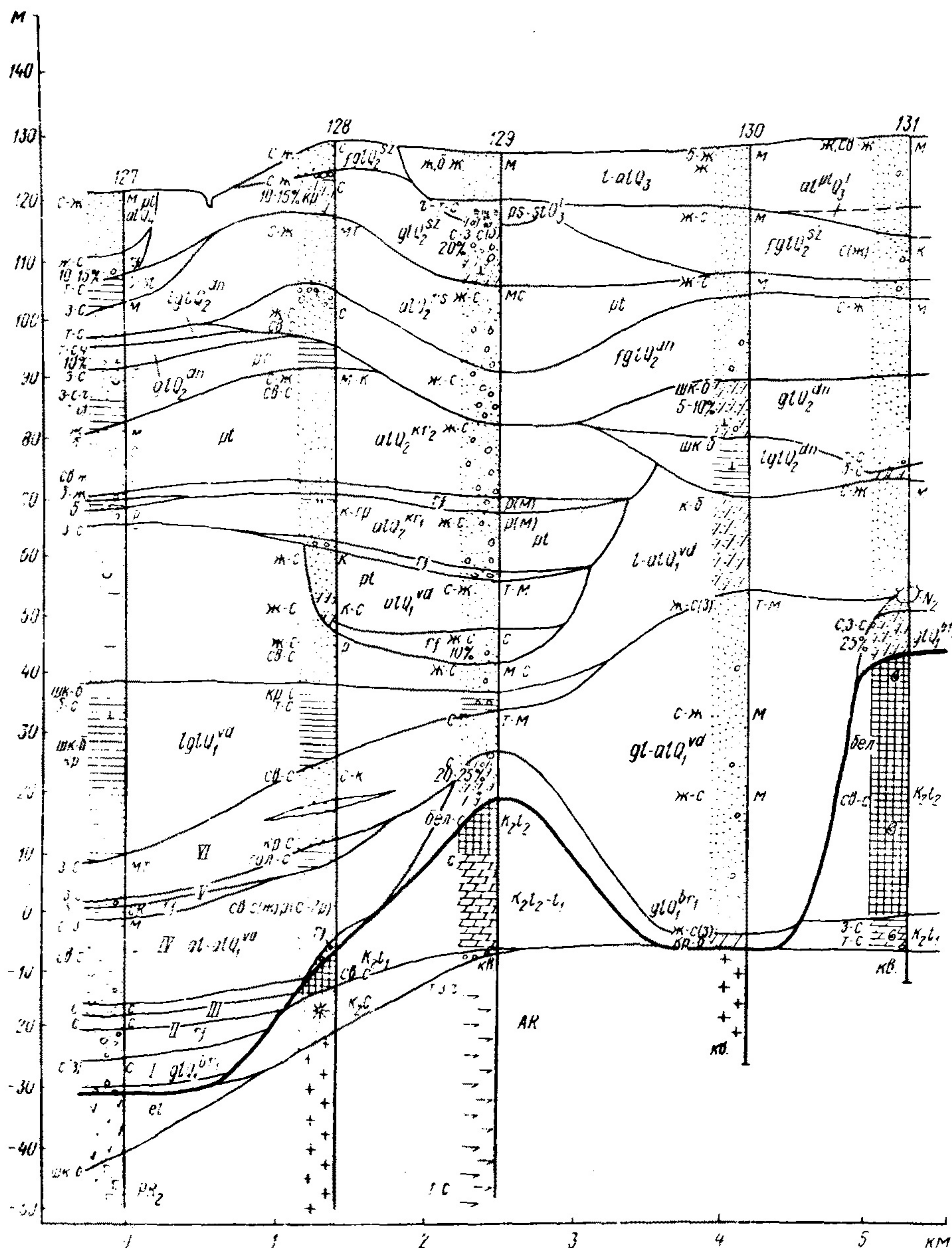


рис. 8. Схематический геологический профиль 3-3 широтного направления к северу от Новогрудской возвышенности через д.Заброны

Влияние гляциотектоники на опускания и поднятия постели аллювиальных свит Пра-Немана иллюстрируется и продольным геологическим профилем И-И (рис. 9), секущим правобережье Немана между Зельвянкой и Шарой недалеко от борта современной его долины. Вблизи участка ледниковой ложбины у скв. 120-2 (Заборье) ложе нижнекривичского аллювия опущено до отметки 40 м, или на 69 м ниже межени (скв. 2), а постель нижележащих лих —

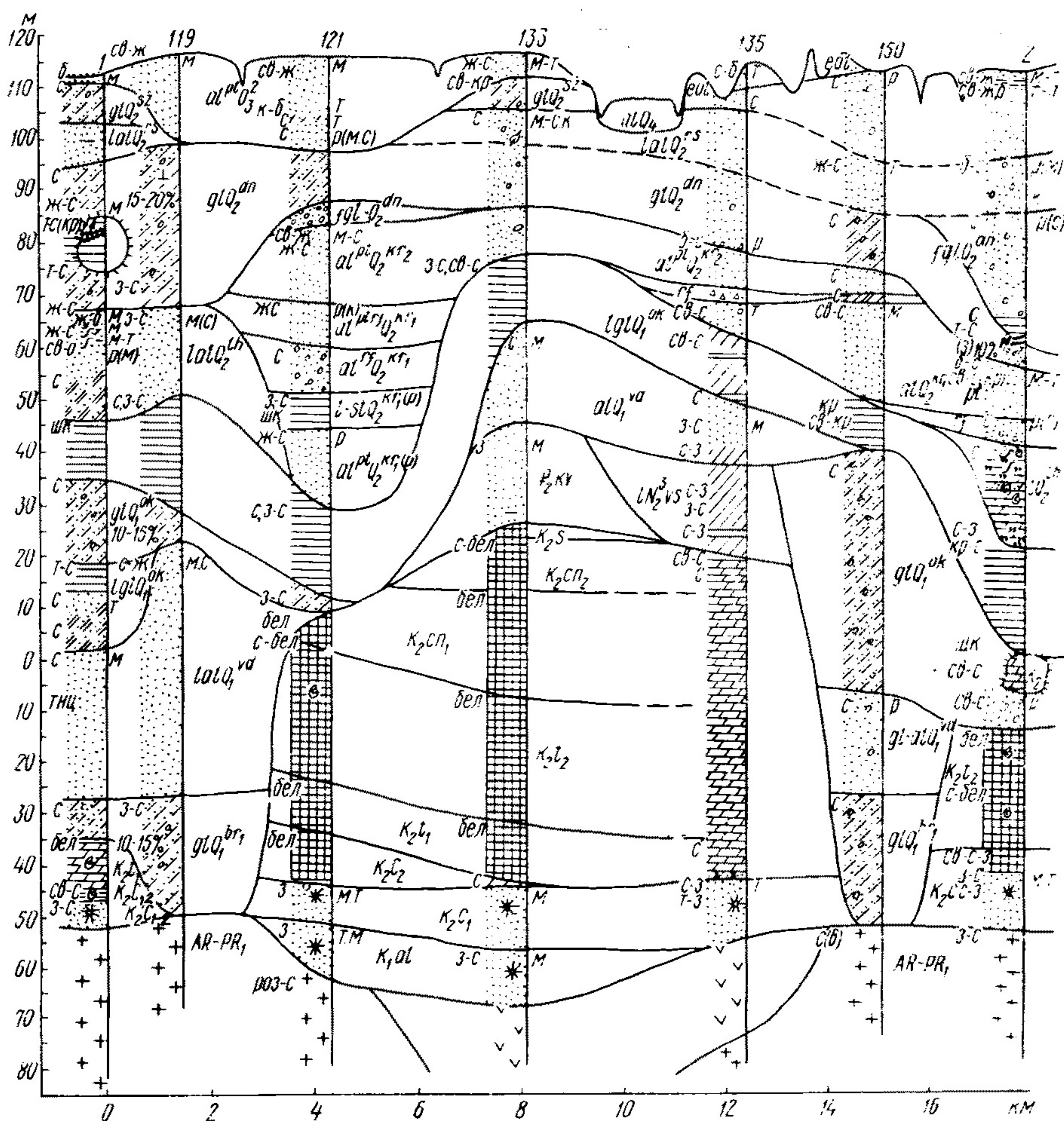


Рис. 9. Схематический геологический профиль И-И по правобережью Немана между Зельвянкой и Шарой

винских озерных осадков (убедительно охарактеризованных палинологическими анализами Е.Н.Анановой) опущена еще ниже, до отметки 21 м, или на 88 м ниже межени.

На водораздельном межложбинном участке, где полностью сохранились отложения меловой системы, частично киевской свиты палеогена и вселюбской свиты неогена, ложе венедской аллювиальной свиты приподнято до отметок 37-45 м (или на 64-72 м ни-

же межени), т.е. почти до такого же уровня, как на верхнем по течению участке к сезеру от Новогрудской возвышенности (см. рис. 1).

Вблизи ледниковой ложбины у скв.119-121 (Мосты) значительно опущено ложе нижнекривичского аллювия - до такого же уровня, как в скв.2, и даже несколько ниже. Постель венедского гляциоаллювия залегает в ледниковых ложбинах у скв.119 и 2 на от-

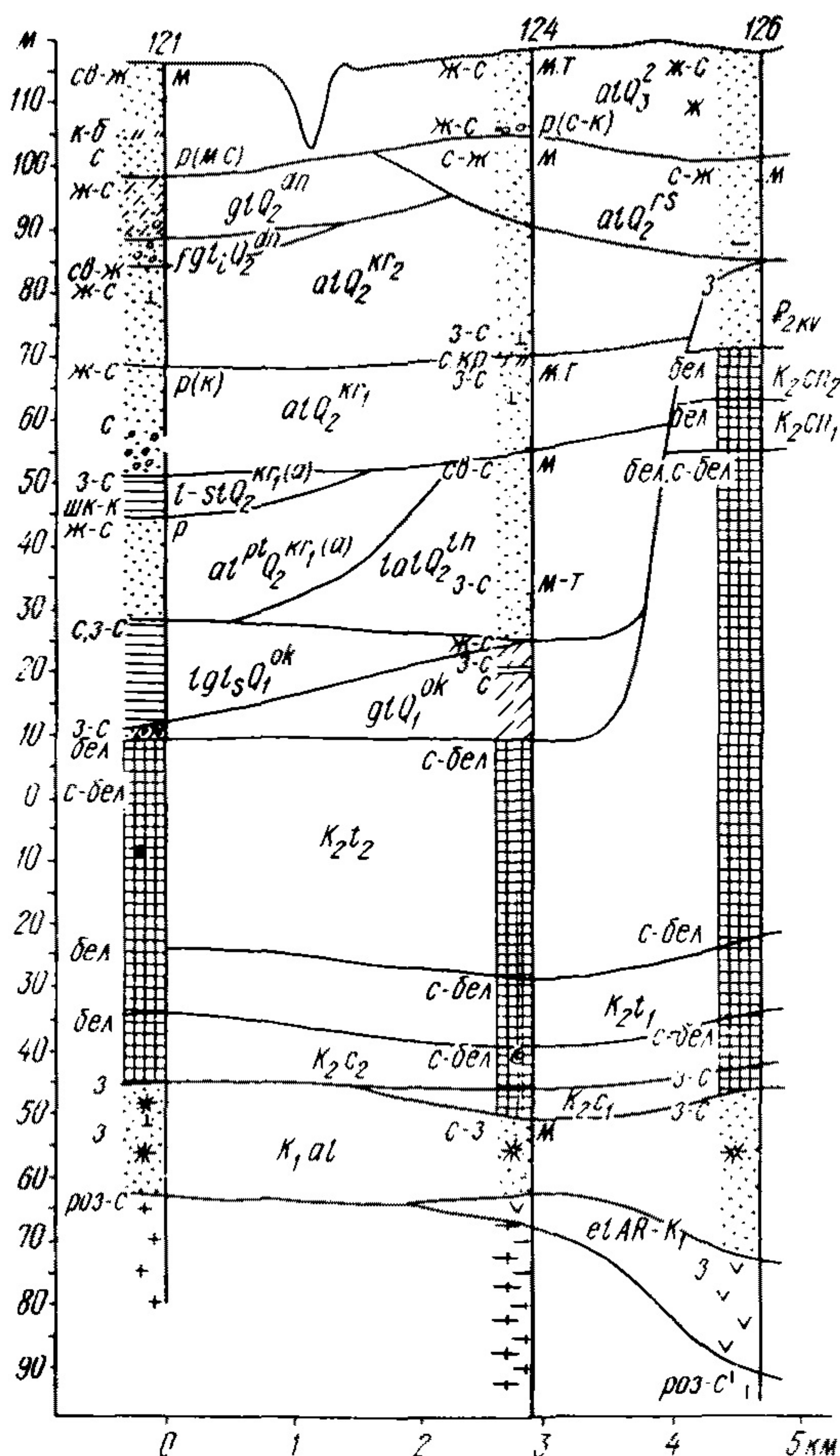


Рис.10.Схематический геологический профиль К-К
через долину Немана выше Мостов

из рассмотрения профиля К-К (рис. 10), секущего долину Нема-на выше Мостов.

Укрупнение гранулометрического состава от скв. 124 в сторону скв. 121 наблюдается не только в озерно-аллювиальных отложениях (если к ним отнести и проблематичные пески скв. 121), но и в аллювии ниже- и верхнекривичской свит, вскрытых скв. 121

метках - 27 м (на 136 м ниже межени), т.е. почти на такой же глубине, как и в Лидской низине (- 30 м).

Опускание ложа нижнекривичской свиты у скв. 121 и 2 подчеркивается соответствующим опусканием слоя лимногляциальных глин и суглинков с поднятием их на межложбинном участке. С опусканием постели нижнекривичского аллювия у скв. 121 связана сдвоенность толщи этого аллювия с образованием оригинального аллювия - $al^{pt} Q_2^{kr} 1(a)$, состоящего из типичных разнозернистых песков, слабо сортированных, без выраженного базального горизонта (фаии размыва). Не исключено, однако, что своеобразные пески слоя $al^{pt} Q_2^{kr} 1(a)$ представляют собой не аллювий нижнекривичской свиты, а прибрежную фаию озерно-аллювиальных отложений лихвинского межледникова. Возможность такой трактовки вытекает

и 124. Различие в окраске всех этих пород с преобладанием зеленовато-серого цвета в отложениях, пройденных скв. 121, объясняется большей близостью участка скв. 124 к массиву размытых палеогеновых осадков (у скв. 126).

Сильно дислоцированы погребенные аллювиальные свиты Пра-Немана на отрезке между устьями Котры и Лососны. На участке Александровско-Сивковского поднятия (останца) доантропогенных

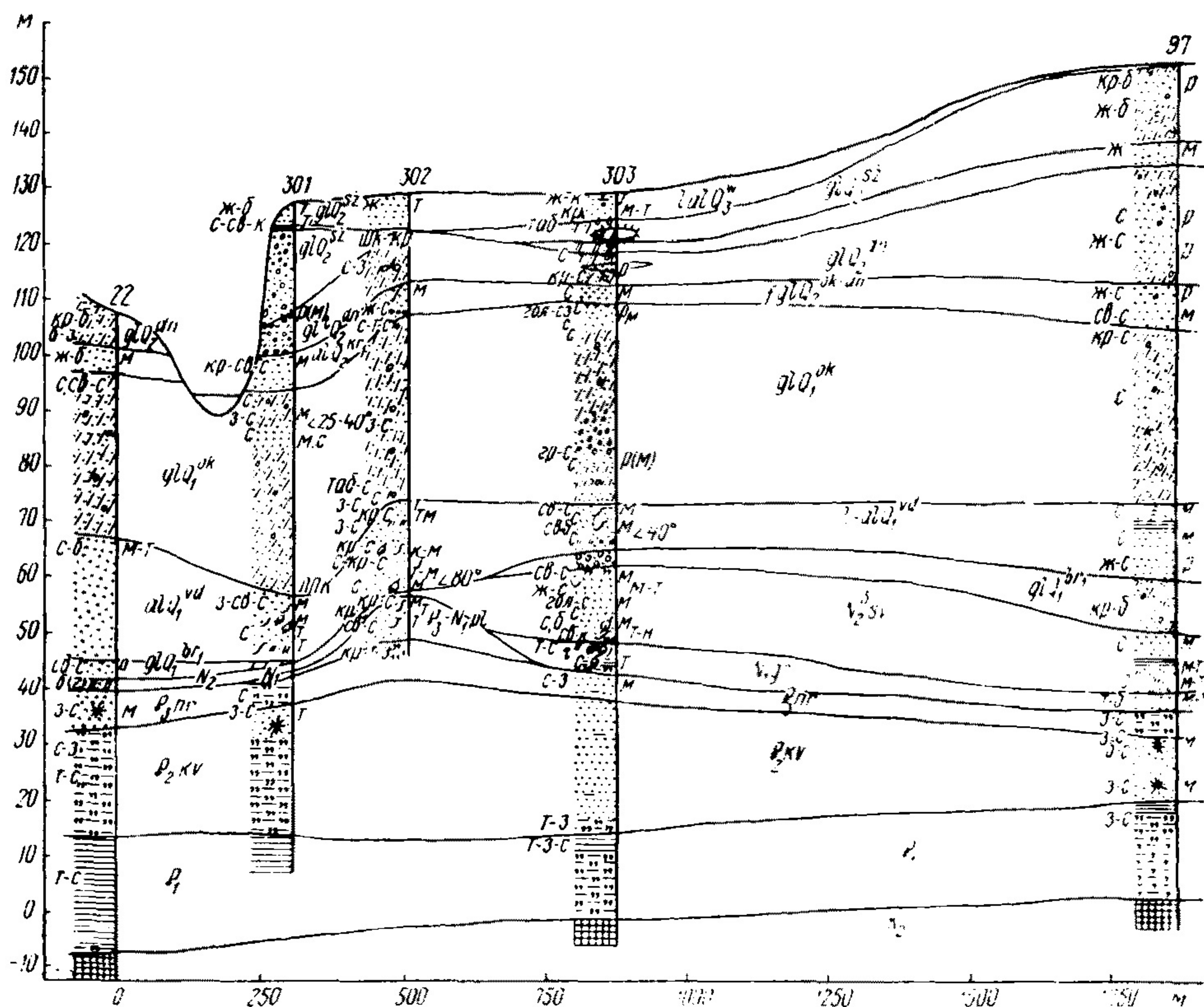


Рис.11. Схематический геологический профиль Л-Л через долину Немана у д.Александрово

пород венедская аллювиальная свита оказалась деформированной местами под углами $10-40^\circ$ и приподнятой до отметок 74–77 м, или до 20–22 м ниже межени. В Лидско-Новогрудском районе ложе венедского аллювия, как уже отмечалось выше, залегает на отметках 44–47 м, или на 73–76 м ниже межени, т.е. на 30 м ниже, чем у Александрово-Сивково.

Даже по сравнению с Зельвянско-Щаровским отрезком Пра-Немана, где постель венедской аллювиальной свиты приподнята на водораздельном межложбинном участке до отметок 37–45 м, поднятие ложа венедского аллювия (до отметок 74–77 м) у Александрово-Сивкова на 32–37 м выше.

Соответственно приподнято на участке у названных деревень и положение нижнекривичской аллювиальной свиты, залегающей на урзе Немана или близко к нему, как видно на поперечном геологическом профиле Л-Л у д. Александрово (рис. 11).

Приподнята и деформирована и верхнекривичская аллювиальная свита Пра-Немана (см. геологический профиль М-М через долину Немана по одному из сечений у д. Пригодичи; рис. 12). Особенно

по сравнению с другими отрезками долины Немана, так и по отношению к долине Днепра у пос. Вышгород вблизи Киева, где постель верхнекривичского Пра-Днепра залегает на 18-20 м ниже межи. В правой части профиля М-М постель верхнекривичской свиты, перекрывающей лихвинские озерно-старичные и озерно-болотные осадки, размещается на отметке около 83 м (скв. 94 а), всего на 11 м ниже межи Немана. По всей вероятности, это

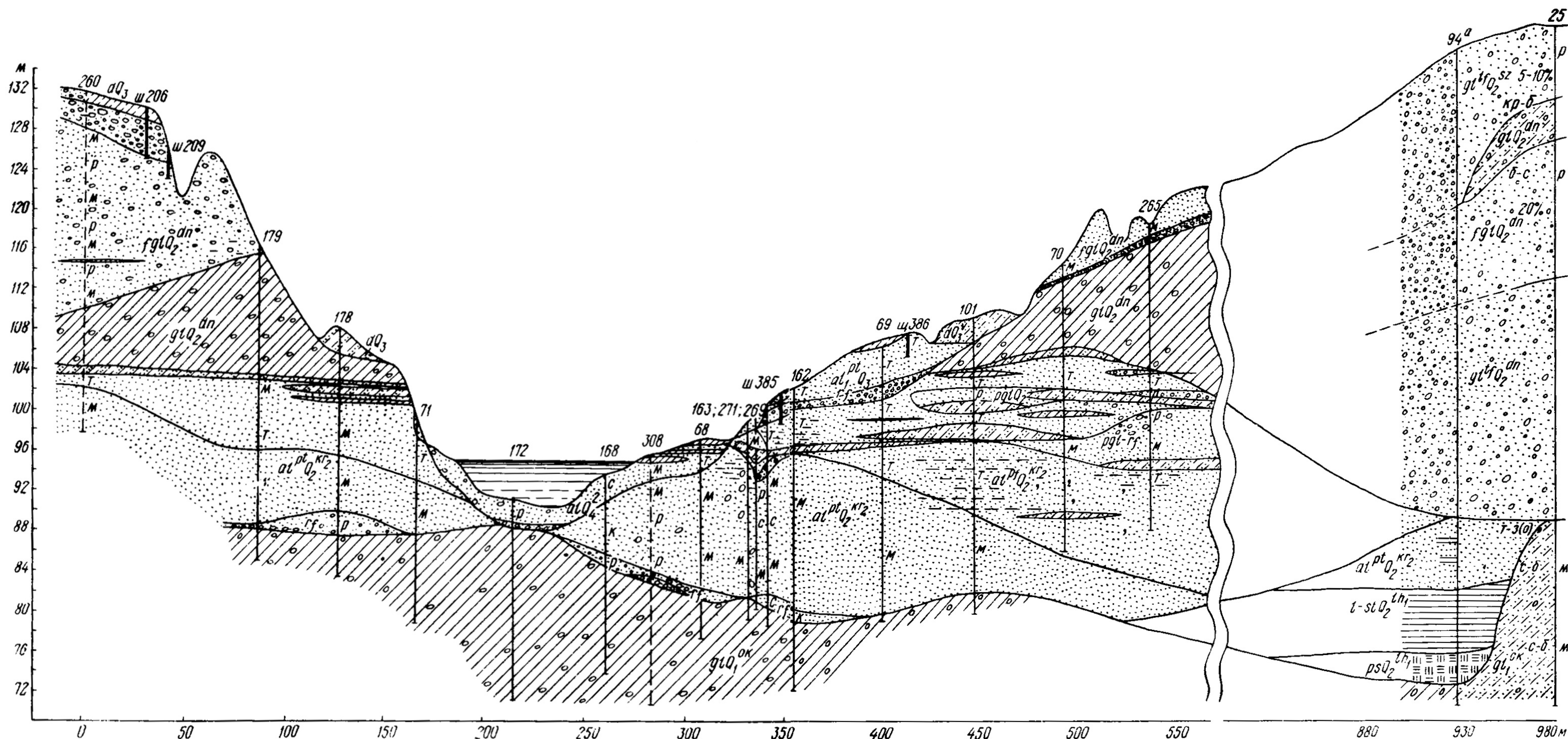


Рис. 12. Геологический профиль М-М через долину Немана у д. Пригодичи

приподнята постель верхнекривичского аллювия непосредственно под современным руслом Немана (скв. 172), где она залегает всего на 6,5 м ниже межи против 50 м ниже межи на отрезке к северу от Новогрудской возвышенности (профиль 3-3, см. рис. 8).

В наиболее глубокой части верхнекривичского Пра-Немана (скв. 162 и 69) ложе его аллювия расположено на отметках около 78 м, или на 16 м ниже межи, т.е. все еще несколько приподнято как

правый борт русла верхнекривичского Пра-Немана.

Возраст морены, подстилающей верхнекривичскую свиту, определяется залеганием на ней лихвинских межледниковых осадков (скв. 94 а). Морена относится к окскому оледенению. Верхнекривичская аллювиальная свита Пра-Немана перекрыта мореной днепровского оледенения, сохранившейся на обоих берегах Немана.

Принадлежность аллювиальной свиты, залегающей на участке

профиля Л-Л между окской и днепровской моренами, к верхнекривичскому аллювию подтверждается особенностями литологического и фациального состава этой свиты. Бурение на участке профиля М-М производилось Гидропроектом весьма качественно с подъемом образцов пород через полметра и чаще (при существенной смене грунтов). Поэтому литолого-фациальная характеристика верхнекривичской свиты по поперечнику М-М может считаться вполне достоверной.

Судя по профилю Л-Л, в литологическом составе верхнекривичского аллювия, в его русловой фации (al^{Pl}), замечается закономерное укрупнение гранулометрического состава песков от периферии русла к осевой части, от мелких песков к мелким и средним, затем к мелким и разнозернистым и далее к разнозернистым и крупнозернистым.

Базальный горизонт (фация размыва al^{rf}) имеет мощность около 1 м, постепенно уменьшающуюся и затем выклинивающуюся по направлению к периферии. В литологическом составе базального горизонта также наблюдается укрупнение гранулометрического состава и обогащение гравием и галькой в направлении к осевой части русла.

В периферийной части русла Пра-Немана, в периферийно-русловой фации (al^{Pl}), происходит резкое измельчение гранулометрического состава песков с полным господством тонких, часто пылеватых и глинистых.

Общая мощность верхнекривичского аллювия изменяется от 13 до 17 м. Мощность русловой фации — 13-16 м, фации размыва О-1, периферийно-русловой — от 1-2 до 12 м.

Верхнекривичская аллювиальная свита Пра-Немана в тыловой части русла перекрывается отложениями перигляциальной формации днепровского оледенения. В их составе преобладают покровно-ледниковые осадки, представленные преимущественно тонкими песками, светло- и буровато-желтыми, участками пылеватыми и глинистыми с прослоями супесей и суглинков, темно-серых и зеленовато-серых, местами иловатых.

В основании перигляциальной толщи иногда прослеживается базальный горизонт — мелкие и разнозернистые буровато-желтые пески с редкими гравием и галькой. Общая мощность пород перигляциальной формации 5-8 м; перекрываются они днепровской мореной.

По условиям залегания и литолого-фациальному составу перигляциальные отложения, покрывающие верхнекривичскую свиту Пра-Немана, чрезвычайно похожи на осадки перигляциальной формации, перекрывающие верхнекривичскую аллювиальную свиту Пра-Днепра у Вышгорода (Горецкий, 1970).

Значительное гляциотектоническое опускание ложа верхнекривичского аллювия прослежено и ниже по течению Немана, у Друцкого Рва. Постель верхнекривичской аллювиальной свиты вскрыта на отметке 64 м, или на 29 м ниже межени, тогда как на участке профиля Л-Л она залегала на отметке 78 м, или на 16 м ни-

же межени. Нижнекривичская аллювиальная свита у Друцкого Рва на полную мощность не пройдена; постель ее залегает ниже отметки 57 м, или более 36 м ниже межени Немана.

Итак, можно считать установленным, что ледники средне- и нижнеплейстоценовых оледенений оказали сильнейшее воздействие на условия залегания и сохранность погребенных аллювиальных свит Пра-Немана, приведя к их деформации и нередко к полному или частичному уничтожению.

Образование многочисленных ледниковых ложбин и погребенных долин Палео-Немана и Пра-Немана в Белорусском Понеманье чрезвычайно осложняло процессы формирования вещественного состава и миграции микроэлементов в антропогеновой толще. Глубокие ложбины ледникового выпахивания и размыва, прорезавшие весь осадочный чехол доантропогеновых пород и затрагивавшие верхнюю часть протерозоя и архея, способствовали обогащению антропогеновых отложений Понеманья многими минералами и микроэлементами, придавая вещественному составу антропогеновой толщи большую пестроту.

Обогащение антропогеновых пород Белорусского Понеманья минералами и микроэлементами из отложений меловой системы было относительно равномерным по всей территории Понеманья, так как меловые породы были распространены по всему бассейну Немана. Усиленное обогащение минералами меловой системы происходило в районах краевых ледниковых образований и вблизи ледниковых ложбин, где меловые породы наиболее интенсивно дислоцированы, превращены в многочисленные отторженцы.

Обогащение антропогеновой толщи Белорусского Понеманья минералами неогеновой системы было также сравнительно равномерным, так как неогеновые породы были почти повсеместными в бассейне Палео-Немана.

Локальное своеобразие вещественного состава и микроэлементов антропогеновые отложения Понеманья приобретали преимущественно в районах близкого к поверхности залегания пород Белорусского кристаллического массива, на участках наиболее глубоких ложбин ледникового выпахивания и размыва, вскрывших кристаллический фундамент, а также на тех участках ледниковых ложбин, на которых сформировались значительные по мощности и протяженности накопления гляциоаллювия.

Аллювиальные процессы, протекавшие при формировании веледской, нижнекривичской, верхнекривичской, рославльской, муравинской (микулинской) и других аллювиальных свит бассейна Немана приводили к сильнейшему смешиванию разновозрастных минеральных ассоциаций в базальных горизонтах и к значительной дифференциации минерального состава в осадках фации русла, к нивелированию локальных отличий.

В наибольшей степени локальные особенности минерального состава должны были отразиться на ледниковых отложениях, моренах и флювиогляциальных образованиях. Накопление озерных осадков, даже ленточных глин, должно было сопровождаться уменьше-

нием локальных особенностей вещественного состава.

Но озерные отложения межледниковий, в которых усиленно накапливались растительные остатки и протекали сложные геохимические процессы, должны были закрепить локальные особенности. Совершенно исключительные условия для возникновения локальных особенностей минерального состава антропогенных отложений Белорусского Понеманья, особенно гляциоаллювия, существовали на участках избирательного ледникового выпахивания и размыва. Такой участок образовался, например, в районе Козуличско-Логойской ледниковой ложбины, приуроченной к погребенному провальному озеру мезо-кайнозойского возраста, выполненному мощными глинами и алевролитами; мощность антропогенных осадков здесь достигала 298 м с отметкой подошвы их на 80,5 м ниже уровня моря.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение (С.Г.Дромашко)	3
Глава 1. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И МИГРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ АНТРОПОГЕНОВОЙ ТОЛЩИ БЕЛОРУССКОГО ПОНЕМАНЯ (Г.И.Горецкий)	5

ОТЛОЖЕНИЯ ЛЕДНИКОВОЙ ФОРМАЦИИ

Глава II. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ МОРЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (С.Д.Астапова)	29
Типы и разновидности морен	31
Гранулометрический состав	36
Минеральный состав	40
Микроэлементы	49
Провинциальные особенности вещественного состава морен Белорусского Понеманья	61
Глава III. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРУПНООБЛОМОЧНОГО МАТЕРИАЛА МОРЕН (Р.В.Шемпель)	82
Глава IV. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (С.Г.Дромашко)	89
Гранулометрический состав	89
Минеральный состав	94
Микроэлементы	105
Глава V. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ГЛЯЦИОАЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (С.Л.Шиманович, В.А.Кузнецов)	127
Гранулометрический состав	127
Минеральный состав	128
Микроэлементы	132
Глава VI. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ОЗЕРНО-ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (Н.В.Зайцева)	138
Гранулометрический состав	139
Минеральный состав	141
Химический состав тонкодисперсных фракций	153
Карбонаты в озерно-ледниковых отложениях	156
Микроэлементы	161

МЕЖЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Глава VII. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ И ОЗЕРНО-АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СОСТАВА ОТЛОЖЕНИЙ АЛЛЮВИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА (С.Л.Шиманович, В.А.Кузнецов)	179
А л л ю в и а л ь н ы е о т л о ж е н и я	179
Гранулометрический состав	179
Минеральный состав	184
Химический состав	187
О з е р н о - а л л ю в и а л ь н ы е о т л о ж е н и я	194
Гранулометрический состав	195
Минеральный состав	197
Химический состав	200

Закономерности дифференциации состава отложений аллювиального комплекса	205
Гранулометрическая дифференциация	205
Минералогическая дифференциация	207
Химическая дифференциация	209
Сопряженность гранулометрической, минералогической и химической дифференциации	211
Возрастные критерии разделения аллювиальных комплексов отложений погребенных долин по геохимическим данным	215
Пространственные закономерности дифференциации элементов в аллювиальном комплексе	218
Геохимические аномалии, связанные с отложениями аллювиального комплекса	219
Палеогеографические условия и процессы формирования аллювиальных аномалий	221
Биогеохимические аномалии и ореолы	226
Критерии поисков коренных рудопроявлений по данным состава отложений аллювиального комплекса и задачи дальнейших исследований	227
Глава УШ. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ДРЕВНИХ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (С.Г.Дромашко, С.Л.Шиманович)	229
Гранулометрический состав	230
Минеральный состав	230
Микроэлементы	236
Глава 1Х. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА АНТРОПОГЕНОВОЙ ТОЛЩИ БЕЛОРУССКОГО ПОНЕМАНЯ ПО ГЕНЕЗИСУ, ВОЗРАСТУ И ПРОСТРАНСТВЕННОМУ РАЗМЕЩЕНИЮ. МИГРАЦИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ ЖЕЛЕЗА И МЕДИ (С.Г.Дромашко, С.Л.Шиманович, С.Д.Астапова, Н.В.Зайцева)	252
Заключение	275
Литература	286

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ ГРУППЫ ЖЕЛЕЗА АНТРОПОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛОРУССКОГО ПОНЕМАНЯ

Редактор А.К.Хоревская. Обложка Ю.С.Сергачева. Техн.редактирование Г.А.Кузьмиченко. Корректор З.Я.Авербах. ИБ 865. Печатается по постановлению РИСО АН БССР. Подписано в печать 03.08.78. АТ 12810. Печ.л. 18,5. Усл.печ.л.25,90. Уч.-изд.л. 19,2. Формат 70х108 1/16. Бум.тип.№ 1. Зак.68. Тираж 310 экз. Цена 1 р. 50 к.

Издательство "Наука и техника". Минск, Ленинский пр.,68.
Ротапринт Института геохимии и геофизики АН БССР. Минск, Ленинский пр.,68.