

УДК [378.147.88:55](075.8)

ББК 26.3р.я73

К63

Рекомендовано ученым советом
географического факультета
от 26.03.2009 г., протокол № 8

Р е ц е н з е н т ы:

доктор геолого-минералогических наук,
член-корреспондент НАН Республики Беларусь *А. К. Карабанов*;
доктор геолого-минералогических наук, профессор *Э. А. Высоцкий*

Комаровский, М. Е.
К63 Учебная общегеологическая практика на Минском полигоне
[Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие для студентов геогр.
фак. / М. Е. Комаровский. — Минск : БГУ, 2011. — Режим доступа :
<http://www.elib.bsu.by>, ограниченный.
ISBN 978-985-518-448-6.

В пособии рассмотрены основные вопросы организации и порядок проведения учебной общегеологической практики на Минском полигоне, методика полевых исследований на маршрутах и точках наблюдения — ведение полевого дневника, геологической карты, изучение горных пород, отбор образцов и палеонтологических остатков, анализ условий залегания отложений и т. д. Описана камеральная обработка собранных материалов.

Предназначено для студентов, обучающихся на географическом факультете БГУ.

УДК [378.147.88:55](075.8)

ББК 26.3р.я73

ISBN 978-985-518-448-6

© Комаровский М. Е., 2011

© БГУ, 2011

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная общегеологическая практика — важное звено в подготовке геологов, геофизиков, инженеров-геологов и др. От содержания и качества учебной практики во многом зависит дальнейшее теоретическое и практическое обучение студентов. Она позволяет закрепить, расширить и углубить теоретические знания студентов по общей геологии, научить их практически применять эти знания при исследовании геологических объектов и явлений.

Для успешного решения задачи практики необходимы четкая организация, соответствие методики ее проведения и содержания современному уровню геологических исследований.

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов географического факультета БГУ, прослушавших курс «Общая геология» и впервые проходящих полевую практику. Его цель — обеспечить правильную организацию и успешное проведение учебной общегеологической практики.

Пособие состоит из пяти глав: «Содержание учебной общегеологической практики», «Подготовительный период», «Геологическое строение Минского полигона», «Полевые наблюдения» и «Камеральная обработка материала».

В первой главе дана характеристика Минского геологического полигона, изложены цель, задачи учебной практики, этапы ее проведения.

Во второй главе описано геологическое снаряжение, необходимое для практики, приводятся правила техники безопасности, которые должны соблюдать студенты во время прохождения практики.

Третья глава посвящена некоторым основным вопросам геологического строения Минского полигона. В ней изложены общие сведения о тектонике, стратиграфических подразделениях, генетических типах осадочных пород и др.

В четвертой главе рассмотрена техника полевых наблюдений — ведение полевого дневника и зарисовок в нем, геологических исследований на маршрутах и пунктах наблюдений, а также полевое изучение горных пород, отбор образцов горных пород и окаменелостей, изучение условий залегания отложений, рельефа, современных процессов и полезных ископаемых.

В заключительной главе описывается послемаршрутная обработка полевых наблюдений и составление отчета. В приложениях даны рисунки остатков характерных ископаемых организмов и минеральных новообразований, обнаруженных в Минском районе и др.

Пособие подготовлено в соответствии с программой общегеологической практики для подготовки студентов вузов по специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». Его основу составляют многолетний опыт проведения практики на Минском полигоне, а также материалы из многочисленных учебных пособий и руководств по геологической практике на иных полигонах платформенных и горных областей [7; 15; 27; 33; 35], монографические исследования, статьи, методические руководства, разнообразный графический материал (в основном авторские рисунки, сделанные в исследуемом районе).

Автор признателен профессору кафедры динамической геологии географического факультета БГУ В. Н. Губину и профессору Э. А. Высоцкому.

Все замечания и предложения по совершенствованию пособия будут приняты автором с благодарностью.

Глава 1

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Общегеологическая практика проводится в пределах учебного Минского полигона. Данная территория расположена в центре Минской области в Минском районе и соседних участках Молодечненского, Логойского, Дзержинского и Воложинского районов. В центре полигона находится г. Минск, а его граница — на удалении 15—30 км в разные стороны от центра между г. Фаніполь — г. п. Радошковічы — горнолыжным центром «Силичы» — д. Обчак. Площадь полигона, предназначенного для проведения практики, составляет приблизительно 3,8 тыс. км².

Территория практики приходится на Минскую возвышенность — наиболее мощную краевую ледниково-аккумулятивную форму рельефа области древнематерикового оледенения. В частности, практика осуществляется в районе сочленения весьма внушительных краевых комплексов, образующих Минскую возвышенность: Ивенецко-Минского массива с самой высокой точкой — г. Дзержинской (Святая, Скимунтова, +346 м) — и Логойской возвышенности с абсолютными отметками до +342 м (г. Лысая). По центру полигона возвышенность пересекает в юго-западном направлении сквозная ложбина, унаследованная долиной р. Свислочь (рис. 1).

Минский полигон характеризуется детальной изученностью. Вся его территория покрыта среднемасштабной и частично крупномасштабной съемками. Различные горные породы разрабатываются на многочисленных карьерах, в том числе крупных (до 1 км²). В горных выработках вскрываются интересные стратиграфические разрезы, строение отложений четвертичного и более древнего возраста, выразительные формы ледниковой тектоники и рельефа. Такое разнообразие геологических объектов в сочетании с хорошей обнаженностью имеет большое значение для полноценного проведения полевых наблюдений. В перспективной границе г. Минска значительные площади земель отводятся под строительство новых микрорайонов. В районах новостроек студенты знакомятся с отложениями и

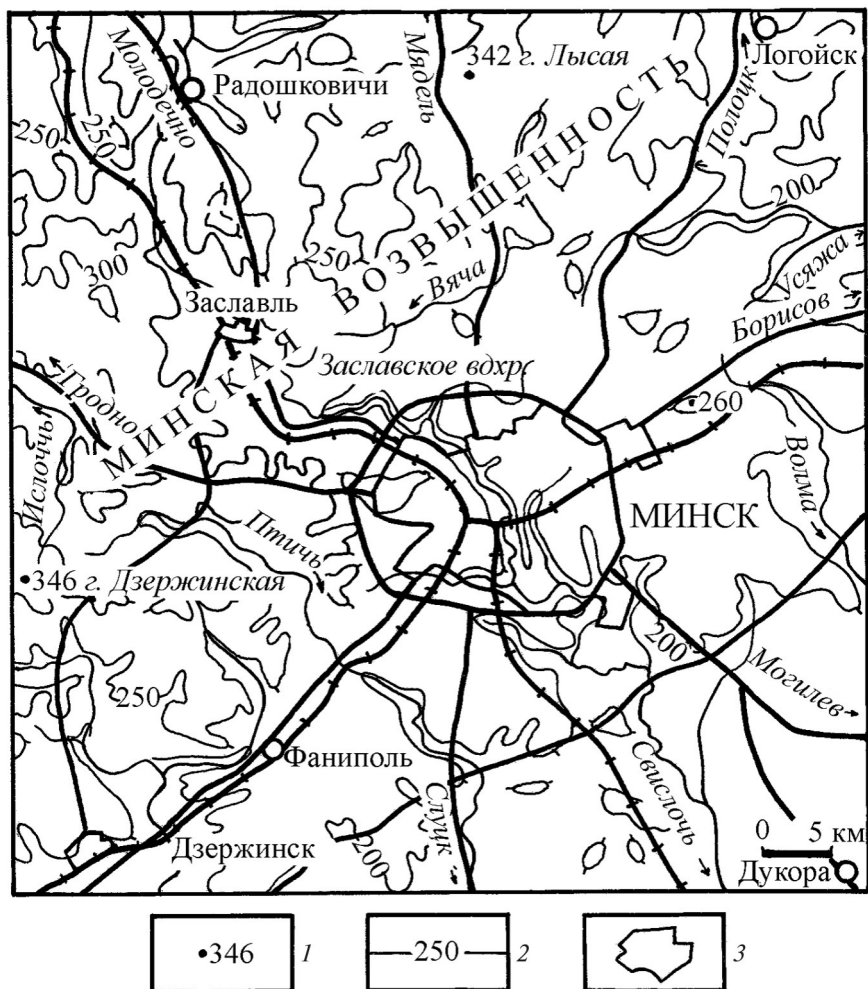


Рис. 1. Схема расположения Минского полигона:

1 — абсолютные отметки; 2 — изогипсы рельефа; 3 — границы городов

формами техногенного происхождения, инженерно-геологическими процессами и другими примерами воздействия человека на геологическую среду, которые изучаются в курсе «Общая геология». Хорошо развитая транспортная сеть и регулярное пригородное сообщение позволяют добраться до любого геологического объекта на территории полигона, доставлять образцы горных пород в лабораторию для послемаршрутного анализа, рацио-

нально проводить маршрутные наблюдения. Таким образом, Минский полигон представляется удачным районом проведения практики по общей геологии.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Цель практики — закрепить, расширить и углубить теоретические знания, полученные в курсе «Общая геология», и научить практически применять эти знания в дальнейшем.

Задачи практики:

- обучить студентов основным приемам и методам геологических наблюдений на маршрутах и пунктах геологических наблюдений;
- выработать навыки ведения документации геологических наблюдений, записей и зарисовок в полевом дневнике;
- привить практические навыки полевого изучения горных пород и породообразующих минералов;
- обучить способам отбора образцов горных пород и минералов, фауны и флоры;
- ознакомить с формами и характером залегания горных пород и закрепить навыки измерения горным компасом элементов залегания горных пород;
- освоить приемы и методы полевого изучения рельефа, современных геологических процессов, поисков полезных ископаемых и выявления геологических памятников природы;
- обучить способам и методам обработки собранных петрографических, структурных, стратиграфических, палеонтологических материалов и подсчета запасов полезных ископаемых;
- подготовить к проведению самостоятельных прикладных полевых исследований и привлечь к научно-исследовательской работе.

ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Учебная общегеологическая практика проводится в конце второго семестра первого курса после изучения дисциплин «Общая геология», «Введение в специальность», «Минералогия». Сроки ее проведения — с 25 мая по 14 июня. Организованная и четкая работа студентов проводится по разработанной программе учебной практики. В ней определены каждодневные мероприятия, направленные на достижение цели практики (табл. 1).

Таблица 1

**Программа прохождения учебной общегеологической практики
студентов-геологов первого курса**

Дни	Мероприятия	Место проведения
Подготовительный этап		
1	Организационное собрание, посвященное прохождению практики. Формирование бригад и выбор бригадиров. Инструктаж и сдача зачета по технике безопасности. Подготовка необходимого полевого снаряжения. Изучение коллекций минералов, горных пород и окаменелостей, литературы и графических материалов по территории практики.	БГУ, геологический музей
Полевые наблюдения		
2	Рекогносцировочный геологический маршрут «Минский полигон». Осмотр местности с высшей точки Минска — г. Каменная Горка. Определение обнаженности территории, горных выработок; установление положения полигона по отношению к геологическим структурам Минской возвышенности. Установление путей движения в маршрутах и пунктах сбора, опознавание ориентиров на местности и топокарте.	Окрестности микрорайона Кунцевщина
3	Ознакомительный маршрут «Геологические наблюдения в маршрутах». Знакомство с порядком геологических наблюдений в маршрутах, овладение основными приемами и методами маршрутных исследований.	г. п. Ждановичи Минского района
4	Ознакомительный маршрут «Изучение пунктов геологических наблюдений». Обучение способам определения местонахождения пунктов. Получение навыков документирования геологических наблюдений, ведения записей и зарисовок в полевом дневнике.	д. Тарасово Минского района
5	Маршрут «Составление полевой геологической карты». Усвоение правил полевой работы по ведению геологической карты.	Участки с хорошей обнаженностью горных пород
6	Маршрут «Полевое изучение осадочных горных пород». Усвоение порядка макроскопического описания горных пород. Полевое определение горных пород и минералов.	Карьер «Ленинский» у микрорайона Сосны
7	Маршрут «Определение магматических и метаморфических горных пород». Закрепление и углубление навыков определения горных пород по характеристике главных макроскопических признаков.	«Парк камней» в микрорайоне Уручье
8	Маршрут «Отбор образцов горных пород и минералов». Обучение правилам отбора и этикетирования проб горных пород и минералов. Сбор коллекций и доставка их в лагерь. Приведение коллекций в порядок, уточнение полевого названия пород.	Карьер «Векшицы» у д. Векшицы Минского района

Продолжение табл. 1

Дни	Мероприятия	Место проведения
9	Маршрут «Отбор образцов ископаемой фауны и флоры». Овладение правилами сбора и упаковки палеонтологических образцов. Текущее определение остатков в лагере.	Опорный разрез «Заславское» у г. Заславль, обнажения пойменного аллювия р. Птичь
10	Маршрут «Изучение элементов залегания горных пород». Знакомство с основными формами и элементами залегания осадочных пород в обнажении. Закрепление и углубление навыков работы с горным компасом. Измерение горным компасом элементов залегания слоистости и удлиненных галек.	Карьер «Радощковичский» Молодечненского района
11	Маршрут «Определение мощности и условий залегания горных пород». Освоение способов определения мощностей при горизонтальном и наклонном залегании. Изучение основных типов залегания горных пород.	Карьер «Радощковичский» Молодечненского района
12	Маршрут «Изучение гляциодислокаций». Знакомство с типами и формами ледниковых нарушений. Развитие умений описывать складчатые и разрывные дислокации.	Карьер «Радощковичский» Молодечненского района
13	Маршрут «Изучение рельефа». Приобретение навыков выделения на местности основных типов и форм рельефа по морфографическим, морфометрическим характеристикам и геологическому строению. Формирование умения описывать различные типы рельефа.	Районы распространения ледникового, водно-ледникового, флювиального рельефа
14	Маршрут «Наблюдения за современными геологическими и инженерно-геологическими процессами». Расшифровка действия овражной и склоновой эрозии и аккумуляции, подтопления, заболачивания, суффозии; оценка их площади распространения и тенденции развития.	Окрестности деревень Дегтяревка, Тарасово Минского района, прибрежные районы влхр. Дрозды
15	Маршрут «Поиски полезных ископаемых». Овладение умением устанавливать прямые и косвенные признаки проявления нерудных полезных ископаемых. Выработка навыков описания местонахождений и проявлений, составления полевой карты полезных ископаемых.	Карьер «Черкассы» у г. Фаниполь Дзержинского района
16	Маршрут «Охрана геологической среды». Знакомство с техногенными изменениями покровных отложений и земной поверхности конкретного района, наблюдения за рекультивацией карьеров и отвалов. Изучение геологических памятников природы.	Окрестности г. Заславль Минского района
Камеральный этап		
17	Систематизация и обработка полевых материалов. Подготовка коллекций минералов и горных пород. Определение палеонтологических остатков. Приведение в порядок ископаемых организмов.	БГУ, геологический музей

Дни	Мероприятия	Место проведения
18	Построение карты фактического материала, геологической, геоморфологической карт, стратиграфических колонок и геологических разрезов. Подсчет запасов и составление карты полезных ископаемых.	БГУ, географический факультет
19	Определение петрографического состава грубообломочного материала из моренных отложений. Оформление диаграмм петрографического состава галек и гравия. Построение роз-диаграмм и круговых диаграмм в изолиниях линейных и плоскостных элементов.	БГУ, географический факультет
20	Подготовка отчета, иллюстраций и графических приложений к нему.	БГУ, географический факультет
21	Защита отчета. Зачет по учебной полевой геологической практике.	БГУ, географический факультет

Глава 2

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

В подготовительный период выполняются следующие работы: 1) ознакомление студентов с особенностями организации и проведения практики; 2) формирование бригад, обеспечение их средствами полевой документации и снаряжением; 3) изучение материалов прежних исследований; 4) инструктаж по технике безопасности и охране геологической среды.

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

На практике учебный процесс осуществляется в три этапа — организационный, полевой и камеральный.

В *организационный этап* группа студентов из двадцати человек распределяется на две бригады по десять человек и назначаются бригадиры. Бригадиры закрепляются за преподавателями. Проводится вводная лекция для всей группы студентов. В ней освещаются цель, задачи и этапы прохождения практики, отмечаются геолого-геоморфологические особенности района полевых исследований, рассказывается о правилах проведения маршрутов, о порядке ведения полевого дневника и т. д. Руководитель практики знакомит студентов с техникой безопасности проведения полевых работ. Бригадиры получают необходимое оборудование и снаряжение. В оставшееся время подготовительного этапа студенты изучают главную литературу по району практики; знакомятся с топографической основой, геологическими картами и разрезами; просматривают коллекции минералов, горных пород и фауны.

Полевой этап (15 дней). Режим работы и отдыха бригад в этот этап осуществляется строго по регламенту: утренний сбор — 8.00, полевые геологические маршруты — 8.30—19.00 с обеденным перерывом в 13.00—14.00, ужин — 20.00—20.30, камеральная обработка — 20.30—23.00.

В течение полевых работ студенты должны овладеть основными приемами и методами геологических наблюдений. Им необходимо приобрести навыки документирования обнажений, полевого изучения горных пород, опыт работы с горным компасом; ознакомиться с правилами отбора и этикетирования образцов; изучить способы изучения рельефа, современных геологических процессов и методы поисков полезных ископаемых и др. Для успешной работы заранее продумывается план предстоящего маршрута. Бригаде сообщается о месте сбора и виде транспорта для выезда в поле и о том, какое следует иметь при себе необходимое оборудование и снаряжение. С этой же целью организуется работа студенческой бригады в полевых условиях. Внутри студенческой бригады распределяются обязанности между ее членами. Например, одни практиканты отвечают за расчистку обнажения, другие — за отбор образцов горных пород и т. д.

В вечерние часы после полевых маршрутов можно приступить к текущей обработке собранных материалов. Проверяются и дополняются записи в дневниках. Составляются разрезы обнажений, стратиграфические колонки. Обрабатываются образцы для определения.

На заключительном *камеральном этапе* (5 дней) производится обобщение собранного материала. Преподаватели устанавливают часы консультаций по 1,5—2 ч. утром и вечером с целью оптимальной продуктивности и творческой работы студентов. Основной акцент делается на систематизацию и обработку полевых материалов, подготовку коллекций горных пород и минералов, определение палеонтологических остатков, построение геологических карт и разрезов. Студенты должны также обобщить опубликованный и фондовый материал по геологическому строению района практики, осветить методику проведения работ. Бригада студентов распределяет главы, иллюстрации и графические приложения между собой. Исходя из результатов полевых исследований и камеральной работы делается отчет по геологической практике.

ПОЛЕВОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

Полевое снаряжение студенческой бригады включает лопаты, геологические молотки, горный компас, рулетку, страховочную веревку, сита, лупы, мешочки и коробки для образцов, оберточную бумагу, вату, набор эталонов-минералов шкалы твердости Мооса, склянку с 10-процентной кислотой и капельницей, аптечку, рюкзак, канцелярские принадлежности и др.

В снаряжение отдельного студента входят рюкзак или полевая сумка, геологический молоток, полевая книжка, простые и цветные карандаши, толстый нож, увеличительная лупа, фотоаппарат, средства мобильной связи.

Шанцевый инструмент служит для производства горных работ вручную. В поле используются геологическим молотком, лопатой и зубилом.

Геологический молоток используется для отбивания образцов горных пород и минералов. Для изверженных очень твердых пород употребляется геологический молоток, имеющий один конец плоский четырехугольный, а другой — поперечно-острый. Для осадочных пород применяются молотки, у которых острая сторона делается в виде кайлы. Лучше всего геологические молотки с длиной головки 10—12 см и шириной боковой площадки 3 см.

Зубило применяется для вырубки минералов, окаменелостей из горных пород. По форме режущей части годится прямое обычное (слесарное) зубило.

При работе в поле для заложения шурфов или расчисток обнажений рыхлых пород используют ручную лопату. В условиях полигона с рыхлыми грунтами более эффективны лопаты-заступы и совковые лопаты с заостренным нижним краем лезвия и перекладиной на конце ручки.

Измерительные инструменты необходимы для замеров элементов залегания слоистости и удлиненных обломков, определения мощностей, вычисления относительных превышений. К ним относятся горный компас, ватерпас, измерительная рейка, рулетка, линейка.

Горный компас — прибор для определения элементов залегания слоистых горных пород: направления их простирания и падения и величины угла падения. Его можно также применить для привязки точек наблюдения, измерения угла наклона склонов и относительной высоты форм рельефа, построения гипсометрических профилей и других целей.

При помощи ватерпаса и измерительной линейки может быть найдено превышение одной точки местности над другой, т. е. измерена высота. Для расчета расстояний и размеров пользуются длинной (10—20 м) рулеткой, для установления мощности слоев — короткой (1—3 м) рулеткой и линейкой.

Для определения минералов и горных пород применяют карманную лупу, набор эталонов-минералов шкалы твердости Мооса, склянку с 10-процентной соляной кислотой, пипетки, сита и др. Лупа служит для рассматривания мелких объектов, плохо различаемых глазом. Лучше использовать одностороннюю лупу, обладающую увеличением в 4—10 раз. Относительная твердость минералов определяется с помощью эталонного минерала, взятого из шкалы Мооса. Твердость минерала можно также определить другими предметами: мягким карандашом (твердость около 1), ногтем (2,5), бронзовой монетой (3—4), стеклом (5), стальным ножом (6), кварцем (7) [16].

Упаковочные материалы служат для обертывания и укладки образцов. Для упаковки образцов необходимо иметь мешочки из плотной ткани (13—17 см), мешочки из тонкой ткани (7—12 см), оберточную бумагу (листы 30—40 см), коробочки, пробирки, вату (для упаковки нежных образцов), этикетки для образцов, лейкопластырь, полевые сумки и рюкзаки.

Для ориентирования на местности и связи важно иметь навигационные приборы (JPS) и мобильные телефоны.

СРЕДСТВА ПОЛЕВОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В процессе полевых исследований используются топографические карты, аэрофотоснимки района, ведутся полевая книжка (дневник) и этикетная книжка.

Топографические карты дают возможность изучать местность, рационально прокладывать маршруты и вести исследования в точках наблюдения. Они служат для измерения расстояний и расчетов высот, необходимых при привязке точек наблюдения. Топографические карты также применяются в качестве основы составления специальных карт: фактического материала, геологической, геоморфологической карт, картосхемы современных геологических процессов, карты полезных ископаемых района практики и др. Для этих целей служат среднемасштабные двухсоттысячные и сотысячные карты.

При работе в поле удобно иметь копировку из топографической карты, на которой показаны горизонталы с абсолютными высотами, основные гидрогеологические объекты и дороги. Копировку используются для нанесения геологической информации: пунктов наблюдения и линий маршрутов, горных выработок, элементов залегания слоев, геологических границ, мест обнаружения ископаемой флоры и фауны, геологических памятников, а также проявления полезных ископаемых и др.

Желательно иметь аэрофотоснимки изучаемого района. С их помощью можно установить новые закономерности геологического строения, рельефа, неотектоники, современных геологических процессов, прогнозирования месторождений полезных ископаемых. Правила работы с аэрофотоснимками в поле хорошо разработаны в учебном пособии [7].

Полевая книжка (дневник) предназначена для записей каждодневных полевых наблюдений. Она имеет размер 10—15 см и установленную форму: плотную обложку, количество страниц до 100, фамилию, имя, отчество студента, даты начала и окончания на титульном листе, масштабную бумагу в конце. Дневник подлежит строгой отчетности.

Учет образцов и проб, отобранных в поле, ведут в этикетной книжке (гл. 4, рис. 29). С помощью этикетной книжки составляют список образцов.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

До начала полевых исследований проводится ряд мероприятий по безопасному проведению практики, обязательных для всех ее участников. Первое из них — медицинский осмотр студентов-практикантов. Цель осмотра в медпункте — определение противопоказаний для работы в поле. Студенты с медицинскими противопоказаниями не допускаются к полевым исследованиям.

Вторым обязательным мероприятием является вводный инструктаж, зачет по технике безопасности и соблюдению трудовой дисциплины. Резуль-

таты проверки знаний правил безопасности оформляются в «Журнале инструктажа студентов по технике безопасности» с подписями преподавателя, проводившего инструктаж, и студента. Руководитель не имеет права допускать к практике студентов, не знающих правил безопасности. Студенты должны хорошо усвоить правила безопасности при проведении маршрутов, передвижении по болотам и лесным массивам, организации доврачебной помощи. Ответственность за соблюдение правил безопасности несет лично каждый участник учебной практики.

Проведение маршрутов планируется с учетом геолого-геоморфологических условий и специфики района. Выезд студенческой группы на полевые работы часто осуществляется железнодорожным и автомобильным пригородным транспортом: электричкой или пригородными автобусами. За день до выезда студенты знакомятся с планом мероприятий по организованному выезду в поле: с местом и временем сбора, направлением и расписанием электрички или автобуса, планируемым вагоном, пунктом высадки и др. Студентам сообщается, какое снаряжение, материалы и продовольствие необходимо взять с собой. Доводится цель и схема движения по маршруту. В день выезда в назначенный час вся полевая группа собирается в установленном месте. Перед выездом в поле руководитель практики проводит предмаршрутный инструктаж. Преподаватель проверяет обеспеченность группы топографическими картами, снаряжением, защитными средствами, полевой аптечкой, а также средствами связи. Студентам разъясняются порядок и правила передвижения, особенности безопасной работы на маршруте.

При пешем маршруте движение студенческих групп должно быть компактным и обеспечивать постоянную видимую и голосовую связь между отдельными членами группы и возможность взаимной помощи. Если наметилось отставание кого-либо из практикантов и потерялась с ним видимая или голосовая связь, преподаватель обязан остановить движение и подождать отставшего. По проезжей части дороги группа студентов идет по левой обочине против движения встречного транспорта, а головная и хвостовая части обозначаются сигнальными флажками. Переход автомагистралей и железнодорожных путей осуществляется только в обозначенных для этого местах.

На маршруте в каждой группе должны быть медицинские пакеты индивидуального пользования. В солнечную погоду желательно носить головные уборы. При ухудшении погоды (гроза, град, сильный дождь и т. п.) следует прекратить маршрут и принять меры безопасности. Запрещается в это время укрываться под одиночными деревьями, металлическими конструкциями.

Работа на маршруте должна проводиться только в светлое время суток. Вечером до наступления темноты группы студентов возвращаются в лагерь. Руководитель обязан проконтролировать возвращение практикантов с маршрута.

Требования безопасности при работе в речных долинах, оврагах, заболоченных местностях. В речных долинах и оврагах, где часто встречаются геологические обнажения, передвижение и осмотр выходов горных пород проводятся очень осторожно во избежание опасности оползня, обвала и падения деревьев. Запре-

шается движение вблизи края берегового обрыва. При расчистке обнажений необходимо находиться сверху или сбоку сбрасываемых отложений. Следует всегда иметь в виду возможность обрушения стенки и падения камней.

При передвижении по долинам рек и берегам озер и при переправах вброд через водные преграды следует остерегаться топких берегов и дна, участков подтопления, плавучих, засасывающих илистых трясин. Их лучше обходить стороной либо преодолевать после тщательной подготовки и разведки. Реки разрешается переходить только в обуви с шестом. Во время проведения маршрута запрещается купаться. Передвижение по болотам без проторенных дорог должно производиться цепочкой с интервалом между людьми не менее 2—3 м, по кочкам и обязательно в обуви с шестом и веревкой.

Работа в лесной местности требует соблюдения правил зрительной и голосовой связи. Необходимо знать расположение леса на карте и пересечение его весты по обозначенным дорогам и просекам. Пригодится компас, и лучше воздержаться от сбора ягод и грибов на маршруте. При пожаре в лесу группа должна выйти к ближайшей речной долине или поляне. В лесу нельзя работать в зоне падения сухостойных деревьев, а во время грозы — под высокими и одиночными деревьями.

Работа на действующих горных предприятиях и отработанных карьерах. Посещение горных выработок допускается по разрешению начальника или главного инженера в сопровождении работника технического надзора предприятия. Допуск студентов на практику в открытые горные выработки осуществляется после инструктажа, проведенного инженером по технике безопасности горного предприятия. При спуске в выработки, их осмотре и передвижении по ним должны выполняться правила безопасности, действующие на данном предприятии.

Спуск практикантов в карьеры разрешается по дорогам или пологим (до 15°) откосам. На склонах с углом более 35° работа производится с обязательной взаимопомощью с применением страховочных средств (веревки). При изучении крутых стенок карьера рабочее обнажение должно быть проверено руководителем и приняты меры безопасности от скатывающихся камней и кусков породы, возможных обвалов и осыпей. Ходжение по бровкам обрывов, под козырьками и отвесными стенками, угрожающими оползнями, обрушениями или обвалами, запрещено.

В процессе осмотра действующих карьеров источниками большой опасности являются большегрузные самосвалы, железнодорожные составы, экскаваторы, гусеничные тракторы, дробильно-сортировочное и другое оборудование. Нельзя находиться в опасной зоне действия этого землеройно-транспортного оборудования и элементов их привода — канатов, цепей, тросов, лент и т. п. Крайне опасны трансформаторные будки, контактные провода, высоковольтные силовые кабели, подводящие ток к этой технике. Приближаться к ним запрещено.

Расчистку обнажений на крутых стенках высотой до 2—3 м производят сверху вниз с флангов попеременно. У подошвы обнажения руководитель практики обозначает зону сбрасывания глыб и камней с охраной из участни-

ков маршрута, которые не должны допускать людей. В плотных породах обнажения прокапывают уступы, и с них описывают слои и отбирают пробы. При одновременной работе двух или более пробоотборщиков на одном уступе расстояние между ними должно быть не менее 1,5 м. Описание и отбор проб на крутых высоких стенках можно осуществлять с уступов, заложенных в виде длинных зигзагов по краю обнажения. Годятся и овраги, прорезающие склоны. Запрещается находиться ниже скатывающихся камней, а также отбирать пробы на участках, подверженных камнепадам, под нависающими глыбами и слабоустойчивыми стенками.

Оказание доврачебной помощи. На маршруте в студенческой бригаде обязательно имеется походная аптечка с лекарствами и перевязочными средствами. Каждый участник практики должен знать правила оказания первой помощи при вывихах, растяжениях, переломах, солнечных ударах и т. п. Более подробные инструкции по безопасной работе при прохождении практики изложены в Правилах безопасности при геологоразведочных работах [32].

Глава 3

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА ПРАКТИКИ

ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Отложения и формы рельефа Минского полигона в силу своего географического положения издавна привлекали внимание исследователей. Первые специальные исследования этой территории относятся к началу 40-х гг. XIX в., когда под руководством К. И. Теннера была организована экспедиция для создания триангуляционной сети на малоизученных землях Минской губернии (1830—1834). Проведение таких работ диктовалось потребностью Департамента генерального штаба России в построении топографических карт. На основании военно-топографической съемки были составлены карты для Минской губернии. После этого представление о наличии грядово-холмистой возвышенности в центре Беларуси получило общее признание.

Правда, в первых работах 60-х гг. XIX в. Минские высоты и слагающие их отложения рассматривались как морские образования. Например, в работе И. Зеленского (1864) описан в пределах Минского уезда Овратынский кряж-сырт, продолжающий Карпаты, северо-западный склон которого наклонен к Балтийскому морю, а юго-восточный — плавно опускается к долине Припяти. Первые исследователи существование Овратынского кряжа-сырта объясняли тем, что это удлиненное выровненное поднятие возникло в процессе переноса по морю и последующего нагромождения обломочного

материала ледяными глыбами, и формирование его связывали с намывной формацией третичного возраста.

Интерес к району г. Минска возрос в 80-е гг. XIX в. в связи с развитием капитализма в царской России, ростом города, сооружением железных дорог, а также в связи с появлением спроса на местные строительные материалы. Возникла необходимость в проведении геологических изысканий на территории и создании геологической карты. Работы по геологическому изучению названного района были возложены на сотрудников Геологического комитета. Главная задача съемки заключалась в исследовании общих черт не только коренных (дочетвертичных) пород, но и четвертичных отложений, а также в выяснении происхождения рельефа.

Изыскания специалистов Геологического комитета (А. Гедройца, П. А. Тутковского и др.) позволили описать большое количество обнажений и обнаружить горизонты валунных глин. Благодаря обоснованию в России и на Западе теории материкового оледенения (Ф. Шмидт, П. Кропоткин, А. Гейке, О. Торелль), с конца XIX в. Минские высоты и слагающие их отложения стали рассматриваться как результат ледниковой деятельности.

В начале прошлого столетия после разветывания в Минской губернии геоморфологических исследований, осуществляемых при поддержке Императорского московского общества испытателей природы, грядово-холмистые формы и отложения в районе г. Минска стали рассматриваться как краевые ледниковые образования. Известная исследовательница геологии Беларуси А. Б. Миссуна впервые отметила фронтальную дугообразную морфологию северной части Минской возвышенности; ее неразрывную связь с Ошмянскими грядами, составляющими вместе «конечную морену ледника р. Вилия», т. е. краевую морену обширного ледникового языка. А. Б. Миссуна в целом правильно объяснила характер и происхождение возвышенности к северу от г. Минска, отнесла ее к конечным моренам, связав с процессами ледниковой аккумуляции во фронтальной зоне ледника при его сокращении.

На протяжении последующего полувека целенаправленного изучения отложений центральной Беларуси не предпринималось, поскольку эта территория служила ареной неоднократных боевых действий в Первую мировую, Гражданскую и Великую Отечественную войны. В 1921—1939 гг. она делилась демаркационной линией, причем западная часть Минского полигона находилась в Польше. Для решения задач обеспечения армии, г. Минска и других населенных пунктов водой, строительными материалами и инженерными сооружениями в 1914—1915 гг. были пройдены гидрогеологические скважины в Минске, Койданове, верховьях р. Усса. Полученный в процессе бурения керновый материал позволил отметить особенности поверхности дочетвертичных пород, определить мощность четвертичного покрова (120 м) и выявить сложную стратиграфию отложений.

В довоенные годы изучение геологического строения полигона проводилось сотрудниками Горного отдела при ВСНХ БССР, Горной группы, Института геологии при АН БССР и Геологоразведочного управления. Их ак-

тивными усилиями были осуществлены мелкомасштабная (1919—1933), среднемасштабная (с 1922) геологические съемки региона и бурение в черте г. Минска (1925—1929). Материалы картирования обобщили П. А. Тутковский, Н. Ф. Блюдоху, Г. Ф. Мирчинк, Б. К. Терлецкий, А. М. Жирмунский и М. М. Цапенко. При этом одни геологи выделяли здесь два ледниковых горизонта моренного суглинка (рисс, вюрм), другие — три (миндель, рисс, вюрм), а М. М. Цапенко — даже четыре ледниковых горизонта (миндель, рисс, вюрм I и вюрм II). Однако эти геологи верхнюю морену в районе г. Минска относили к последнему вюрмскому леднику.

По данным геологической съемки Г. Ф. Мирчинком, И. И. Родионовым, В. Н. Саксом, Д. Н. Соболевым было установлено неоднородное строение рельефа в окрестностях г. Минска, по морфологии и слагающим отложениям выявлены основные типы — конечные и донные морены, зандры, лесовые участки и озы. Ими было обращено внимание на связь грядово-увалистых гирлянд краевых образований южной части Минской возвышенности с Лукомльской и Новогрудской возвышенностями.

В послевоенные годы проведению геолого-геоморфологических изысканий способствовало быстрое восстановление народного хозяйства, которое нуждалось в более целесообразном размещении предприятий, поисках новых месторождений строительного сырья, мелиорации земель, сооружения дорог. Решение практических вопросов вызвало потребность планомерного и комплексного изучения особенностей строения четвертичного покрова и форм рельефа.

Большое значение в выяснении структуры краевых образований имели геоморфологические исследования В. А. Деметьева и О. Ф. Якушко. Они обнаружили несовпадение ориентировки конечных морен в пределах южной и северной частей Минского полигона и связали этот факт со стадиями в формировании их рельефа. Возвышенный рельеф южной части, по их представлениям, возник в копыльскую стадию (осцилляцию) на стыке двух соседних лопастей, а гряды и холмы севернее г. Минска создавались на краю ледника в ошмянскую стадию вюрмского оледенения. Ядрами аккумуляции служили выступы более древней морены и дочетвертичных пород.

В конце 40-х гг. XX в. М. М. Цапенко, обнаружившая муравинские межледниковые отложения в пределах западин краевых образований, впервые пришла к выводу о формировании Минской возвышенности предпоследним ледником. Конечные морены, отмечающие предельное распространение последнего ледника, проходят севернее проксимальных подножий возвышенности через Свентяны, Докшицы. Начиная с 50-х гг. XX в. М. М. Цапенко и Н. А. Махнач были изучены стратиграфия и строение четвертичных отложений возвышенности, реконструирована динамика ее формирования. Эти ученые принимали верхний ледниковый горизонт и рельеф территории г. Минска за образования сожского оледенения.

Расширению знаний о геологическом строении полигона способствовали проведенные среднемасштабные геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемки (50—70-е гг. XX в.), а также крупномас-

штабная геолого-гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемки водосборов рек Птичь (1960-е гг.), Березина, Илия, Гайна, Вилия (1970-е гг.) и геологическая съемка в районе г. Минска (1980-е гг.). Особенностью этих съемок различных партий ПО «Белорусгеология», сопровождавшихся глубоким бурением, геофизическими, геоморфологическими и другими работами, была комплексность исследований.

В ходе съемок полевые материалы по центрально-белорусскому региону были собраны и проанализированы М. М. Цапенко, Е. П. Мандер, Р. И. Левицкой, В. В. Левчицем, В. М. Козловым, Г. Г. Маляром, И. А. Коротенко и другими учеными и геологами-практиками. Новый фактический материал позволил выявить некоторые особенности рельефа ложа четвертичных отложений, рассмотреть отдельные вопросы стратиграфии, геологического строения четвертичного покрова и геоморфологии возвышенности, отметить своеобразие условий и характера ледниковой аккумуляции при образовании этой макроформы.

На основе фактического материала съемки появились две основные концепции, под влиянием которых развивались взгляды на развитие краевых ледниковых образований. Первая предполагала, что конечные морены формировались над выступами коренных пород во время всех крупных оледенений в квартере, а верхняя морена и рельеф были сформированы днепровским ледником. Такие взгляды высказывались Л. Н. Вознячуком, Н. М. Грипинским, Л. Т. Пузановым и другими. Вторая концепция связывала образование возвышенности с деятельностью сожского ледника. Исходя из этой концепции, значительная (иногда большая) верхняя часть четвертичной толщи и рельеф окрестностей г. Минска изображаются как сожские. Концепция отстаивалась в работах Е. П. Мандер, Б. Н. Гурского, Г. И. Горещкого. А. В. Матвеевым также были выдвинуты представления об унаследованном формировании Минской возвышенности. Им показано, что возвышенность окончательно оформилась во время сожского оледенения.

В дальнейшем в связи с исследованиями по международной программе геологических корреляций и дискуссий о структуре и развитии краевых образований центральной Беларуси, проводимыми Институтом геохимии и геофизики АН БССР, впервые начато целенаправленное и систематическое изучение конечных морен. В результате изысканий З. А. Горелика, М. А. Вальчика, С. Д. Астаповой, М. Е. Комаровского и других ученых в структуре краевых образований Минской возвышенности были выделены разновозрастные макроформы (Ивенецко-Минский массив и Воложинско-Докшицкая гряда), а также представлены факты, свидетельствующие о двух стадийных подвижках края последнего среднеплейстоценового оледенения; выявлены общие свойства геологического строения и рельефа; обнаружены связи этих макроформ с особенностями строения дочетвертичного основания; установлена стратиграфия четвертичных отложений; описаны главные черты рельефа и проанализированы палеогеографические условия формирования возвышенности.

Большое значение в выяснении условий образования краевых образований полигона имеют исследования Ю. А. Лаврушина по разработке моренного седиментогенеза, а также А. А. Асеева, О. П. Аболтиньша, Э. А. Левкова, А. В. Матвеева и М. А. Вальчика по выявлению механизма формирования островных и маргинальных возвышенностей. М. Е. Комаровским [14] обоснована предопределенность структуры Минской возвышенности характером строения коренного основания и показан процесс эволюции этой макроформы, сформировавшейся в конце среднего плейстоцена в результате гляциодислокаций отложений в краевой зоне последнего в регионе оледенения.

В последние годы проведены эколого-геологические исследования территории Минского полигона, выявлены особенности проявления современных тектонических процессов, дана оценка состояния подземных вод, грунтов, рельефа [10]. С целью установления геологических условий градостроительного развития Минска в 2006—2007 гг. выполнены детальные геолого-геоморфологические исследования территории города и прилегающих участков, изучена структура и интенсивность протекания геологических процессов (В. С. Хомич, М. Е. Комаровский и др.). Полученные при этом результаты легли в основу данного пособия.

ТЕКТОНИКА

В геологическом строении и рельефе территории Минского полигона проявляется связь со стабильными и развивающимися тектоническими формами, а также со структурой дочетвертичного (коренного) субстрата.

Минский учебный полигон расположен на северном склоне крупной положительной тектонической структуры — Белорусской антеклизы. Глубина залегания фундамента антеклизы в г. Дзержинск составляет 395 м и увеличивается в северном направлении до 430—516 м у г. Логойск. Абсолютные отметки залегания фундамента в более приподнятой части антеклизы на юге полигона достигают 70 м, а на наклонно падающей северной части — понижаются до —300 м ниже уровня моря. Кристаллический фундамент сложен гранитами, гнейсогранитами, амфиболитами, гнейсами, гранулитами архейского — раннепротерозойского возраста. В фундаменте антеклизы эти породы образуют линейный Минский гранулитовый блок субмеридионального простирания. С запада и востока он ограничен суперрегиональными разломами, а внутри разбит прочими разломами на локальные мелкие блоки [9].

Породы фундамента нигде на дневной поверхности не обнажаются и перекрыты платформенным чехлом мощностью от 94 до 517 м. В составе платформенного чехла выделены отложения от верхнего протерозоя до кайнозоя. Эти осадочные породы залегают в целом горизонтально или имеют слабый уклон согласно поверхности фундамента.

Из вышесказанного видно, что тектонически-стабильная Белорусская антеклиза отражается в современном рельефе и строении четвертичных отложений. К занимающей территорию Минского полигона антеклизе при-

урочены наивысшие абсолютные отметки Минской возвышенности и конечноморенные разновидности ледниковых отложений.

Ледниковые отложения и формы рельефа в пределах Минского полигона соответствуют двум участкам антеклизы с различным характером строения и возрастом: южная часть полигона — присводовой или наиболее приподнятой зоне Белорусской антеклизы, северо-западная — Ошмянскому разлому (рис. 2).

Присводовый участок Белорусской антеклизы. Характерной особенностью этого участка является неглубокое залегание фундамента относительно уровня моря. В этом месте кристаллическое основание поднято выше — 150 м. Поверхность его, сложенная архейскими гнейсами и гранитами, имеет локальные блоковые выступы, опускания и пологий наклон в северном направлении. Здесь кристаллическое основание перекрыто песчаниками рифея и венда и маломощным чехлом верхнемеловых мергельно-меловых и неогеновых отложений.

Поверхность меловых и неогеновых пород северного склона антеклизы выделяется сильной изрезанностью. В эти отложения врезаются глубокие ледниковые ложбины: Свислочская, Верхне-Исlochская, Волмянская. Ледниковые ложбины врезаются в подстилающие слои на глубине 60—80 м. Между ложбинами расположены выступы — останцы слабозатронутых ледниковой экзарацией отложений с положительными абсолютными отметками в несколько десятков метров. Крупные останцовые участки и ледниковые ложбины субмеридионально ориентированы. К ним приурочен межлопастной массив южной части Минской возвышенности.

Зона Ошмянского разлома, прослеживаемая в фундаменте и осадочном чехле, протягивается в субширотном направлении по Вилейскому погребенному выступу — от Вильнюса до Минска. Этот разлом относится к коровым, имеет длину около 170 км и вертикальную амплитуду смещения по поверхности фундамента от нескольких десятков до 250 м. С северо-востока он ограничивает Воложинский грабен. Вдоль разлома происходили активные тектонические движения, причем в венде они привели к заложению разлома, а начиная с раннего палеозоя отмечались тектонические перемещения, которые вызывали то поднятие территории, расположенной к северу от Ошмянского разлома и опускание площадей к югу от него, то процессы шли в обратной последовательности. Доказательствами в пользу активности разлома после его заложения можно считать амплитуды смещений (до 250 м) разлома, плановое соответствие границ кембрийских, ордовикских, силурийских отложений, а также северной границы верхнемеловых пород и значительный отрезок северо-западной части Минской возвышенности положению и простирацию Ошмянского разлома.

Вертикальные смещения блоков фундамента вдоль разлома после его образования приводили либо к слабому изгибанию пород чехла и субчетвертичной поверхности или, местами, к смещениям разрывного характера. Такие нарушения в основном выражались в породах чехла в форме флексур и смещений слоев по разрывам, а в погребенном рельефе — в виде субширотной системы малоамплитудных (до 10—28 м) уступов и поднятий.

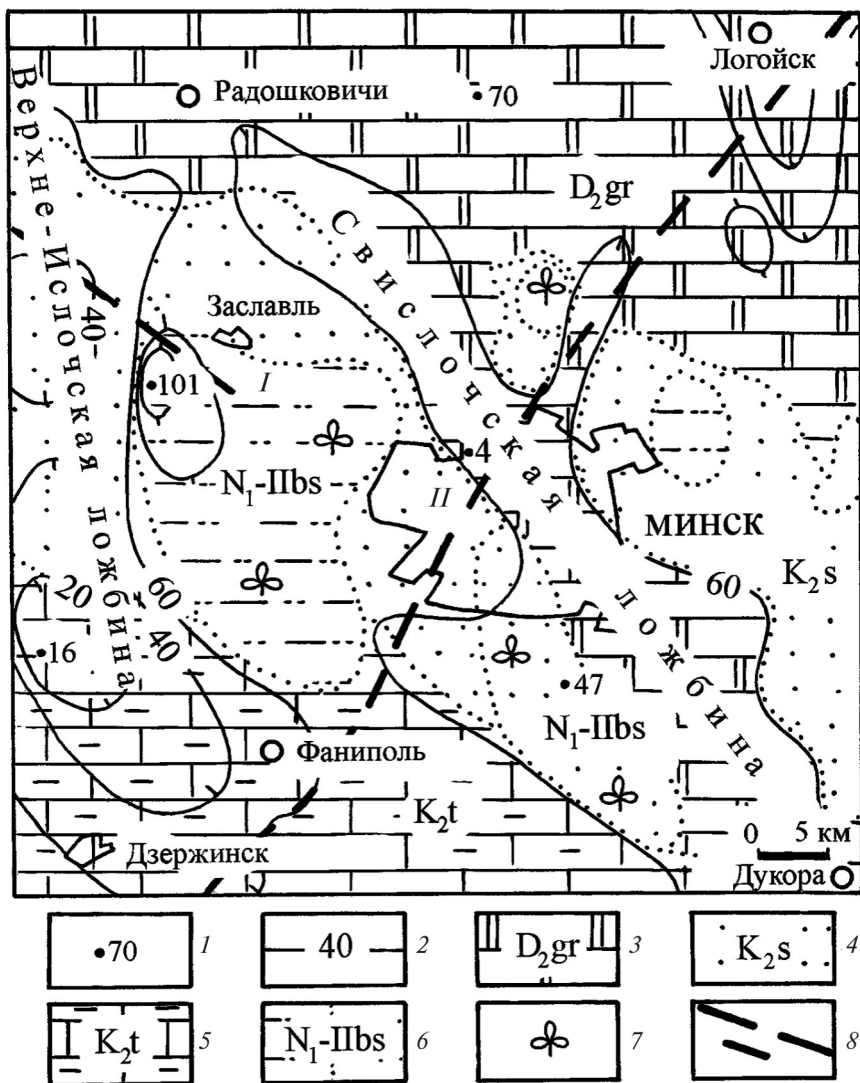


Рис. 2. Карта поверхности дочетвертичных и брестских пород:

1 — абсолютные отметки; 2 — изогипсы рельефа; 3 — отложения среднего девона; 4 — отложения сеноманского яруса верхнего мела; 5 — отложения туронского яруса верхнего мела; 6 — неоген-брестские образования; 7 — растительные остатки; 8 — тектонические разломы: I — Ошмянский; II — Минский

Слабые смещения относительно Ошмянского разлома проявляются и в четвертичной толще, и в земной поверхности. Они фиксируются по перемещению на разные уровни над крыльями разлома среднечетвертичных горизонтов, появлению над нарушением линз беловежских и александрийских торфяников, нередко изменению фациального состава водно-ледниковых аккумуляций. На земной поверхности вдоль разлома появляются конечноморенные гряды субширотного простираения Минской и Ошмянской возвышенностей. Здесь произошло местное землетрясение с магнитудой до 6 баллов и др. [14].

Таким образом, характер геологического строения присводового участка Белорусской антеклизы и новейшие тектонические движения по Ошмянскому разлому предопределили неодинаковые условия формирования краевых ледниковых образований у разных участков Минского полигона. Склон антеклизы стал местом заложения межлопастного Ивенецко-Минского моренного массива, а активизация на четвертичном этапе Ошмянского разлома способствовала возникновению провисающего к юго-востоку фронтального пояса Минского полигона.

СТРАТИГРАФИЯ

Территория Минского полигона расположена на западе Восточно-Европейской платформы. Для нее характерно двухъярусное строение. Нижний ярус образует кристаллический фундамент архейско-раннепротерозойского возраста, верхний ярус, или платформенный чехол, сложен в основном из осадочных пород. Сведения о кристаллическом фундаменте и древних горизонтах платформенного чехла основаны на изучении керна глубоких скважин и геофизических исследованиях. Стратиграфическое расчленение осадочной толщи производилось на основании палеонтологических и литологических данных. С помощью комплексной методики исследований, сочетающей общие методы (геологический, фациальный) и частные (биостратиграфические, литологические, геоморфологические, дистанционные и др.), анализировались четвертичный покров и рельеф Минского полигона.

Кристаллический фундамент. Минский полигон расположен в пределах крупной структуры фундамента — Смолевичско-Дрогичинской шовной (Центрально-Белорусской структурной) зоны. Эта структура выделяется по вещественному составу, стратиграфии, метаморфизму и тектонике кристаллического фундамента [9]. В строении фундамента Минского полигона выделены разнообразные метаморфические и магматические породы архея. Внутри фундамента метаморфические породы образуют стратиграфические серии, а интрузивные породы — структурно-петрографические комплексы.

Наиболее древние образования Центрально-Белорусской структурной зоны относятся к нижнему архею (2,5—2,6 млрд лет). Они представлены сильнометаморфизованными в условиях гранулитовой фации породами. Гранулиты вскрываются единичными скважинами на западе полигона в структуре Минского блока фундамента. Это светлоокрашенные мелкокристалличе-

ские породы с зернистой и сланцеватой текстурой. Состоят преимущественно из ортоклаза, кварца с зёрнами граната, иногда — силлиманита, кианита, авгита. В геофизических полях Минский блок основных гранулитов выражается магнитными и гравитационными аномалиями повышенной и высокой интенсивности.

В восточной части Центрально-Белорусской шовной зоны в пределах Минского полигона бурением вскрыты образования амфиболит-гнейсового комплекса мощностью 0,8—5 тыс. м. Они сложены неравномерно-зернистыми плагиогнейсами и гнейсами с массивной, гнейсовой и полосчатой текстурой, немато- и лепидогранобластовой структурой. В разрезах присутствуют также полевошпатовые амфиболиты в виде немногочисленных мало-мощных прослоев. Плагиогнейсы состоят из плагиоклаза — 35—65 %, кварца — 20—35 %, биотита — до 15 % и зеленой роговой обманки — 0—20 %. Для амфиболит-гнейсового комплекса характерен мозаичный тип гравимагнитных аномалий. В строении фундамента здесь большая роль принадлежит магматическим породам, которые залегают в виде массивов и более мелких жил и даек. Среди интрузий преобладают кварцевые сиениты и биотитовые граниты. Магматические породы имеют протерозойский возраст.

Платформенный чехол имеет повсеместное распространение. Его мощность, как отмечалось выше, увеличивается в северном направлении и максимальных значений (до 517 м) достигает в наиболее опущенной части Белорусской антеклизы.

На породах кристаллического фундамента нередко развита кора выветривания, которая сформировалась преимущественно в предсреднерифейское время. Мощность ее обычно 10—15 м, изредка достигает больших значений. В пределах Минского блока на основных гранулитах развита монтмориллонитовая кора выветривания. В породах амфиболит-гнейсового комплекса распространены каолинит-гидрослюдисто-монтмориллонитовые коры выветривания. Верхние горизонты кор выветривания, как правило, размыты, о чем свидетельствуют продукты переотложения мощностью 1,5—4,5 м.

Отложения рифейской системы являются наиболее древними образованиями (1,2—1,4 млрд лет). Для изучения они доступны только в скважинах на глубинах 428—440 м. В структурном плане образования рифея приурочены к древнему палеопрогибу (авлокогену). Абсолютные отметки их поверхности колеблются от 226 до 223 м ниже уровня моря. Рифей в Минском регионе представлен отложениями среднего и верхнего рифея (оршанской свитой). Отложения рифея состоят преимущественно из красноцветных кварцевых хорошо окатанных и отсортированных песчаников, мелкозернистых с горизонтальной или слабонаклонной слоистостью морского, возможно эолового происхождения. К основанию свиты песчаники становятся более грубыми, в них появляются окатанные морские пляжевые гальки и гравий, а в подошве — базальный конгломерат. Мощность песчаников 18—131 м.

Отложения вендской системы на территории района практики развиты повсеместно. Они имеют возраст 650 ± 20 — 570 ± 20 млн лет (табл. 2). Венд-

ские породы пройдены десятками скважин на глубинах 120—235 м. Абсолютные отметки их поверхности изменяются от 55 м до —38 м. Мощность образований венда составляет 148—236 м. По стратиграфической последовательности, изотопным датировкам и органическим остаткам установлены отложения нижнего отдела венда — вильчанской и волынской серий и верхнего — валдайской серии.

Образования вильчанской серии распространены в центральном и южном районах Минского полигона, где образуют сплошной покров. На севере полигона они отсутствуют. Глубина залегания кровли вильчанской серии колеблется от —126 м до —209 м, ее мощность до 130 м. Вильчанская серия с крупным стратиграфическим перерывом залегает на более древних образованиях рифея, перекрыта с разрывом породами волынской серии венда и более молодыми отложениями фанерозоя.

Таблица 2

Стратиграфическая шкала, применяемая в геологической документации

Эонотема	Эратема	Система	Отдел	Ярус, звено, горизонт	Возраст, млн лет
Фанерозойская	Кайнозойская	Четвертичная	Голоцен НI	Современное	0,01
			Плейстоцен Q	Верхнее	0,12
				Среднее	0,8
				Нижнее	1,8
		Неогеновая	Плиоцен N ₂	Дворецкий, dv	2,5
				Верхне-холмечский, chl 2	3,6
				Нижне-холмечский, chl 1	5,3
			Миоцен N ₁	Асоцкий, as	7,2
				Детомльский, dt	
				Лозский, lz	11,6
				Бурносский, brns	13,6
				Букчанский, bk	15,9
				Смолярский, sm	20,4
				Крупейский, kr	28,4
		Палеогеновая	Оligоцен P ₃	Страдубский, str	
				Харьковский, hr	37,2
				Киевский, kv	40,4
			Эоцен P ₂	Бучакский, bch	48,6
				Каневский, kn	55,8
			Палеоцен P ₁	Сумской, sms	65,5

Продолжение табл. 2

Эонотема	Эратема	Система	Отдел	Ярус, звено, горизонт	Возраст, млн лет
Фанерозойская	Мезозойская	Меловая	Верхний K ₂	Маастрихтский, m	70,6
				Кампанский, km	83,6
				Сантонский, st	85,8
				Коньякский, k	89,3
				Туронский, t	93,5
				Сеноманский, s	99,6
			Нижний K ₁	Альбский, al	112,0
				Аптский, a	125,0
				Барремский, br	130,0
				Готеривский, h	136,4
				Валанжинский, v	140,2
				Берриаский, b	145,5
		Юрская	Верхний J ₃	Кимериджский, km	155,0
				Оксфордский, o	161,2
			Средний J ₂	Келловейский, kl	164,7
				Батский, bt	167,7
				Байосский, bj	171,6
	Палеозойская	Триасовая	Верхний T ₃	Рэтский, r	203,6
				Норийский, n	216,5
				Карнийский, k	228,0
			Средний T ₂	Ладинский, l	237,0
				Анизийский, a	245,0
			Нижний T ₁	Оленекский, o	249,7
				Индский, i	251,0
				Татарский	253,8
		Пермская	Верхний P ₃	Казанский	265,8
				Уфимский	270,6
				Кунгурский,	275,6
			Нижний P ₁	Артинский, ar	284,4
				Сакмарский, s	294,6
				Ассельский, as	299,0

Продолжение табл. 2

Эонотема	Эратема	Система	Отдел	Ярус, звено, горизонт	Возраст, млн лет
Фанерозойская	Палеозойская	Каменно-угольная	Верхний C ₃	Гжельский, g	303,9
				Касимовский, k	306,5
			Средний C ₂	Московский, m	311,7
				Башкирский, b	318,1
			Нижний C ₁	Серпуховский, s	326,4
				Визейский, v	345,3
				Турнейский, t	359,2
		Девонская	Верхний D ₃	Фаменский, fm	374,5
				Франский, fn	385,3
			Средний D ₂	Живетский, gv	391,8
				Эйфельский, ef	397,5
			Нижний D ₁	Эмский, em	407,0
				Пражский, pr	411,2
				Лохковский, l	416,0
		Силурийская	Верхний S ₂	Пржидольский, p	418,1
				Лудловский, ld	422,9
			Нижний S ₁	Венлокский, w	428,2
				Лландоверийский, ln	443,7
		Ордовикская	Верхний O ₃	Ашгиллский, ash	460,9
			Средний O ₂	Карадогский, kr	468,1
				Лланвирский, lv	471,8
			Нижний O ₁	Аренигский, ar	478,6
				Тремадокский, t	488,3
		Кембрийская	Средний E ₂	Майский, m	
				Амгинский, am	513,0
			Нижний E ₁	Тойонский, t	
				Ботомский, b	
				Атдабанский, at	
				Томмотский, tm	542,0

Эонотема	Эратема	Система	Отдел	Ярус, звено, горизонт	Возраст, млн лет
Протерозойская	Верхнепротерозойская	Вендская	Верхний V_2	Валдайская, vd	
			Нижний V_1	Волинская, vl	
				Вильчанская, vlch	650
		Рифейская	Верхний R_3	Белорусская серия, bl	1000
			Средний R_2	Шеровичская, sh	1350
			Нижний R_1	Бобруйская, br	1600
	Нижнепротерозойская	Верхнекарельская	K_2	Каменецкий, km Околовская, ok	2100
		Нижнекарельская	K_1	Мигматит-гранито-гнейсовый	2550
Архейская	Верхнеархейская		AR_2	Озерская, gn	3200
	Нижнеархейская		AR_1	Рудьянская, rd	
				Щучинская, sc	3600

Серия сложена из красно-бурых тиллитов (древних погребенных морен), мелко- и разнозернистых песчаников и алевролитов и аргиллитов с тонкой ритмичной слоистостью ленточного типа. Эти породы образуют пачки различной мощности (до 40—60 и местами более метров), которые неоднократно переслаиваются в разрезе. Вильчанская серия характеризуется резкими колебаниями мощности, а также изменчивым строением разрезов при относительной выдержанности состава и основных типов слагающих ее пород. Эти и другие многочисленные признаки, по мнению исследователей венда [9], свидетельствуют о ледниковом происхождении вильчанской серии и позволяют рассматривать ее как эталон древних погребенных покровно-ледниковых формаций докембрия.

Отложения волинской серии нижнего венда распространены повсеместно на территории Минского полигона. Залегают стратиграфически несогласно на отложениях вильчанской серии венда и на образованиях рифея, перекрываются валдайской серией венда или более молодыми. Мощность образований не превышает 117 м.

Нижнюю часть волинской серии (ратайчицкую свиту) слагают вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы. На территории Минского полигона вулканогенные породы распространены в виде почти сплошного покрова мощностью до 92 м. Они сложены псаммитовыми туффитами с прослоями туфов и туфогенных песчаников, сменяющимися вверх по разрезу пачкой туфопесчаников, алевролитовых туффитов, туфогенных алевроитов и глин, переслаивающихся между собой. В районе г. Минска в верхах вулканогенных пород встречаются также сланцы и известняки.

генной пачки залегают кварцево-полевошпатовые песчаники с вулканогенным материалом и с прослоями песчаных алевролитов.

Верхняя часть волынкой серии (лиоэненская свита) в районе г. Минска имеет мощность 10—80 м и представлена, в основном, морскими алевролитами с частыми и тонкими прослоями и линзами мелкозернистых песчаников и глин. На западе и юго-западе полигона алевролиты сменяются красноцветными песчаниками, обломочный материал становится более грубым, хуже отсортирован.

Отложения валдайской серии верхнего венда распространены на всей территории Минского полигона. Залегают они на волынкой серии венда. Перекрываются породами среднего девона и более молодыми отложениями. Мощность составляет 50—100 м. По литологическим особенностям пород и органическим остаткам в валдайской серии Минского региона выделены редкинский и котлинский горизонты (свиты).

Отложения редкинского горизонта распространены по всей территории полигона с максимальными мощностями до 65 м. Толща сложена терригенно-морскими образованиями и имеет трехчленное ритмичное строение. В нижней ритмопачке представлены разнозернистые и гравийные песчаники (базальный слой) и песчаники мелкозернистые с прослоями разнозернистых. Песчаники красноцветные и светло-серые, полевошпатово-кварцевые, средние и крепко сцементированные глинистым и карбонатно-глинистым цементом. Выше по разрезу залегают пачка переслаивания алевролитов и песчаников, а дальше — пачка тонкослоистых слюдистых, глинистых алевролитов, которые сменяются в самом верху глинами. В разрезе преобладают песчаники. Мощность ритмов достигает 20—55 м.

Котлинский горизонт распространен на западе и северо-западе Минского полигона. Залегают на глубинах от 235 до 305 м на редкинском горизонте. Мощность его не превышает 94 м. Котлинские отложения в скважинах Минского полигона представлены в основании гравелитами, дресвяниками и песчаниками светло-серыми, разнозернистыми. Вверх по разрезу они переходят в красноцветные мелкозернистые песчаники с прослоями алевролитов и серые алевролиты и аргиллиты. Алевролиты имеют тонкую горизонтальную, волнистую, линзовидную слоистость, прослои синевато-серых глин, мелкозернистых песчаников и линзы мергеля. Из мелкозернистых песчаников определены остатки лентовидных бурых водорослей и акритархи котлинского возраста [9].

Отложения девонской системы на территории учебного Минского полигона развиты повсеместно. В скважинах они вскрываются на глубинах от 96 до 261 м. Эти породы залегают несогласно на размытой поверхности образований венда и рифея. В южной части Минского полигона девонские отложения перекрываются аккумуляциями мела. Севернее г. Минска, а также вдоль тальегов Свислочской и Ислючской ложбин они выходят на субчетвертичную поверхность. Мощность девонских отложений изменяется от нескольких метров на юго-западе до —135 м на севере учебного полигона. По данным изучения остатков фауны, миоспор и литологии, рассматриваемые отложе-

ния относятся к эмскому ярусу нижнего и эйфельскому ярусу среднего девона. Их возраст оценивается приблизительно в 407,0—391,8 млн лет [9].

В пределах Минского полигона *отложения эмского яруса* (витебского горизонта) пройдены в нижней части девонской толщи, где несогласно, с большим стратиграфическим перерывом залегают на породах верхнего протерозоя. Они представлены в основном маломощными (до 50 м) терригенно-карбонатными породами — мергелями, глинами, глинистыми доломитами, алевролитами с характерной ярко-зеленой и голубовато-зеленой окраской и ритмичным строением. В породах эмского яруса встречаются водоросли, миоспоры, остатки ихтиофауны, лингулиды и конхостраки и другие организмы.

Эйфельский ярус среднего девона (наровский надгоризонт) распространен по всей территории учебного полигона. Его мощность увеличивается в северо-восточном направлении от 10 м и менее на юге полигона до 96 м на севере. Расчленяется на адровский, освейский и городокский горизонты.

Сложен ярус из прибрежно-морских и лагунных терригенных песчаников, карбонатных доломитов и доломитизированных известняков (адровский горизонт), в средней части — ритмичным переслаиванием доломитов, мергелей и глин с прослоями песчаников (освейский горизонт), сверху — доломитовыми мергелями и глинами с прослоями глинистых доломитов и, реже, песчаников (городокский горизонт). В отложениях эйфельского яруса попадают окаменелые остатки ископаемой ихтиофауны — брахиоподы (лингулы), пелециподы, остракоды, конодонты, конхостраки, многочисленные остатки беззубых и рыб, а также примитивные фораминиферы, харовые известковые и синезеленые водоросли, миоспоры, акритархи, остатки стеблей растений и др. Породы городокского горизонта, выступающие на субчетвертичной поверхности в северной части полигона, подверглись площадной ледниковой экзарации и слагают здесь сглаженные волнисто-бугристые формы.

Отложения меловой системы развиты в центральном и южном районах учебного полигона южнее линии Радошковичи — Смолевичи. Здесь эти породы лежат со стратиграфическим несогласием на вендских и девонских образованиях, перекрываются кайнозойскими аккумуляциями. Абсолютные отметки кровли меловых отложений 16—90 м. Скважинами они вскрываются на глубинах 107—231 м. В Свислочской и Ислочской палеоложбинах они выпаханы ледниками и отсутствуют. Мощность меловых аккумуляций увеличивается к юго-западу (до 105 м в г. Дзержинск) и югу (до 45 м у д. Шацк).

Меловые отложения сложены из двух толщ: нижней терригенно-карбонатной толщей и верхней карбонатной. Терригенно-карбонатная толща включает известковистые пески, песчаный мел, имеет мощность 20—25 м. Карбонатная толща мергельно-меловая, мощностью до 85 м. По данным микрофаунистических и палинологических исследований установлено, что в пределах Минского полигона отложения представлены образованиями альбского яруса нижнего отдела, сеноманского и туронского ярусов верхнего отдела. Их возраст 112,0—93,5 млн лет.

Отложения альбского яруса вскрываются скважинами почти на всей площади распространения меловых пород в нижней части терригенно-карбонат-

ной толщи. Глубины залегания 111—239 м. Мощность чаще всего составляет 7—12 м. Альбские отложения представлены темно-зелеными мелкозернистыми песками, глауконито-кварцевыми, некарбонатными, местами с включениями фосфоритовых конкреций, с прослоями песчаников и алевритов.

Сеноманский ярус пройден скважинами в районе г. Минска и южнее. Подстигается альбскими песками, перекрывается породами турона. Сеноманские отложения залегают на глубинах от 107 до 232 м. Их мощность обычно не превышает 10 м, а максимальная — 29 м. В нижней части толща сеномана сложена из песков и песчаников глауконито-кварцевых, известковистых и песчанистого мела с включением желваков фосфоритов. В верхней части она состоит преимущественно из мела иноцерамового, мела глинистого с ходами илоедов и мелоподобного мергеля.

Отложения туронского яруса распространены в южной части территории полигона (южнее г. Минска). Залегают почти везде согласно на породах сеномана, перекрываются неогеновыми и четвертичными образованиями. Глубина залегания этих отложений составляет 111—231 м. Мощность увеличивается от нескольких метров к югу до 81 м. В строении туронского яруса участвует мел белый, чистый, с прослоями серовато-белого мергеля. Для мела характерны включения конкреций кремней, обилие известковых скелетов кокколитов, фораминифер, встречаются остракоды, остатки ископаемых двустворок и белемнитов (прил. 5).

В южной части Минского полигона верхнемеловые мергельно-меловые породы составляют обширное поле на субчетвертичной поверхности. Оно сильно расчленено, здесь расположено большинство погребенных палеодолин, ледниковых палеоложбин и останцовых выступов.

Неогеновая система. На Минском полигоне отложения неогена распространены в виде останцов южнее и западнее г. Минска, где приурочены к редким озеровидным расширениям либо к днищам Палео-Уссы, Палео-Свислочи и Палео-Птичи. Залегают на размытой поверхности меловых пород на глубинах 113—145 м. В понижениях равнинных участков распространены континентальные озерные и озерно-болотные осадки, а по палеодолинам — аллювиальные. Мощность этих аккумуляций равняется 4—10 м. Неогеновые отложения имеют возраст 23,0—1,8 млн лет. По данным спорово-пыльцевого и карпологического анализов они относятся к миоценовому и плиоценовому отделам. В каждом из них выделяются более мелкие горизонты: бриневский, антопольский, колочинский.

Миоценовый отдел. Отложения бриневского надгоризонта встречаются на локальных водораздельных участках субчетвертичной поверхности у г. Фаниполь и др. Абсолютные отметки их кровли 55—82 м. Глубина залегания 113—143 м. Бриневские слои сложены терригенными и органогенными породами аллювиального, озерного и болотного происхождения. Это кварцевые пески, нередко с обугленным растительным детритом и прослойками бурого угля и глин. Мощность отложений обычно до 26 м. В отложениях бриневского надгоризонта обнаружены пыльца и остатки растений влажных хвойно-широколиственных лесов, грецкого ореха, лапины, магнолии, гикори, пробково-

го дерева, феладендрона, тюльпанового дерева, ликвидамбра, хвойных (зонтичной сосны, подокарпуса, секвойи, тсуги) и болотистых лесов с таксодией, ниссой и других пород. Они произрастали в субтропическом климате — наиболее теплом в неогене.

Образования антопольского надгоризонта миоцена занимают большие площади, приурочены к дочетвертичным долинам палеорек южной части учебного полигона. В их составе доминируют озерно-аллювиальные и аллювиальные пески, алевроиты и черные углистые глины. Мощность отложений достигает 9 м. В антопольских отложениях встречаются пыльца, семена и обломки древесины растений — обитателей смешанных хвойно-мелколиственных лесов. Среди них выявлена пыльца сосны, ели, пихты, тсуги, березы, ольхи, дуба, клена, липы, вяза. Широко представлены также остатки растений открытых пространств — полыней, маревых и прочего разнотравья [9].

Плиоценовый отдел. Отложения колочинского надгоризонта тяготеют к долинам Палео-Свислочи, Палео-Уссы и участкам озерно-аллювиальных низин, расположенным западнее г. Минска, южнее г. Ивенец. Залегают они нередко со следами размыва на более древних аккумуляциях неогена и мела, перекрываются четвертичными отложениями. Абсолютные отметки их кровли изменяются от 58 до 96 м, мощность — от 2 до 10 м. Плиоценовые осадки сложены аллювиальными и озерно-аллювиальными мелкозернистыми песками и алевроитами, гумусированными, серыми и темно-серыми, с растительными остатками и редкими раковинами моллюсков. Пески в основном кварцевые с примесью полевых шпатов, темноцветных минералов, глауконита. В кровле залегают обычно алевроиты зеленовато-серые или темно-серые с зеленоватым оттенком, слабогумусированные, ритмично-горизонтально-слоистые. Из плиоценовых отложений установлены комплексы спор и пыльцы. Они соответствуют следующим фазам развития растительности: 1-я фаза — хвойно-широколиственные леса с сосной, секвойей, дубом, березой; 2-я — широколиственные леса: дуб, каштан, береза, липа, клен; 3-я — тундроподобные и лесотундровые ландшафты с участием березы, сосны, ольхи, лиственницы, карликовой березы; 4-я — хвойные и хвойно-мелколиственные леса с сосной, елью, березой, лиственницей [9]. Как видно из палинологических исследований, в разрезе неогеновых отложений Минского полигона снизу вверх постепенно исчезают теплолюбивые тропические и субтропические элементы флоры, происходит замещение их теплоумеренными и умеренными растениями.

Четвертичная система. В пределах учебного Минского полигона четвертичные образования развиты повсеместно и сплошным чехлом покрывают породы более древних систем. В пространственном размещении и структуре этих аккумуляций в значительной степени проявляется связь с характером рельефа и строения дочетвертичного субстрата. Четвертичные отложения Минского полигона расположены на площади с выровненным ложем, получившей название Центрально-Белорусской погребенной равнины. Субчетвертичная поверхность постепенно понижается с востока с отметок 80—90 м к западу до 70—50 м.

Рельеф погребенной Центрально-Белорусской равнины на рассматриваемой территории не является полностью монотонным и уплощенным. Абсолютные отметки изменяются от 101 до 16 м. Здесь выделяются останцовый рельеф, неотектонические поднятия, ложбины, фрагменты доледниковой речной сети и участки плоскостной ледниковой экзарации. На территории полигона обособляются два повышенных участка — Дзержинский с высотами 65—111 м и Заславский — 72—101 м, между которыми прослеживается Верхне-Ислочская палеоложина.

Дзержинский повышенный участок соответствует наиболее приподнятой части фундамента Белорусской антеклизы, перекрытой сравнительно маломощным чехлом податливых песчаных, мергельно-меловых и глинистых пород. Поверхность этих образований на присводовом участке Белорусской антеклизы выделяется сильной изрезанностью, широким развитием ледниковых ложбин и возвышающихся над ними выступов — останцов слабо затронутых ледниковой экзарацией отложений. В таком месте в рельефе субчетвертичного основания выражены крупный Ивенецко-Дзержинский останцовый выступ и ограничивающие его субмеридиональные Юратишско-Столбцовская (—18—40 м) и Свислочская (47—60 м) ледниковые ложбины (см. рис. 2). К останцовому выступу в современном рельефе учебного полигона приурочен моренный массив южной части Минской возвышенности. Свислочская ложбина, переуглубившая неогеновую палеодолину, унаследована современной долиной р. Свислочь.

Заславское поднятие расположено в зоне Ошмянского разлома. Субчетвертичная поверхность вдоль субширотного разлома имеет сильноэродированный рельеф с морфоструктурными выступами дочетвертичных образований, ледниковыми ложбинами и котловинами. Заславское и соседние надразломные поднятия соответствуют субширотному поясу краевых образований Минской возвышенности. К северу от зоны разлома субчетвертичная поверхность становится мозаичной, на ней встречаются выступы девонских скальных пород, неглубокие котловины с линзами неогеновых отложений и без них. Эти эрозионные останцы, озерные пади дочетвертичного времени сильно преобразованы процессами плоскостной ледниковой экзарации, соответствуют в современном рельефе Вилейской низине.

Максимальные мощности четвертичных отложений сосредоточены в двух районах. Первый такой массив с большой мощностью (202—293 м) находится западнее г. Минска и приурочен к Ивенецко-Дзержинскому выступу и к дистальным окончаниям ложбин, ограничивающих выступ с боков. Второй район с большой мощностью отложений (200—270 м) размещен у Ошмянского разлома и совпадает с Заславским выступом субчетвертичной поверхности. К юго-востоку от этих участков субчетвертичной поверхности происходит уменьшение мощности четвертичных накоплений до 120 м. Минимальные значения ее (около 57 м) вскрываются в долине р. Свислочь на крайнем юго-востоке территории (рис. 3).

Четвертичная толща сложена отложениями ледниковых и межледниковых горизонтов плейстоцена и осадками голоцена. Наиболее полно по лито-

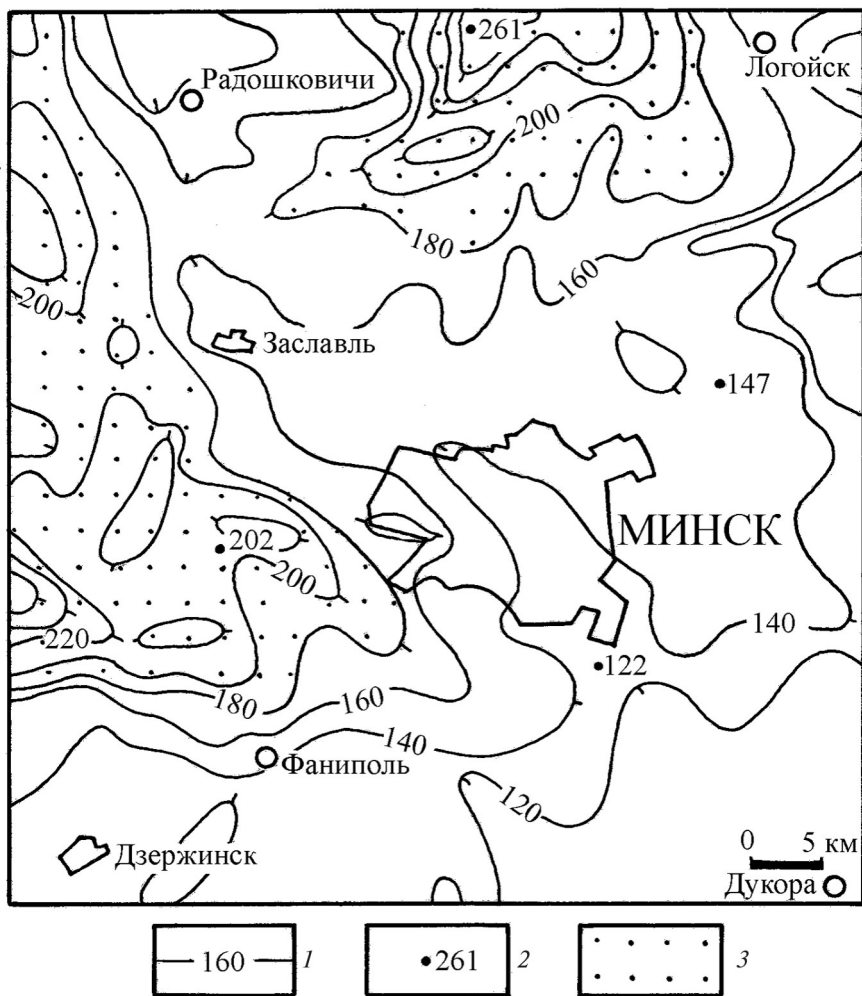


Рис. 3. Мощность четвертичных отложений:
 1 — изопахиты мощности; 2 — значения мощности;
 3 — зоны с мощностью более 180 м

логическим особенностям и разнообразию фаций представлены горизонты отложений материковых оледенений. Они составляют основу и формы поверхности Минского полигона, которые построены преимущественно водно-ледниковыми, моренными и конечноморенными накоплениями среднего плейстоцена.

Таблица 3

Стратиграфическая схема четвертичных отложений [9]

Система	Раздел	Звено	Горизонт	Подгоризонт	Индекс	Возраст, млн лет	Полярность
Четвертичная	Голоцен	Современное	Голоценовый		IVHl	0,01	Брюнес
	Плейстоцен	Верхнее	Поозерский		III pz	0,13	
			Муравинский		III mr		
		Среднее	Припятский	Сожский	II sz	0,8	
				Днепровский	II d		
			Александрийский		II alk		
			Березинский		II br		
			Беловежский		II bl		
			Наревский		II nr		
			Брестский	Ружанский	II bs		
		Варяжский					
	Нижнее	Гомельский	Ельнинский	I gm	1,8	Матуюма	
			Вселюбский				
Неогеновая	Плиоцен	Верхнее	Дворецкий		N ₂ dv		

Стратиграфическое расчленение четвертичного покрова основывается на данных палинологических, палеокарпологических, палеотериологических, минералого-петрографических и других исследований опорных разрезов. Нижняя граница четвертичной системы имеет возраст 1,8 млн лет. На Минском полигоне выделены отложения среднего, верхнего и современного звеньев. Среднее звено квартера включает брестский предледниковый надгоризонт, наревский, березинский и припятский ледниковые горизонты, беловежский и александрыйский межледниковые горизонты (табл. 3).

Брестский предледниковый надгоризонт. На территории учебного полигона наиболее древние отложения, относящиеся к брестскому надгоризонту, установлены в скважинах на Ивенецко-Дзержинском выступе у деревень Тесновая, Боровиковщина, Огарки, в погребенных долинах Палео-Свислочи, Палео-Уссы, а также в окрестностях г. Минска и других местах. Встречаются они в виде небольших островных фрагментов, озерных и озерно-аллювиальных образований, приуроченных к озерным расширениям территории, а также к днищам долин. Эти переходные от плиоцена к плейстоцену аккумуляции залегают на неогеновых, в некоторых случаях на меловых и девонских породах в виде фрагментарных линз на глубинах от 153 до 184 м. Абсолютные отметки кровли изменяются от 66 до 101 м, мощность составляет 10—13 м.

Брестский надгоризонт состоит из серых и темно-серых алевритов и суглинков, разномеристых песков. Эти образования имеют характерную тонкую горизонтальную слоистость, интервалами гумусированные, с остатками растительности, в верхней части разреза обычно карбонатные и с линзами глин. Предледниковые аккумуляции сравнительно постепенно вычлениаются из неогеновых пород.

Отложения брестского надгоризонта изучены палинологическим и карпологическим методами в ряде скважин в окрестностях деревень Тесновая, Боровиковщина, Огарки и других на западе Минского полигона. В толще отмечается чередование отложений с остатками перигляциальной тундростепной растительности (вересковые, полыни, гречишные и др.) и с остатками лесной, близкой к межстадиальной или межледниковой флоры (сосна, ель, береза). Характерно большое количество пыльца травянистых растений, наличие представителей сфагновых и зеленых мхов среди споровых, присутствие переотложенных спорово-пыльцевых зерен палеогеновых и неогеновых растений и др.

Минеральный состав брестских отложений многокомпонентный. В отличие от плиоценовых отложений в составе минералов легкой фракции выделяется значительное количество полевых шпатов, а среди глинистой фракции — гидрослюда, хлорит.

Наревский ледниковый горизонт представлен моренными и водно-ледниковыми отложениями. Они залегают на девонских, меловых, неогеновых или предледниковых породах. Скважинами древнейший ледниковый горизонт вскрывается на глубинах от 105 до 217 м. Абсолютные отметки его кровли изменяются от 29 до 110 м.

В основании наревского горизонта выделяются озерно-ледниковые и флювиогляциальные отложения времени наступания ледника. Их мощность до 20 м. Они сохранились лишь на ограниченных участках в пределах повышенний субчетвертичного рельефа и приразломной зоне, а также в Свислочской палеоложбине, где в основном представлены зеленовато-серыми и серыми мелкозернистыми песками с включением гравия и редкой гальки, горизонтально-слоистыми алевритами и глинами.

Основной объем толщи приходится на морену. Наревская морена встречается на обширных площадях в пределах западной и центральной частей Минского полигона. В центре полигона мощность морены составляет 7—20 м. Самые значительные по мощности (40—53 м) морены зарегистрированы в районах выступов субчетвертичной поверхности западнее и севернее г. Минска и в Свислочской палеоложбине. Моренные отложения обычно представлены грубыми супесями и суглинками серого и зеленовато-серого цвета, монолитной или плитчатой текстуры (основной мореной). Однако нередко в пределах Ивенецко-Дзержинского, Заславского выступов и южных окончаний Верхне-Ислючской ложбины морена имеет чешуйчатые и складчатые нарушения, прослои разномеристых песков или включает отторженцы мела, неогена и других пород. Толщи деформированных отложений образуют моренные поднятия, вскрывающиеся в основании южной части Минской возвышенности (рис. 4). Наревская морена отличается от образований более молодого возрас-

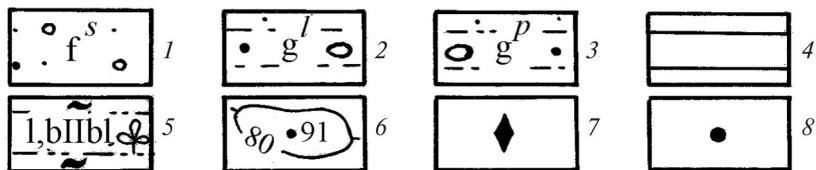
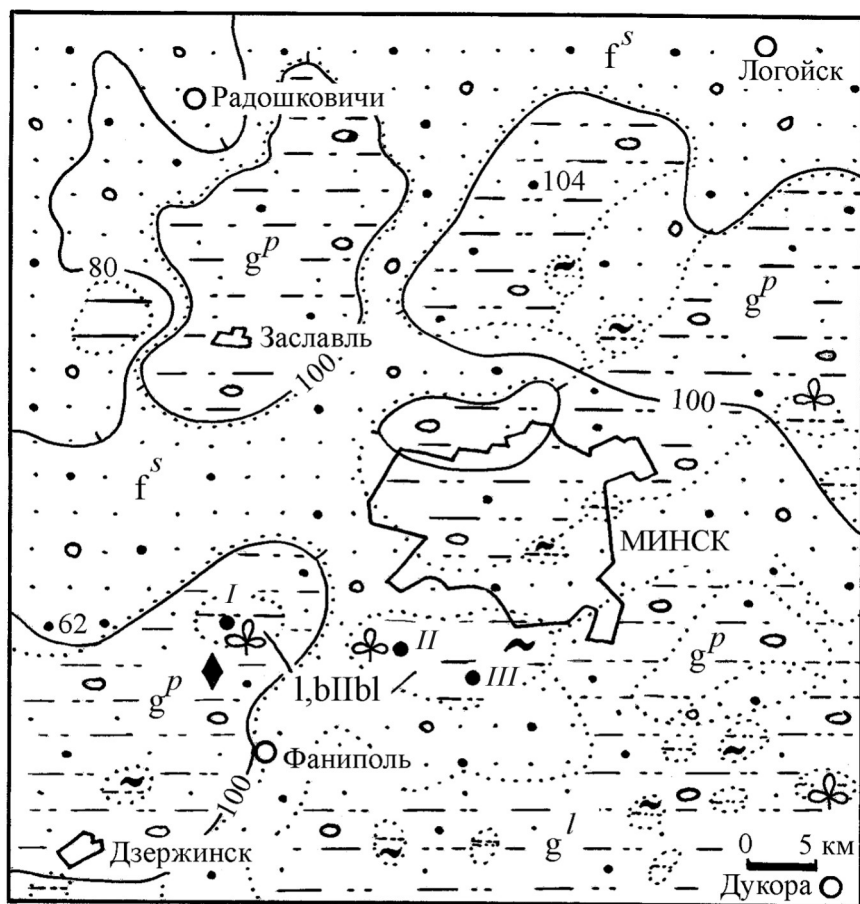


Рис. 4. Поверхность наревского горизонта:

1 — зандры; 2 — основная морена; 3 — морена чешуйчатая; 4 — глина; 5 — беловежские гитти; 6 — изогипсы и отметки рельефа; 7 — отторженцы; 8 — скважины, вскрывшие беловежские межледниковые отложения: I — Дубенцы; II — Щемыслица; III — Мачулищи

та. Она более глинистая, в ней понижено содержание обломков кристаллических пород. В тяжелой фракции мелкопесчаной размерности присутствуют минералы, принесенные с севера. Петрографический состав гравия и гальки обнаруживает сходство с дочетвертичными отложениями северной и средней Прибалтики, северной Беларуси, южной Финляндии, Финского залива, а также дна Балтийского моря и Аландских островов [14].

Флювиогляциальные отложения, перекрывающие наревскую морену, развиты менее широко и тяготеют к склонам и подножьям моренных массивов и ложбинам наревской поверхности. Их мощность составляет 2—11 м. Представлены разнозернистыми песками, часто алевритистыми, глинистыми с гравием, серыми и буровато-серыми алевритами с включением гравия зандрового типа.

Беловежский межледниковый горизонт выявлен в ряде мест на водоразделах наревских моренных поднятий и полого-холмистых равнин в окрестностях г. Минска у деревень Дубенцы, Щемыслица, г. п. Мачулищи и др. Отложения беловежского межледниковья, как правило, залегают в гляциокарстовых озерных котловинах на моренных или водно-ледниковых образованиях наревского оледенения в виде небольших локальных линз на глубинах от 77 до 202 м. Абсолютные отметки их кровли изменяются от 47 до 110 м.

Беловежский горизонт сложен оливково-серыми флороносными гиттиями, гумусированными тонкими супесями и песками озерного и озерно-болотного происхождения. Мощность межледниковых накоплений около 2,5—10 м.

Палеоботанически изученные разрезы межледниковья пройдены скважинами в районе г. Минска. Спорово-пыльцевая диаграмма из отложений в разрезе скважины у д. Дубенцы характеризует наревское позднеледниковье и целиком беловежскую межледниковую эпоху. Для отложений у г. п. Мачулищи и д. Щемыслица получена семенная флора начала и климатического оптимума межледниковья [10]. На спорово-пыльцевых диаграммах выделяется пять пыльцевых зон. Они соответствуют фазам развития растительности в беловежское межледниковье на территории Минского полигона. Фазы следующие: bl_1 — березово-сосновые леса; bl_2 — сосново-березовые леса; bl_3 — смешанные широколиственные дубово-вязово-липовые леса с примесью сосны, березы, ольхи; bl_4 — широколиственные (дуб, вяз, липа, клен, ясень) леса (сосна, береза, ольха и подлесок из лещины); bl_5 — широколиственно-хвойные леса (сосна, ель, пихта и ольха, орешник и широколиственные породы).

Березинский ледниковый горизонт включает моренные, водно-ледниковые образования мощнее, чем наревский. Березинские отложения покоятся в основном на более древних четвертичных образованиях, а севернее г. Минска и в ледниковых ложбинах — на девонских, меловых и неогеновых породах и перекрыты более молодыми осадками. В пределах Минского полигона они имеют повсеместное распространение, вскрываются на глубинах от 40 до 148 м.

Ледниковые отложения представлены в основном конечной мореной. Она состоит из нескольких (2—3) слоев валунных супесей и суглинков серого цвета, с прослоями озерно-ледниковых глин, тонких супесей, разнозернистых песков

и песчано-гравийного материала. Наиболее сложно конечная морена построена на западе и севере Минского полигона. Здесь у поднятий наревской поверхности в березинской морене появляются скибовые гляциодислокации и отторженцы более древних пород. Конечные морены напора в березинской поверхности образуют моренный массив на юге и фронтальную полосу гряд и холмов на севере учебного полигона. На северных склонах и подножьях этих погребенных форм шире развита основная разновидность морены (рис. 5). В березинской морене Минского полигона отмечается повышенное содержание минералов и обломков, принесенных с северо-запада. Она обогащена пиритом, гранатом, роговой обманкой, ильменитом, монтмориллонитом, обломками девонских и нижнепалеозойских доломитов и известняка. Вместе с ними в сложении морены участвуют руководящие породы, принесенные из средней Швеции (даларнские порфиры, серые граниты Стокгольма, коричневые граниты Упсала), Аландских островов (рапакиви, граниты и порфиры) и со дна Балтийского моря (порфиры, мандельштейны и иотнийские песчаники).

Водно-ледниковые отложения начинают и завершают разрез березинского горизонта. Подстилающие отложения представлены в основном озерно-ледниковыми алеврито-глинистыми осадками, а перекрывающие — песчаными и песчано-гравийными зандровыми образованиями. Мощность этих пород не превышает 30—40 м. Особенно значительные скопления зандровых аккумуляций отмечаются по внешним склонам и подножьям погребенных конечных морен.

Александрийский межледниковый горизонт в пределах района проведения практики образует хороший маркирующий слой, обычно перекрытый двумя моренами. Пункты, в которых ныне установлены такие образования, показаны на рис. 5. Здесь александрийские отложения залегают на березинских породах на глубинах 10—70 м. Абсолютные отметки кровли изменяются от 110 до 170 м.

Сложена александрийская толща породами озерного, озерно-болотного и аллювиального происхождения. Наиболее широко распространены озерные и озерно-болотные осадки от 5 до 30 м мощности. Среди них развиты слоистые гиттии, мергели и гумусированные алевритоглинистые породы, реже — торфяники. Чаще всего они встречаются в виде линз в западинах на центральных водоразделах березинских конечных морен и в ложбинах. Аллювиальные отложения сложены русловым песком, иногда супесями с примесью органогенного материала, обломков древесины и линзами старичных торфов и погребены в прадolinaх Свислочи, Ислочи и их притоков в г. Минске, окрестностях д. Голоцк, д. Раков и др.

Наиболее детально палинологические особенности межледниковых отложений изучены в разрезах у здания Национальной библиотеки в г. Минске и у д. Лаперовичи Минского района. На александрийских спорово-пыльцевых диаграммах отмечается высокое содержание пыльцы хвойных пород (сосны, ели, пихты) почти по всему разрезу, небольшое количество пыльцы орешника и смешанного дубового леса, значительные максимумы ольхи и ели в первой половине межледниковья [8]. На полных диаграммах проявляются фазы в развитии растительности. Первая — березовые и березо-сосно-

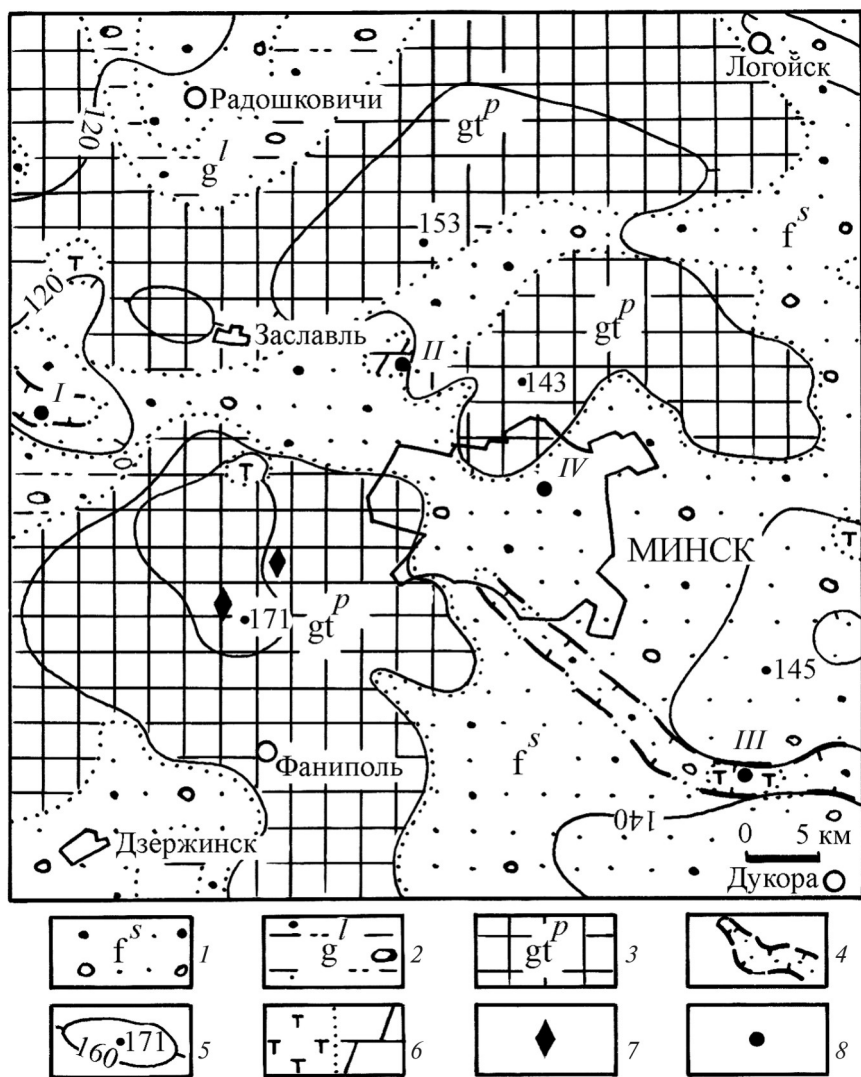


Рис. 5. Карта поверхности березинского горизонта:

1 — песчаные покровы; 2 — основная морена; 3 — морена напора; 4 — палеодолины; 5 — изогипсы и абсолютные отметки; 6 — торфы и мергели александрийского межледникового; 7 — отторженцы; 8 — скважины, вскрывшие александрийские межледниковые отложения: I — Раков; II — Лаперовичи; III — Голоцк; IV — Национальная библиотека

вые леса с елью. Ее сменяет фаза еловых и елово-сосново-березовых лесов с примесью дуба, липы, вяза, ольхи. Затем следуют пихтово-елово-сосновые и хвойно-широколиственные леса, на водоразделах — грабовые леса с подлеском из лещины, ольшаники. Четвертая фаза — хвойные и хвойно-мелколиственные леса с примесью широколиственных пород, ольшаники. В конце диаграмм представлена фаза сосново-березовых лесов с участием ели.

Припятский ледниковый горизонт развит повсеместно, составляя около половины объема (мощности) четвертичного покрова. В нем выделяются два ледниковых подгоризонта, разделенных межморенными водно-ледниковыми отложениями: днепровский и сожский. Эти ледниковые комплексы соответствуют двум стадиям подвижек припятского ледника.

Днепровский подгоризонт сплошным покровом перекрывает территорию практики. Его формируют моренные и водно-ледниковые отложения. Здесь они лежат на березинских отложениях на глубине в 54—164 м от поверхности.

Среди образований подгоризонта наиболее мощные и наиболее развиты моренные отложения, представленные преимущественно основной мореной. Эта морена распространена почти по всей территории полигона и лишь на юго-востоке и в ложбинах размыта. Мощность морены изменяется от 5 до 30 м, однако в пределах березинских возвышений превышает 40 и более метров.

Основная морена сложена желтовато-бурыми и буровато-серыми монолитными или плитчатыми супесями и суглинками с песчаными прослойками. Вблизи водоразделов морена приобретает чешуйчато-скаччатую структуру, в ней широко развиты прослои и интервалы алевроитов, ленточных глин, песчано-гравийно-галечного материала и отторженцы дислоцированных коренных (меловых, неогеновых) и подстилающих четвертичных пород. Залегание столь мощной морены сложного строения предопределяет четкое обособление крупных возвышений в палеорельефе с абсолютными отметками 180—200 и более метров на западе и севере Минского полигона.

В вещественном составе днепровской морены на всей территории полигона проявляется унаследованность от местных девонских пород. Из минералов в этой морене присутствуют циркон, доломит, лейкоксен. В гравийной фракции обломочный материал морены примерно в равном отношении содержит кристаллические и осадочные породы. Эвратические валуны происходят из юго-восточной Финляндии и северо-западных районов России [21].

Водно-ледниковые пески, супеси, песчано-гравийный материал, сопровождающие днепровские ледниковые образования в подошве и кровле, играют незначительную роль в строении днепровского подгоризонта. Мощность их составляет до 23 м. К подножьям днепровских возвышенностей тяготеют водно-ледниковые отложения времени отступления ледника. В их толще иногда отмечаются озерно-ледниковые осадки с ленточной текстурой.

Местами в юго-восточной части Минского полигона моренные и водно-ледниковые отложения припятского оледенения разделяются межстадиальными днепровско-сожскими накоплениями. Они вскрываются на глубинах 21—56 м и представлены маломощными (до 6—8 м) озерно-делювиальными серыми алевроитами с линзами и волнистыми прослойками глин, солифлюкцион-

ных супесей и тонких песков с гравием. Алевриты по всему разрезу содержат пыльную березу, сосны, ивы и ольхи из древесных пород. В составе трав участвуют семейства полыней, вересковых, маревых и др. Пыльца растений редких таежных березовых и березово-сосновых лесов и открытых сообществ указывает на перигляциальную обстановку накопления этих отложений.

Сожский подгоризонт залегает вблизи поверхности по всей территории Минского полигона. Сожские образования играют ведущую роль в строении четвертичного покрова, слагая основные формы рельефа.

Ледниковые отложения развиты наиболее широко на западе и севере учебного полигона. Их мощность в среднем составляет 15—45 м. Над северными склонами поднятий днепровского подгоризонта она достигает 100—120 м, тогда как в пределах долин рек Свислочь и Ислочь не превышает 40 м.

Моренные отложения сложены красно-бурыми супесями, реже суглинками, монолитными или с прослоями песков, песчано-гравийно-галечного материала и других пород. Особенно сложный состав имеют конечные морены напора. В них четко прослеживаются различные гляциодислокации — складчатые, чешуйчатые, скибовые и отторженцы меловых и древних четвертичных пород.

Сожский подгоризонт на территории Минского полигона представлен краевыми образованиями двух стадий отступления ледника: минской (центрально-белорусской) и ошмянской (рис. 6). Минские конечные морены определяют основные черты рельефа вокруг г. Минска и западнее, где слагают гипсометрически наиболее высоко располагающиеся формы рельефа (г. Дзержинская, Ивенецко-Минский массив) [4]. Ошмянская система образует верхнюю часть сожского подгоризонта в полосе краевых образований севернее г. Минска. Она налегает с несогласием на минские отложения, срезая их на участке д. Раков — г. Заславль.

Напорные конечные морены в основном сложены из переработанного в той или иной степени материала нижележащих пород. Это основная морена, флювиогляциальные песчаные и песчано-гравийно-галечные отложения, лимногляциальные тонкие супеси и суглинки с ленточной слоистостью. Наиболее сложные, в несколько этажей чешуйчато-надвиговые пакеты этих отложений наблюдаются в структуре водораздельных участков Минского полигона, а гляциодислокации меньшего масштаба развиты в пределах склонов (рис. 7).

В целом сожская морена более песчанистая, чем днепровская. Минеральный состав ее отличается преобладанием кварца, роговой обманки, гранатов и ильменита — минералов дальнего переноса. На долю минералов местных пород приходится лишь 10—15 %. В петрографическом составе гравия, гальки и валунов доминируют горные породы Фенноскандии и северо-западных районов Русской равнины. Среди руководящих валунов в южной части Минского полигона доминируют кристаллические породы из Карелии и Финляндии — выборгские граниты, гранит-рапакиви, гогландские кварцевые порфиры, карельские пегматиты, а в морене его северной части — валунный материал из северной Швеции, дна Ботнического залива и Аландских островов.

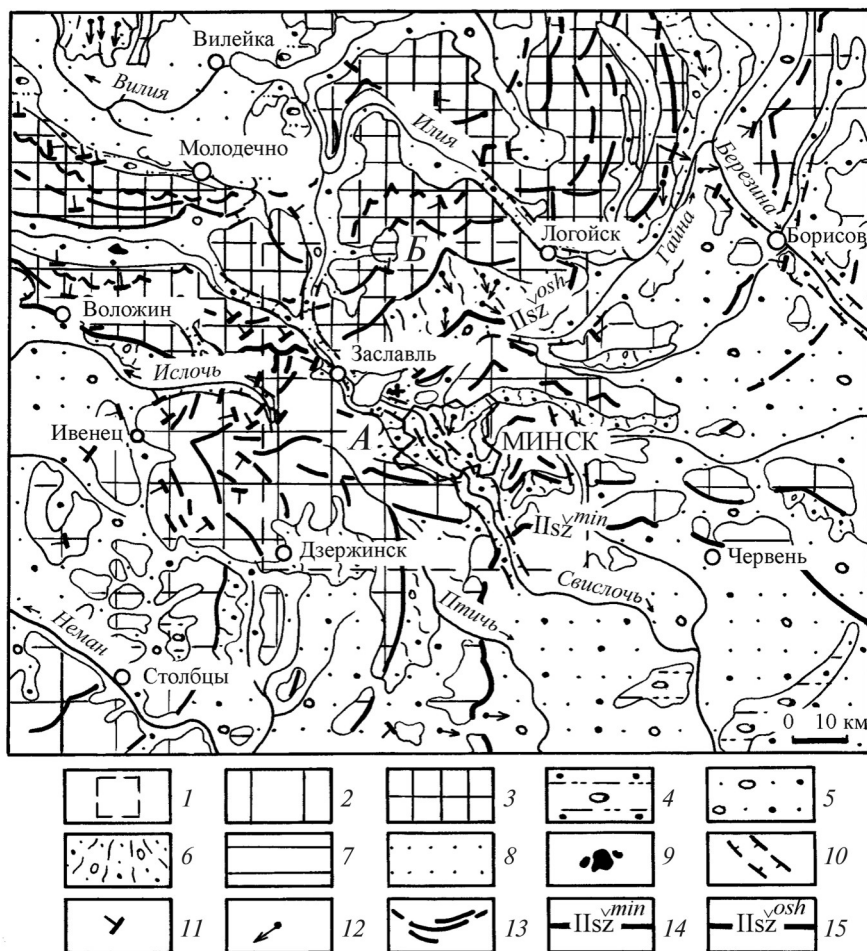


Рис. 6. Схема сожских краевых ледниковых образований:

1 — граница полигона; 2 — конечные морены минской (центрально-белорусской) стадии; 3 — ошмянские морены напора; 4 — основная морена; 5 — зандры; 6 — флювиогляциальные конусы выноса и дельты; 7 — ленточные глины; 8 — лимногляциальные пески; 9 — камы; 10 — ложбины стока талых ледниковых вод; 11 — простираение гляциодислокаций; 12 — направление падения косой слоистости флювиогляциальных пород; 13 — гребневые линии гряд; границы: 14 — минской стадии, 15 — ошмянской стадии. Буквами обозначены: А — Ивенецко-Минский моренный массив, Б — Воложинско-Логойско-Докшицкий пояс гряд и холмов

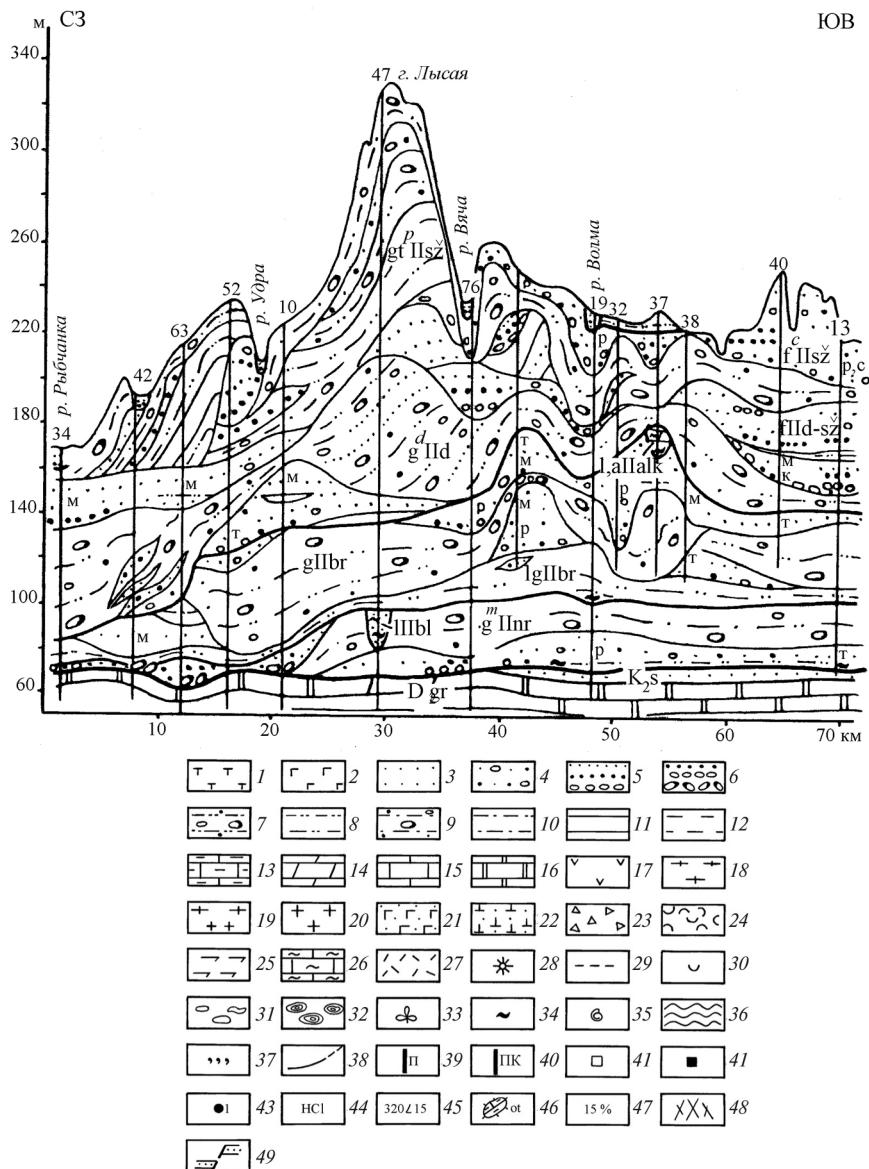


Рис. 7. Геологический разрез четвертичных отложений Минского полигона по направлению с северо-запада на юго-восток (д. Шековщина — д. Острошицкий Городок) (начало)

Рис. 7. Геологический разрез четвертичных отложений Минского полигона по направлению с северо-запада на юго-восток

(д. Щековщина — д. Острошицкий Городок) (окончание)

Условные обозначения к стратиграфическим колонкам и геологическим разрезам.
Литологические обозначения: 1 — торф; 2 — гиттия; 3 — песок (т — тонкозернистый, м — мелкозернистый, с — среднезернистый, к — крупнозернистый, г — грубозернистый, р — разнотоннозернистый); 4 — песок с гравием и галькой; 5 — песчано-гравийно-галечные отложения; 6 — гравийно-галечно-валунный материал; 7 — супесь грубая; 8 — супесь тонкая; 9 — суглинок грубый; 10 — суглинок тонкий; 11 — глина; 12 — алевроит; 13 — мел; 14 — мергель; 15 — известняк; 16 — доломит; 17 — кора выветривания; 18 — гнейс; 19 — гранито-гнейс; 20 — гранит; 21 — туфопесчаник; 22 — туффит; 23 — щебень и дресва; 24 — туфы; 25 — амфиболит; 26 — диатомит; 27 — осыпь; 28 — включения глауконита; 29 — глинистость; 30 — слюдистость; 31 — новообразования; 32 — конкреции; 33 — растительные остатки; 34 — гумусированность; 35 — фауна; 36 — перематость; 37 — пылеватость; 38 — поверхности смещения; 39 — интервал опробования на палинологический анализ; 40 — интервал опробования на палеокарпологический анализ; 41 — места замеров плоскостных элементов; 42 — места замеров линейных элементов; 43 — места отбора на петрографический анализ; 44 — карбонатность; 45 — азимут и угол падения слоев; 46 — отторжение; 47 — процент содержания гравийно-галечного материала; 48 — трещиноватость; 49 — вертикальные смещения.

Цвет пород обозначен начальными буквами с левой стороны колонок скважин на разрезах: с — серый, ж — желтый, б — бурый, кр — красный, з — зеленый, гол — голубой, ч — черный, пал — палевый, шок — шоколадный, св-с — светло-серый, т-с — темно-серый, б-ж — буровато-желтый, з-с — зеленовато-серый.

Генетические обозначения: tg — техногенные отложения, el — элювиальные, d — делювиальные, d-sf — делювиально-солифлюкционные, plv — пролювиальные, b — болотные, l — озерные, l-b — озерно-болотные, а — аллювиальные, l-a — озерно-аллювиальные, ls — лессовидные, g — моренные, gt — конечноморенные, f — флювиогляциальные, lg — лимногляциальные.

Фациальные обозначения ледниковых отложений: m — монолитная морена, p — напорная, ta — насыпная, а — абляционная, l — базальная; водно-ледниковых отложений: d — флювиогляциальные дельты, с — конусы выноса, s — зандры, v-t — долинные зандры, k — камы, es — озы, v-c — ленточные глины; аллювия: ch — русловая, ml — старичная.

Стратиграфические обозначения четвертичных отложений:

III_{prz} — поозерский горизонт, III_{mr} — муравинский, II_{sž} — сожский подгоризонт, II_{dn} — днепровский, I_{alk} — александрийский горизонт, I_{br} — березинский, I_{bl} — беловежский, I_{nr} — наревский, I_{bs} — брестский надгоризонт, I_{gm} — гомельский; дочетвертичных отложений: N₂ — дворецкий и холмечский горизонты, N_{1ap} — антопольский надгоризонт, N_{1br} — бриневский, P_{2kv} — киевская свита среднего палеогена (эоцена); K_{2t} — туронский ярус верхнего мела, K_{2s} — сеноманский ярус, K_{1a} — альбский ярус нижнего мела, D_{2gr} — городокский горизонт среднего девона, V_{1vd} — валдайская серия венда, V_{1vl} — волынская серия нижнего венда, V_{1vlch} — вильчанская серия, PR — рифей, AR — архей

Водно-ледниковые отложения в сожском подгоризонте представлены в основном флювиогляциальными песками, песчано-гравийным материалом и лимногляциальными глинами и суглинками, которые накопились в стадию наступания и отступления ледника. Флювиогляциальные пески и песчано-гравийные отложения времени отступления ледника залегают на южных и юго-восточных склонах минской и ошмянской систем, а также в ложбинах стока, унаследованных долинами рек Свислочь, Исloch. Они имеют мощность до 35—55 м. Такие осадки образуют конусы выноса, камы, озы, дельты, площадные и долинные зандры в окрестностях Минска, Заславля и Заславского водохранилища. На северо-западе полигона в истоках р. Удры в межгрядовой котловине известны сожские лимногляциальные глины, суглинки и алевроиты.

Верхнечетвертичные отложения включают образования муравинского межледникового и поозерского ледникового горизонта.

Муравинский межледниковый горизонт обнаружен в нескольких десятках местонахождений. Межледниковые аккумуляции залегают в небольших рассеянных по всей территории замкнутых понижениях в кровле верхней морены преимущественно на водораздельных пространствах, а также в речных долинах. Захоронены они под лессовидными, делювиально-пролювиальными и болотными образованиями или под отложениями надпойменных террас на глубинах от 0,4 до 11 м.

Среди муравинских образований выделяются озерные, озерно-болотные, аллювиальные и другие генетические типы. Шире отмечаются озерные и озерно-болотные отложения мощностью около 2—11 м. Они заполняют термокарстовые котловины и западины на абсолютных отметках от 180 до 300 м и сложены тонкими супесями, сапропелитами, мергелями, торфами. В речных долинах по Свислочи, Уссе представлены аллювиальные русловые, пойменные и старичные накопления, мощность которых 5—8 м.

В пределах Минского полигона муравинские отложения имеют обстоятельную палеонтологическую характеристику более, чем в 17 разрезах. Главным признаком спорово-пыльцевых диаграмм служит высокое содержание пыльцы широколиственных пород, лещины и ольхи. На спорово-пыльцевых диаграммах последовательно снизу вверх сменяются зоны: 1 — сосна — береза — ель; 2 — сосна — береза — дуб; 3 — дуб — вяз — сосна; 4 — орешник — дуб — вяз — липа — ольха; 5 — липа — лещина — дуб — вяз; 6 — граб — липа — лещина; 7 — граб — ель — лещина; 8 — ель — сосна — береза; 9 — сосна — ель — береза; 10 — сосна — береза [9].

В ходе полевой практики условия залегания и строения муравинских отложений изучаются в опорном разрезе у г. Заславль Минского района (рис. 8). Межледниковые муравинские отложения вскрыты в песчано-гравийном карьере, который находится в 3 км к северо-западу от центра Заславля, в 0,6 км к юго-западу от д. Хмелевка Минского района и в 0,2 км к востоку от шоссе Заславль — Радошковичи. Озерно-болотные отложения выступают на восточной стенке карьера в виде линзы протяженностью более 100 м. Разрез сложен следующими породами (снизу — вверх):

1. Песок темно-серый, разнородный, горизонтально-слоистый, гумусированный с включением слабо разложившихся растительных остатков, озерный 6,0
2. Торф черно-коричневый, опесчаненный с прослоями песка серого, мелкозернистого, глинистого, озерно-болотный 5,0
3. Торф темно-коричневый, слабо разложившийся, слоистый, листоватый с остатками болотной древесной растительности, семян и насекомых 4,0
4. Супесь темно-серая, плотная, горизонтально-слоистая с прослоями торфа и линзами песка 3,6
5. Суглинок сизовато-серый, тяжелый, горизонтально-слоистый с двумя прослоями супесей, тонких, гумусированных, мощностью 0,1—0,3 м, озерный 2,5
6. Песок желто-бурый, мелкозернистый, горизонтально-слоистый, озерный 2,0
7. Супеси и суглинки желто-палевые, лессовидные 1,5 — 2,5

Отложения слоев 1—4 содержат выразительную муравинскую флору и фауну лесного типа. Палинологические исследования показали, что состав пыльцы отражает начало, климатический оптимум и конец межледниковья. Они указывают на развитие сосново-березовых лесов в начале межледниковья, которые сменились широколиственными лесами из лещины, дуба, вяза, граба, липы климатического оптимума, и, наконец, появление хвойных еловых, сосново-березовых лесов в позднее межледниковье. Среди растительных остатков из погребенного торфяника обнаружено около 60 форм древесных, кустарниковых и травянистых растений. Древесные породы представлены многочисленными остатками широколиственных и теплолюбивых пород — дуба, лещины, клена, липы, граба и сосны. Среди трав присутствуют такие характерные межледниковые виды, как сальвиния, рогоз, телорез, альдрованда пузырчатая. В этом же разрезе определено более 20 видов насекомых. Здесь найдены жуки: *Oodes gracilis* Villa — показатель климатического оптимума межледниковья, *Ephaphius rivularis* Kir. — индикатор заключительной фазы межледниковья, *Dascillus cerri-nus* Linne, *Cychrus caraboides* Linne и другие обитатели лесных водоемов и сосновых боров позднего плейстоцена (прил. 1).

Поозерский ледниковый горизонт на территории полигона включает исключительно перигляциальные озерные, озерно-болотные, склоновые, лессовидные и аллювиальные отложения. Наиболее широко развиты маломощные (до 2—3 м) склоновые солифлюкционные и элювиально-делювиальные пылеватые супеси с ритмично-слоистой текстурой, часто с криогенными псевдоморфозами по ледяным жилам. Участки распространения этих накоплений прослеживаются на склонах почти всех гряд и холмов, ложбин и речных долин.

Лессовидные отложения покрывают подветренные восточные, южные и юго-восточные склоны Минской возвышенности на абсолютных отметках 180—300 м. Здесь они залегают плащом мощностью до 8 м на краевых сожских и более древних поозерских образованиях. Лессовидные отложения

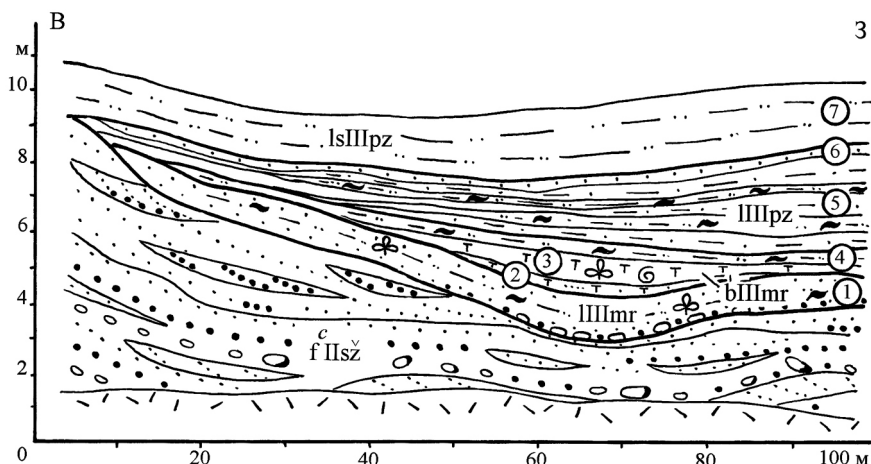


Рис. 8. Геологический разрез озерных и озерно-болотных отложений муравинского межледникового в обнажении «Заславское» у г. Заславль

представлены в основном желтовато-бурыми и палево-желтыми пылеватыми алевритами, микропористыми, карбонатными и рыхлыми суглинками, слоистыми, иногда с прослоями погребенных почв.

В долинах рек Свислочь, Птичь, Ислочь, Усса встречаются аллювиальные отложения — серые, хорошо окатанные русловые пески разнозернистой структуры, косо- и горизонтально-слоистые, содержащие линзы и тонкие прослойки гравия и пойменных сизых супесей и суглинков. Аллювиальные пески составляют первую надпойменную террасу в долинах рек. Мощность аллювия первых надпойменных террас не превышает 6 м.

Озерные отложения сформировались в древнеозерных котловинах и западинах, расположенных как на приводораздельных участках (разрезы Вязинка, Заславль), так и на относительно менее высоких площадях (разрезы окрестностей г. Минска). Они залегают на глубине 1,2—4,5 м под лессовидными и современными озерно-болотными образованиями. Подстилаются муравинскими озерно-болотными или сожскими моренными отложениями. Сложены озерные отложения серыми тонкими супесями, суглинками и глинами со слабовозметной горизонтальной слоистостью. В котловине у г. Заславль озерная толща включает два прослоя гумусированной супеши. Их формирование относится к ранне- и среднепоозерскому периодам оледенения.

У д. Вязинка в западине под лессовидной супестью (2 м) отмечаются болотные торфяники, которые имеют спорово-пыльцевую диаграмму и радиоуглеродную (^{14}C) датировку. Абсолютный возраст торфа — 37200 ± 910 лет; ЛУ—150. Спорово-пыльцевая диаграмма органогенных пород воспроизводит растительность осоково-гипновых болот перигляциальной зоны. Перигляциальные отложения и подстилающие их более древние породы содержат многочисленные криотурбации в виде завихрений мелкой складчатости, за-

гибов, псевдоморфоз (внедрений вышележащих пород) по ледяным жилам. Эти данные свидетельствуют о том, что заполнение западин озерными и озерно-болотными отложениями происходило с раннепоозерского времени, а лессовидные покровы на Минском полигоне имеют возраст максимальной (оршанской) стадии поозерского оледенения.

Голоценовый горизонт локально развит в самом верхнем этаже четвертичного покрова. К этому горизонту относятся аллювиальные, озерные, болотные, склоновые и техногенные отложения, накопившиеся за последние 10,3 тыс. лет.

Аллювиальные отложения слагают высокую и низкую поймы Свислочи, Птичи, Ислочи и их притоков. Аллювий высоких пойм представлен русловыми, пойменными и старичными фациями. Русловые отложения залегают под пойменными осадками и построены серовато-желтыми мелко- и разнозернистыми песками с косою линзовидной слоистостью, крупность которых возрастает вниз по разрезу, в базальном горизонте — песчано-гравийно-галечным материалом. Верхнюю часть аллювия высоких пойм этих рек слагают гумусированные тонкие супеси и мелкие иловатые пески пойменных фаций с горизонтальной или диагональной косоволнистой слоистостью, обломками и целыми раковинами моллюсков. Старичные фации встречаются в виде линз в русловом аллювии. В их сложении участвуют гумусированные пески, супеси, илы, сапропели и торфы, содержащие многочисленные растительные остатки. Мощность таких аллювиальных накоплений у крупных рек достигает 5—12 м. По данным исследований флоры, фауны моллюсков и радиоуглеродного датирования отложений высокой поймы р. Птичь на участке между Волчковичским водохранилищем и д. Самохваловичи, аккумуляция ее аллювия наиболее интенсивно протекала в раннем голоцене и в атлантическом периоде (10,2—5,0 тыс. лет назад).

Аллювий низких пойм также представлен преимущественно песком, гравием и галечником. Подошва его расположена на 2—4 м ниже уровня воды.

Озерные и озерно-болотные отложения выполняют многочисленные небольшие озера, приуроченные к днищам ложбин, термокарстовым котловинам и суффозионным западинам на западе г. Минска, в окрестностях деревень Озеро, Дегтяревка, Щемыслица. Они залегают на лессовидных, озерных породах поозерского возраста или на моренных и конечноморенных образованиях сожского оледенения. Среди отложений этого типа отмечаются пески, гумусированные супеси и легкие суглинки, илы, опесчаненные торфы и сапропели с растительными остатками. Мощность осадков в большинстве случаев не превышает 4 м, максимальная — 8 м.

Болотные образования тяготеют к днищам ледниковых ложбин, ложбин стока и долин рек. Залегают на поверхности на отложениях различного генезиса и представлены в основном низинными и переходными торфяниками до 8 м мощностью. Делювиальные, пролювиальные отложения приурочены к нижним частям склонов, подножьям положительных форм и устьям оврагов и балок, где слагают небольшие шлейфы и конусы выноса. По мощности они невыдержанны: от нескольких сантиметров до 2—3 м.

Важное место в современном осадконакоплении принадлежит также деятельности человека. Техногенные образования развиты в пределах Минска и других населенных пунктов. В местах разработки месторождений строительных материалов у г. Заславль, г. Фаниполь и микрорайона Сосны они также широко встречаются. По генезису техногенные образования подразделяются на следующие виды: насыпные; намывные; отложения искусственных водоемов; подводные искусственные грунты; привнесенные в грунтовые массивы различные материалы и конструкции; накопления культурного слоя и др. Мощности техногенных отложений не превышает 15 м.

По спорово-пыльцевым данным в голоцене выделяются четыре возрастных периода, для которых характерны следующие пыльцевые зоны [9]. Пребореальный период (10,2—9 тыс. лет назад) — в начале его доминируют пыльца сосны и березы, позже — пыльца березы. Бореальному периоду (9—7,8 тыс. лет назад) соответствует зона сосны — лещины — липы. Атлантический оптимальный период имеет возраст 7,8—5,0 тыс. лет. Он характеризуется максимумом пыльцы дуба, вяза, липы, ольхи и пыльцы лещины. Присутствуют также зерна клена, граба, ясеня, ели, бука. В суббореальный период (5,0—2,7 тыс. лет назад) преобладает пыльца сосны, березы, увеличивается содержание ели. Субатлантический период (от 2,7 тыс. лет назад) выделяется максимумом пыльцы ели, возрастает роль сосны и березы, уменьшается содержание дуба, липы. В осадках отмечается возрастание пыльцы травянистой растительности и пыльцы культивируемых злаков и сорняков.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Поверхность территории Минского полигона сложена отложениями различного происхождения и литологического состава. На ней отчетливо выделяются породы, сформировавшиеся в ледниковой обстановке осадконакопления, и слои, возникшие в современных условиях. Ледниковой обстановке здесь отвечают моренные отложения (конечные, основные морены), флювиогляциальные, лимногляциальные аккумуляции и перигляциальные (лессовидные, аллювиальные, делювиально-пролювиальные и др.) породы. В современных условиях накопились болотные, аллювиальные и техногенные слои.

Генетическим типам отложений соответствуют осадочные образования, в целом родственные друг другу по законам строения и истории отобразования. На территории практики превалируют, как уже отмечалось, породы ледникового происхождения.

Моренные отложения встречаются примерно на 23 % территории практики. По особенностям возникновения они подразделяются на основные, конечные, абляционные морены.

Основные морены на больших площадях выходят на поверхность в зонах распространения краевых образований. Рассматриваемые отложения также обна-

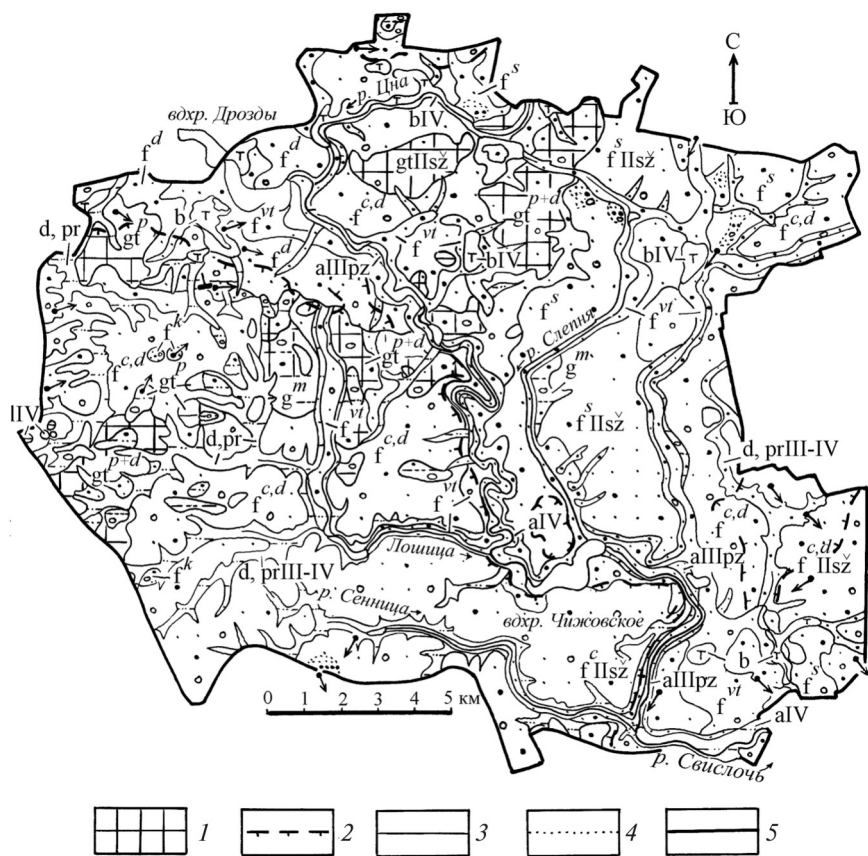


Рис. 9. Геологическая карта четвертичных отложений территории г. Минска и его окрестностей:

1 — конечные морены; границы: 2 — распространения лессовидных пород; 3 — между генетически разными отложениями; 4 — между фациями отложений; 5 — перспективная граница города

жаются на локальных участках вблизи долин рек Свислочь, Тростянка, в микрорайонах Масюковщина, Шабаны (рис. 9). Морены приурочены к сожскому подгоризонту. Мощность слоев обычно изменяется в 3—5 м. Гипсометрические отметки кровли невыдержанны и колеблются от 190 до 293 м и выше. Подстилающими породами морен служат водно-ледниковые и конечно-моренные толщи. Ледниковые отложения на внешних склонах Минской возвышенности обычно размыты и перекрыты водно-ледниковыми аккумуляциями.

Основные морены имеют бурую или красно-бурю окраску, обусловленную высоким содержанием оксидов железа, а также обогащением морен про-



*Рис. 10. Отложения основной морены. Текстуры:
1 — массивная; 2 — слоистая; 3 — плитчатая*

дуктами разрушения девонских красноцветов. Для морен характерна в основном массивная или плитчатая текстура. В нижних приконтактовых частях моренных толщ нередко встречаются слоистые и чешуйчатые разности (рис. 10).

По гранулометрическому составу морены представлены грубыми супесями и суглинками, опесчаненными, с большим содержанием в них гравия, галек и нередко валунов. В пределах Минского полигона среднее содержание фракций морены выражается следующими значениями: грубообломочный материал (> 2 мм) — 8,1 %, песчано-алевритовый (2—0,002 мм) — 84,6 %, глинистый ($< 0,002$ мм) — 11,3 %.

Крупные обломки основной морены выделяются в большинстве случаев угловатой или слабоокатанной формой. В морене валуны и гальки имеют закономерную ориентировку, их длинные оси чаще вытянуты в направлении движения ледника. Иногда в виде включений и глыб в морене встречаются мелкие отторженцы слабоизмененных подстилающих пород размером до 1,5 м.

Вещественный состав грубообломочного материала в целом отражает состав пород ледникового ложа, является многокомпонентным. Среди обломочного материала наблюдаются частицы дальнепринесных (эратических) и местных пород. В пределах Минского полигона скандинавский грубообломочный материал может составлять 9—18 %, а соответственно обломки местных пород — 91—78 %. Обломочный материал из центра оледенения представлен габбро, базальтами, гнейсами, кварцитами, выборгскими гранитами, гранитами-рапакиви, голландскими кварцевыми порфирами, карельскими пегматитами, балтийскими бурыми и красными кварцевыми порфирами. В числе местных пород наблюдаются обломки осадочных доломитов, известняка и песчаников, характерных для девонских пород северной Беларуси и северо-запада России.

В составе песчано-алевритовой части (мелкозема) основных морен выделяются транзитные минералы, минералы местных пород и вторичные минералы [18].

Основную массу морены составляют два первых компонента. В минералогическом спектре мелкозема преобладают «скандинавские» минералы. Это кварц, полевые шпаты, амфиболы, пироксены, ильменит, рутил. В составе минералов местных осадочных пород доминируют кальцит, циркон, эпидот, апатит и гранат, обнаруживающие связь с составом девонских пород. Коэффициент отношения суммы минералов скандинавских пород к сумме минералов местных осадочных пород равен 1,7—1,8.

Глинистые минералы морен представлены консервативным постоянным набором, отличающимся в разных местах присутствием примесей. В моренах Минского полигона основной фон составляют гидрослюда в сочетании с монтмориллонитом, каолинитом и хлоритом.

Конечные морены развиты более широко, чем основные. Они образуют самые крупные гряды и холмы с относительными высотами до 30—35 м. Конечные морены сосредоточены в основном в западном и северном районах учебного полигона. В окрестностях г. Минска и южнее конечные морены, как правило, перекрыты сверху флювиогляциальными и лессовидными от-

ложениями различной мощности, выходя на поверхность лишь на гребнях грядовых цепей севернее д. Дегтяровка, в микрорайоне Кунцевщина и др.

Конечные морены построены валунными супесями, разнообразными песками, песчано-гравийно-галечными отложениями, алевритами и глинами. В пределах Минского полигона преобладают конечные морены напора, созданные смещением пород движущимся ледником, их смятием и нагромождением у ледникового края. Характерной чертой их строения является широкое развитие нарушений (гляциодислокаций) в виде складок, чешуй, куполов. Гляциодислокации типа чешуй и складок обычно приурочены к самым высоким напорным конечным моренам и вскрыты во многих карьерах на северо-западной окраине г. Минска, западнее г. Логойска, юго-западнее г. п. Радощковичи (рис. 11). Здесь можно наблюдать от 2 до 14 моноклиальных чешуй из субвертикально поставленных слоев моренной супеси, песчано-гравийных и алеврито-глинистых отложений толщиной от 3 до 10 м каждая. Чешуи поджаты к югу, юго-западу и наклонены под углами от 15 до 60° в северную сторону, откуда двигался ледник. Конечные морены сильно перемяты, содержат линзы, прослои и отторженцы песка [20]. Мощность конечных морен изменяется от нескольких до 75 м.

Строению конечных морен свойственно наличие многочисленных разрывных нарушений в виде надвигов, сколов. В конечных моренах наблюдаются конкреционные стяжения, карбонатные плиты и корки. В карьере «Радощковичский» у д. Дубравы были встречены флювиогляциальные галечные конгломераты, сцементированные CaCO_3 . Здесь обнаружено не менее десятка глыб конгломерата размерами более трех метров, отпрепарированных в ходе горных работ. Они состоят из песчано-гравийно-галечных пород с прослоями и линзами песка. Наиболее крупная сцементированная глыба конгломерата достигает мощности 8 м, в ширину — 10 м, а в высоту — до 9 м. Она представляет собой крупную чешую. Наблюдается наклон глыбы под углом 72° по азимуту 265°. Возникновение таких конгломератов могло быть связано с перемещением напорных подледниковых подземных вод по флювиогляциальным галечникам на поверхность, их дегазацией и отложением углекальциевой соли [19].

Абляционные морены на Минском полигоне распространены не очень широко. Они залегают преимущественно в понижениях поверхности моренных холмов, конечно-моренных и водно-ледниковых гряд, а местами — среди флювиогляциальных отложений. Абляционные морены встречаются в виде разрозненных по площади пачек и линз мощностью до 0,5—3 м. Сложены рыхлыми неуплотненными суглинками и супесями с повышенным содержанием песка, гравия, иногда — валунов. В них отсутствуют упорядоченность грубых облоков, монолитные и плитчатые текстуры. Зато характерно широкое развитие песчаных прослоев, линз и гнезд, наличие текстур оползания, течения и солифлюкционного смещения. Происхождение таких морен связано с водным переывом моренного материала, оползания или стекания его в понижения.



Рис. 11. Напорная чешуйчато-складчатая конечная морена в карьере «Радошковичский» юго-западнее г. п. Радошковичи

Флювиогляциальные отложения являются важнейшим генетическим типом. Ими покрыто почти 53 % территории Минского полигона. Эти образования представлены здесь отложениями флювиогляциальных конусов выноса, дельт, камов, озов, зандров и др.

Отложения флювиогляциальных конусов выноса располагаются на внешних склонах Минской возвышенности и доминируют среди остальных генетических типов. Обширные полосы развития конусов выноса прослеживаются от д. Раков до д. Острошицкий Городок, а также в окрестностях г. Фаниполь. Ширина этих поясов достигает 18 км, а их площадь составляет 1,4 тыс. км². Образование конусов выноса объясняется широким разном потоками талых вод обломочного материала по поверхности краевых мертвых льдов и аккумуляцией его в проталинных и эрозионных понижениях.

Конусы выноса имеют грядово- и холмисто-увалистый рельеф. Поверхность полей развития конусов выноса наклонена в дистальном направлении к долинам рек Свислочь, Исloch, Вяча и Усяжа. Также вытянуты гряды-валы и увалистые холмы. Флювиогляциальные отложения залегают плащеобразно с размывом на конечных и основных моренах. Мощность их довольно невыдержанна, колеблется от 0,5—3,5 м сверху морен до 16—35 м на грядах и холмах. Строение конусов выноса можно наблюдать в карьерах «Черкасы», «Крапужино», «Бояры», «Векшицы» и др. Конусы выноса в основном сложены пачками хорошо промытого и отсортированного песчано-гравийно-галечного материала с валунами, песка и гравийно-галечно-валунных отложений (рис. 12). Эти отложения часто переслаиваются в разрезах и содержат включения абляционной морены. Толща флювиогляциальных пород имеет горизон-



Рис. 12. Отложения флювиогляциальных конусов выноса
в карьере «Векшицы» Минского района

тальную слоистость с небольшим дистальным уклоном, а в прослоях и линзах — косую и горизонтальную слоистость. Наклон косослоистых серий осуществляется под углами $7\text{—}45^\circ$ на юг, юго-запад и юго-восток. В конусах выноса наблюдаются дислокации проседания, выражающиеся в сбросах, флексуообразных изгибах слоистости и др. В пределах Минского полигона отмечаются изменения гранулометрического состава конусов выноса. На высоких внутренних участках склонов возвышенности залегает более грубый галечно-валунный и песчано-гравийный материал. В дистальном направлении обломочный материал конусов выноса становится мельче и однороднее.

Отложения флювиогляциальных дельт широко отмечаются севернее, западнее и восточнее г. Минска на водораздельных участках рек Свислочь, Лошица, Слепня, Тростянка. Эти аккумуляции располагаются с внешней стороны гипсометрически ниже конусов выноса. В рельефе они выражены полого-холмистыми и холмисто-увалистыми равнинами, наклоненными к долине р. Свислочь, или в виде продолговатых холмов и валов, вытянутых в том же направлении. Площадь развития отложений флювиогляциальных дельт достигает 16 км^2 .

Картину строения и условий залегания флювиогляциальных дельтовых накоплений можно наблюдать в карьерах у деревень Дегтяревка, Ржавец, Дубовляны, Б. Тростенец, Лошица, Ждановичи и строительных котлованах в микрорайонах Кунцевщина, Каменная Горка, Сухарево, Дружба. В них под покрывкой лессовидных супесей и суглинков вскрыты пески, песчано-гравийный и алеврито-глинистый материал. Эти отложения залегают в форме слабо- или диагонально наклоненных слоев и линз мощностью $0,1\text{—}1\text{ м}$.



Рис. 13. Дельтовые песчано-глинистые отложения с косой волнистой слоистостью в карьере «Ржавец» на северо-западной окраине г. Минска

Внутренняя текстура параллельная косослоистая либо диагонально-слоистая с наклоном слоев от 15 до 40° по направлению к долине р. Свислочь (рис. 13). У д. Ржавец Минского района встречаются дельты алеврито-глинистого состава с косой параллельной и волнистой слоистостью. Толщи дельтовых отложений достигают 25 м мощности, как правило, нарушены и разбиты трещинами-сколами, по которым видны смещения слоев амплитудой до $1,5$ м. Флювиогляциальные залежи нередко содержат линзы, катуны и глыбы основной морены, а на склонах перекрыты сверху чехлом абляционной морены.

Камовые отложения представлены в центральной части Минского полигона, на остальной территории отмечаются реже. На поверхности они выражены одиночными крупными холмами, как, например, в микрорайонах Красный Бор, Сухарево, у д. Озерцо Минского района. Иногда на окраинных и центральных участках Заславской гляциодепрессии у водохранилища и на берегах водохранилища Криница они сжимаются в камовые массивы. Залегают эти образования на сожской морене в виде покрывшек. В плане поля камовых отложений имеют округлые изометрические или несколько удлинённые очертания. Площадь отдельных камов не превышает $0,09 \text{ км}^2$, а их мощность — 25 м.

В пределах Минского полигона камы сложены слоистыми преимущественно разнотернистыми песками, песчано-гравийными отложениями и алевритами. Слойки и линзы отложений часто переслаиваются в разрезе, залегают горизонтально или слегка наклонно, мощностью $0,1$ — $3,5$ м. Слойки внутри пачек имеют горизонтальную и косую слоистость с наклоном до 30° , реже горизонтальную и косую слоистость. С поверхности камы нередко покрыты чехлом моренных и лессовидных супесей и суглинков. Камовые отложения осложнены синклинале- и антиклиналевидными деформациями, флексуорообразными изгибами и сколами, вызванными вытравливанием льда (рис. 14).



Рис. 14. Слои песка, алевритов и песчано-гравийно-галечного материала кама, деформированные глициокарстовыми просадками

Они формировались у края ледников в понижениях поверхности и трещинах мертвого льда и спроектировались после вытаивания льда на его ложе.

Озовые отложения в пределах Минского полигона сравнительно редки. Они приурочены к бывшим руслам потоков талых вод, стекавших по поверхностным трещинам массивов мертвого льда в Заславской котловине и понижении, ныне унаследованном истоками р. Уша. Заполнители этих трещин формируют радиальные озы у деревень Криница, Ратомка, санатория-профилактория Свитанок, д. Приморье Минского района. Озовые отложения залегают в виде относительно узких валообразных гряд или цепочек продолговатых холмов слабоизвилистой формы.

Вытянуты они по направлению стекавших на юго-восток и юго-запад потоков. Площадь отдельных озов достигает 1 км^2 .

Сложены озы разнорезнистыми песками и песчано-гравийно-галечными отложениями невыдержанной мощности до 25 м. Отложения с размывом залегают на моренах, имеют крупнолинзовидную и горизонтально-слоистую текстуру. Линзы вытянуты вдоль озов на 10—20 м, мощностью 0,1—1,5 м. Слоистость линзовидных серий преимущественно косая, наклонена в направлении дистального конца под углом до 35° . В кровле и на склонах отмечаются линзы маломощной абляционной морены. Характерны также смещения части отложений по сбросам на склонах озов. Плоскости сбросов пересекают песчаный массив полностью и наклонены под углами около $50\text{--}80^\circ$ в разные стороны от ядра толщи.

Зандровые отложения располагаются по внешней периферии краевых образований на юге, юго-востоке Минского полигона. В пределах г. Минска и его окрестностей они выстилают пониженные пространства вдоль долины р. Свислочь. Площадь зандров составляет 587 км², или 15 % территории. Зандровые отложения выступают в форме покровных и долинных зандров.

Зандровые покровы приурочены к обширным открытым понижениям, унаследованным реками Свислочь, Вяча, Исlochь, Волма, Усса. Поверхность зандровых полей слабовсхолмленная, волнистая или плоская, слабо наклонена в дистальном направлении. Мощность изменяется от нескольких до 26 м. Долинные зандры вложены в древние ложбины стока талых ледниковых вод, по которым текут реки Свислочь, Исlochь, Слепня, Лошица, Волма. Эти зандры отличаются значительной протяженностью при небольшой ширине.

Строение зандров вскрывается в строительных котлованах и придорожных выемках в микрорайонах Уручье, Дружба, Масюковщина и природных обнажениях по рекам Исlochи, Яршевки и др. В разрезах зандров наблюдается ритмичное чередование косослоистых песчано-гравийно-галечных отложений с более тонкими средне- и мелкозернистыми песками. В окрестностях г. Минска в зандрах часто наблюдается тонкое переслаивание мощностью в 3—10 см песков разной зернистости и степени сортировки и супесей. Для них характерна параллельная горизонтальная или субгоризонтальная слоистость с наклоном в 5—7° в направлении течения потоков талых ледниковых вод (рис. 15). В приповерхностной части зандры несут следы псевдоморфоз по ледяным жилам. В разрезах, заложенных на склонах, нередко ус-

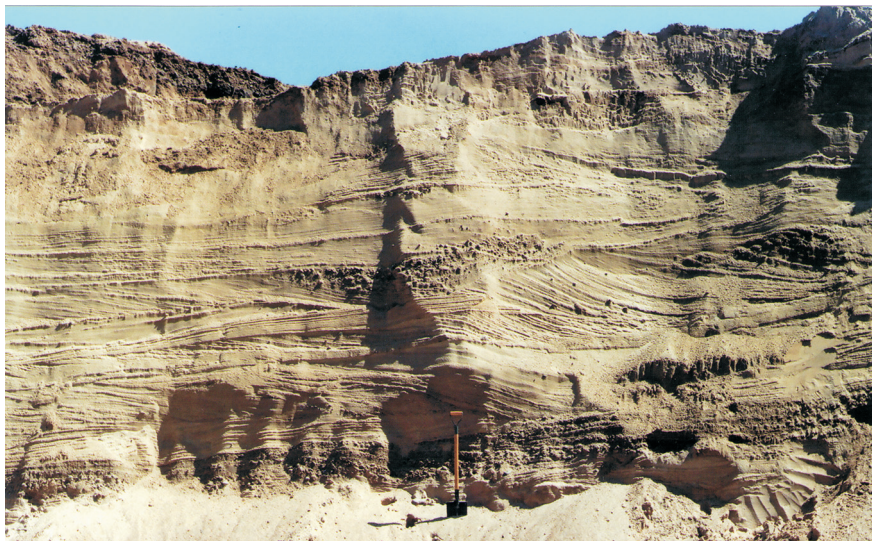


Рис. 15. Зандровые отложения

танавливаются микросбросы в зандрах со смещениями до 0,5 м. В юго-восточной части Минского полигона, удаленной от районов развития конечных морен, зандровые пески становятся мельче и однороднее.

Лимногляциальные отложения имеют ограниченное распространение на территории Минского полигона. Они известны только в котловине в верховьях р. Удра восточнее г. п. Радошковичи, где залегают в виде линзы длиной до 5 км, шириной 4 км и площадью около 14 км². Эти отложения образовались в приледниковом подпрудном водоеме во время отступления сожского ледника.

В центральных частях бассейна лимногляциальные породы представлены глубоководными шоколадными глинами и алевроитами, имеющими ленточную текстуру. Такая текстура обусловлена чередованием горизонтальных прослоев бурого глинистого (зимнего) и серого алевроитового материала (летнего сезона). Толщина отдельных лент падает сверху от 1 м до 1 см и меньше. В нижних слоях ленты состоят на 9/10 из алевроитов, а в верхних они представлены преимущественно глинами (рис. 16). В приповерхностной 10-метровой толще центральной части бассейна насчитывается не менее 1200 годичных лент. Максимальная мощность лимногляциальных отложений — 24 м — приурочена к центру толщи. На южной периферии понижения обнаружены прибрежные аккумулятивные пески и абразионные валунно-галечные образования водоема.

Лессовидные отложения развиты преимущественно в центре и юге полигона на подветренных южных и юго-восточных склонах Минской возвышенности. Эти образования покрывают примерно 543 км², занимая 14 % тер-

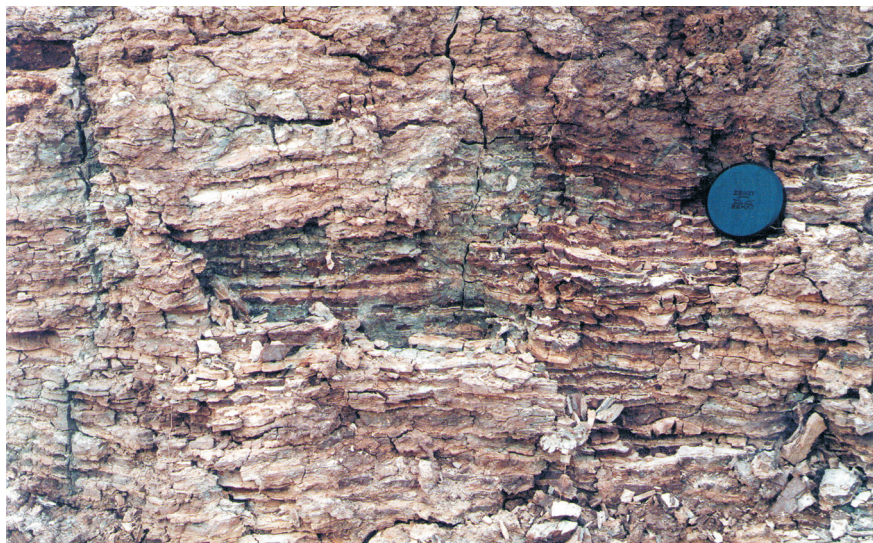


Рис. 16. Ленточная текстура озерно-ледниковых глин

ритории полигона. Своим происхождением основная масса лессовидных отложений обязана эоловому приносу пылеватого материала из области последнего оледенения и отложению его в перигляциальной зоне.

На поверхности лессовидные отложения залегают в виде дырявых покровов в пределах абсолютных отметок 180—300 м. Они приурочены к водораздельным пространствам и склонам конечноморенных гряд, флювиогляциальных холмов и валов, ложбин и речных долин. Отсутствуют эти образования лишь на вершинах высоких гряд и холмов.

Мощность лессовидных отложений составляет 0,5—11 м. Породы представлены палево-желтыми и желтовато-бурыми тонкими пылеватыми супесями и суглинками. Все они карбонатные (с содержанием карбонатов от 0,1 до 20 %), часто включают карбонатные конкреции и тонкие прослои песков. Породы сравнительно пористые, суммарная пористость составляет от 30 до 64 %. Наличие узких вертикальных каналов способствует образованию при обвалах вертикальных стенок. На пониженных участках эти грунты гумусированные, иногда содержат 1—2 горизонта погребенных почв, остатки пресноводной фауны моллюсков, кости мелких млекопитающих (см. рис. 8).

В гранулометрическом составе лессовидных пород главная роль принадлежит пылеватым частицам (0,01—0,05 мм) — от 30 до 78 %, роль глинистых и песчаных фракций незначительная [8]. В пылеватой фракции кварца и полевых шпатов 80—99 %, карбонатов 0,3—6 %, мусковит, биотит, глауконит, халцедон, опал и тяжелые минералы присутствуют в подчиненном количестве. Основную часть глинистых фракций лессовидных отложений образуют гидрослюда, хлорит, каолинит, карбонаты, тонкодисперсный кварц.

Для лессовидных образований Минского полигона свойственны просадки при сильном увлажнении. Они быстро размокают и сильно размываются. Лессовидные породы имеют различную водопроницаемость и небольшую естественную влажность (4,6—34,3 %), обладают незначительной сжимаемостью, пластичностью и значительной осадкой под нагрузкой.

Аллювиальные отложения развиты в долинах рек Свислочь, Птичь, Исloch, Усса и других, более мелких. По обстановке формирования выделяется криоаллювий и современный аллювий.

Криогенные аллювиальные отложения накапливались во время таяния поозерского ледника в перигляциальной обстановке. Они зарегистрированы на поверхности только в долинах рек Свислочь, Птичь, Исloch и Усса, где слагают первую надпойменную террасу. Надпойменный аллювий поозерского ледникового времени расположен по правому и левому бережью в виде фрагментарных полос шириной от нескольких метров до 0,5 км в среднем течении этих рек.

Мощность криогенных накоплений составляет 4—8 м. Криоаллювий слагают, как правило, серые и сизовато-серые разнoзернистые и мелкозернистые пески, с включениями редких зерен гравия и гальки. Отложения слоистые, переслаиваются с горизонтальными прослойками и линзами тонких супесей и суглинков мощностью до 2—5 см, изредка — разнoзернистого песка или песчано-гравийного материала. В литологическом составе перигляциального ал-

лювия, по данным Э. А. Левкова и др. [8], преобладает фракция 0,25—0,1 мм (40—70 %), крупнопесчаные частицы составляют 1—15 %, мелкопесчаные — около 8—25 %. Пески в основном сложены кварцем (80—90 %) и полевыми шпатами (обычно 8—15 %). Подчиненное значение имеют карбонаты, слюды, глауконит и тяжелые минералы.

Современный аллювий приурочен к поймам рек. Он формировался в голоцене. Аллювиальные накопления залегают на сожских флювиогляциальных, моренных и поозерских криоаллювиальных отложениях. Мощность современного аллювия составляет от 0,6 до 12 м. Минимальные мощности приурочены к долинам мелких рек, максимальные — к поймам рек Свислочь, Птичь и Усса.

В строении отложений участвуют русловая, пойменная и старичная фации. Русловой аллювий слагает более половины мощности аллювиальной толщи. Он выполнен серовато-желтыми хорошо промытыми разнотекстурными песками с прослоями и линзами более тонкого материала и песчано-гравийных отложений. Пески обычно имеют косую слоистость, при этом слойки наклонены вниз по течению. Пойменная фация формируется в половодья. Она слагает приповерхностную 1,5—2,5 м толщу поймы, выстилает основную площадь дна речных долин. Пойменная фация сложена темно-бурыми и темно-серыми тонкими супесями и илистыми песками, сильно гумусированными, насыщенными растительными остатками и раковинами моллюсков. Для них характерны меньшая сортировка, слоистость ряби волнений, неясная косая слоистость течения и текстуры взмучивания. Старичный аллювий формируется в отмерших руслах рек. Он сложен слоистыми гумусированными супесями, суглинками, органогенными илами и сапропелями. В них часто содержатся линзы торфа и фрагменты деревьев.

Озерные и озерно-болотные отложения локализуются в небольших, рассеянных по всей территории западинах, преимущественно в повышенных западном и северо-западном районах Минского полигона, а также в долинах рек и современных озерах (см. рис. 9). Они встречаются в муравинском межледниковом, поозерском ледниковом и голоценовом горизонтах. Толщи озерного и озерно-болотного генезиса муравинского и поозерского горизонтов вскрываются в обнажениях «Заславское» у Заславля, «Дружба» на юго-западе г. Минска и многочисленных скважинах. Эти образования выполняют гляциокарстовые котловины сожского возраста и достигают значительной мощности — до 8 м. Межледниковая толща представлена песками, супесями, торфами, сапропелитами, а поозерская перигляциальная толща — глинами, суглинками и песками. В большинстве разрезов муравинских образований в основании залегают озерные накопления, а сверху — озерно-болотные. Все они содержат споры, пыльцу, семена и остатки растений. Среди озерной толщи поозерского возраста нередко отмечаются гумусированные прослой и линзы мощностью до 0,6 м. В ней можно наблюдать морозобойные трещины, микроскладки и другие перигляциальные формы.

Современные озера приурочены к суффозионным западинам на водораздельных поверхностях, древним ледниковым ложбинам, широко разви-

тым западнее г. Минска, и к старицам в долинах рек. Озера хотя и многочисленны, но имеют небольшие размеры и акваторию до 1 км². В составе донных осадков преобладают голубовато-серые супеси, легкие суглинки, серовато-бурые илы и сапропели. На зарастающих водоемах накапливаются торфянистые сапропели. Мощность таких пород чаще 0,5—3 м.

Болотные отложения занимают 5 % территории Минского полигона. Они приурочены к местам избыточного увлажнения, которые отмечаются на днищах межхолмных западин, ложбин и речных долин. В скважинах и редких обнажениях вскрываются также болотные отложения муравинского межледниковья и поозерского возраста, например, у деревень Хмелевка, Вязынка, в микрорайонах Дружба, Уручье и др. Здесь они в основном представлены торфом мощностью от 0,5 до 1,5 м.

В пределах района практики по особенностям питания выделяются низинные, верховые и переходные торфяники. Среди болотных осадков преобладают низинные торфы, выстилающие переувлажненные участки долин рек, ложбин и западин. Они сложены осоковыми, тростниковыми и древесно-тростниковыми торфами. Торфы имеют большую степень разложения и плотность в нижней части, а вверх — рыхлые. В основании торфяников изредка встречаются болотные железные руды, охра и вивианит. Торфяники низинного типа встречаются в пойме Свислочи в южной части г. Минска (болото Лошица), по берегам водохранилища Дрозды (болота Веснинка, Акопье), в ложбинах стока р. Цна на севере города (Цнянское-Мнишки) и др.

Торфы переходного и верхового типов встречаются реже. Они тяготеют к территории ледниковых котловин (болота Озерище, Цнянское-Мнишки) и ложбинам стока (Масюковское, Комаровское, Богдановское). Верховые торфяники отличаются светло- и темно-коричневым цветом, пушицево-сфагновым, сфагновым, сосново-пушицевым составом. Торфы переходного типа в основном бурые и темно-бурые, древесно-разнотравно-мховые. Торфяники преимущественно среднеразложившиеся (степень разложения до 30 %). Мощность современных торфяников достигает 6 м.

Делювиальные и пролювиальные отложения выстилают склоны гряд, холмов, речных долин, днища балок и оврагов. Они имеют неравномерную мощность, возрастающую к основанию до 2,5—3 м. Сложены эти образования слабоотсортированными пылеватыми песками, рыхлыми супесями и суглинками с включением прослоев и линз песка, гравия и отдельных мелких валунов. Литологические особенности отложений определяются составом материнских пород, крутизной склонов и интенсивностью склоновых процессов. Часто такие отложения ритмично-слоистые с ритмами 1—12 см, параллельными склонам.

Склоновые отложения медленно движутся вниз по склонам. Искусственная подрезка делювиальной толщи в нижней части склона может вызвать оползни.

Техногенные отложения широко развиты на территории и окрестностях г. Минска и других населенных пунктов и в районах, подвергшихся антропогенному воздействию. Среди техногенных образований выделяются три ос-

новые генетические разновидности: искусственно созданные, грунтовые образования и отходы жизнедеятельности и обитания человека.

Искусственные техногенные породы отмечаются с поверхности на свалках твердых бытовых и промышленных отходов (полигоны-накопители «Северный», «Прудыше», «Тростенец» и др.), золоотвалов на территории заводов, возле карьеров по добыче песка и песчано-гравийной смеси, насыпей и покрытиях дорог, улиц, дворов. На территории г. Минска это отходы литейного и сталеплавленного производства, заводов «Термопласт», им. Вавилова, часового, отвалы грунтосмесей и другие накопления мощностью 15—25 м [10]. К грунтовым техногенным образованиям относятся скопления подземных частей зданий и сооружений, подземные коммуникации, кладбища. Они представлены кирпичной и бутовой кладкой, блоками, сваями, щебнем мощностью до 3—6 м.

Среди техногенных отложений, связанных с отходами жизнедеятельности и обитания человека, основными являются отходы, гидротранспортированные по канализационным трубам, свалки мусора и хозяйственно-бытовых отходов на вышеупомянутых полигонах-накопителях и культурные слои. К культурному слою относятся отложения старой части г. Минска — Троицкого предместья, Немиги. Культурные слои состоят из песчано-глинистых отложений, обычно с примесью гумуса, угля, пепла, строительного мусора и остатками древних жилищ, хозяйственных строений и предметов материальной культуры, кухонных отходов. Они достигают местами 3,5 м.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Территория района практики расположена в восточной части Белорусского гидрогеологического массива. Он приурочен к Белорусской антеклизе и является крупным резервуаром подземных вод [9]. Мощность водовмещающих пород осадочной толщи в пределах этого района изменяется от 140 до 516 м. Подземная вода содержится в верхнепротерозойских, девонских, меловых и четвертичных отложениях.

В осадочной толще полигона по гидродинамическому режиму выделяются две зоны: активного водообмена и затрудненной циркуляции вод. Зона активного водообмена занимает верхнюю часть осадочной толщи до глубины 320—340 м. Здесь пресные воды имеют минерализацию менее 1 г/л. Подземные воды приурочены к отложениям четвертичной, меловой, девонской систем и верхней части венда. Зона активного водообмена характеризуется значительными скоростями фильтрации подземных вод, хорошей гидравлической связью с поверхностными водами и водами более глубоких горизонтов, развитием безнапорных грунтовых вод в верхней части и напорных вод в нижней. Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, гидравлической связи с поверхностными водами и восходящими водами из нижележащих напорных горизонтов. Разгрузка воды происходит вследствие перетоков в сторону более низких гипсометрических отметок зеркала грунтовых вод и дренирования водоносных горизонтов речными долинами и балками.

Ниже получила развитие зона затрудненной циркуляции вод. Она охватывает отложения нижней части венда, рифея и трещиноватые породы кристаллического фундамента. От верхней зоны пресных вод она отделяется алевритово-глинистой пачкой редкинской свиты верхнего венда, образующей водоупор. Воды солоноватые с минерализацией 1—9,5 г/л. Мощность зоны достигает 194 м.

На территории Минского полигона водоносными горизонтами в основном являются пески разного гранулометрического состава, трещиноватые мела, доломиты и известняки. Разделяющие их глины, суглинки, супеси и аргиллиты играют роль относительных водоупоров. Локальное площадное распространение водоупоров, а также развитие гляциодислокаций в водовмещающих четвертичных и меловых породах, частые их выклинивания и размывы явились причиной гидравлической взаимосвязи многих горизонтов и объединения их в более крупные водоносные комплексы. В толще осадочных пород и в трещиноватой зоне кристаллического фундамента можно выделить следующие основные водоносные горизонты и комплексы.

Водоносный комплекс грунтовых вод залегает первым от поверхности в надморенных флювиогляциальных отложениях сожского возраста, поозерских и голоценовых аллювиальных и озерно-болотных образованиях. Спорадически грунтовые воды распространены также в моренных и конечноморенных накоплениях. Их мощность составляет в среднем 5—8 м. Воды данного комплекса безнапорные. Количество воды, выдаваемое скважинами при откачке при понижении уровня в них на 1 м, варьирует от 0,2 до 1,8 л/сек, коэффициент фильтрации изменяется от 1,4 до 19,7 л/сут. Уровень грунтовых вод устанавливается на глубинах от 0,5 до 14,2 м. Поверхность грунтовых вод в общем виде повторяет рельеф современной поверхности. Воды комплекса широко эксплуатируются многочисленными колодцами и мелкими скважинами в сельских населенных пунктах и пригородных районах г. Минска.

Днепровско-сожский водоносный комплекс распространен повсеместно. На водоразделах он перекрыт дырявым покровом сожской основной и конечной морен, а в ложбинах стока и речных долинах — флювиогляциальными отложениями. Глубина залегания кровли комплекса колеблется от 16 м в долинах рек Свислочь, Птичь, Исloch до 40 м и более на возвышенности. Мощность изменяется от 3 до 67 м. Воды напорные. Поверхность, до которой могут подняться напорные воды (напорная поверхность, или пьезометрический уровень), устанавливается на глубине от 4 до 36 м выше поверхности земли. Этот уровень залегает на 9—58 м выше кровли водоносного комплекса [10]. Водопропускная способность водовмещающих пород изменяется от 0,6 до 43,3 м в сутки, а производительность скважин — от 3 до 1274 м³ в сутки.

Березинско-днепровский водоносный комплекс развит почти на всей территории Минского полигона. Отсутствует в пределах небольших переуглублений на днище Свислочской ложбины. Кровля комплекса залегает на глубинах от 70 м в палеодолинах до 86 м на возвышенности. Мощность его варьирует от 0,7 до 25 м, в палеодолинах прарек доходит до 50—70 м. Водовмещающими породами служат флювиогляциальные и аллювиальные пески. При

вскрытии напорных вод в скважинах их уровень устанавливается на глубинах от + 0,2 до 11 м. Напоры вод достигают величины 121 м в пределах водоразделов, к долинам рек снижаются. Породы комплекса водообильные. Эксплуатационный дебит скважин изменяется от 0,2 до 6,3 л/сек, а водопроницаемая способность пород — от 0,1 до 16,9 м/сут.

Наревско-березинский водоносный комплекс распространен фрагментарно, преимущественно в погребенных ложбинах и котловинах. Водовмещающими являются пески водно-ледникового происхождения. Они вскрываются на глубинах от 103 до 130 м и имеют мощность 0,9—15 м. Водообильность их меньшая, чем у вышележащих водоносных комплексов (дебит до 4,6 л/сек, скорость фильтрации — до 4,6 л/сек).

Подземные воды водоносных комплексов четвертичных отложений пресные и ультрапресные, преимущественно гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава. Их минерализация колеблется от 0,18 до 0,24 г/л. Минимальные величины минерализации характерны для грунтовых вод, приуроченных к хорошо промытым флювиогляциальным и аллювиальным пескам. Напорные подземные воды межморенных отложений имеют более высокую минерализацию (до 0,8 г/л). По большинству нормируемых компонентов эти воды удовлетворяют требованиям ГОСТа «Вода питьевая». Исключение составляют повышенные содержания железа, а иногда и марганца, достигающие нередко 2—5 мг/л при уровне ПДК 0,3 мг/л. Высокое содержание в подземных водах железа, а иногда и марганца, является природной геохимической особенностью региона. По данным РУП «Белгеология», число скважин, эксплуатирующих межморенные водоносные комплексы четвертичных отложений, в водах которых повышено содержание железа, достигает 65 % [10].

В пределах Минского полигона воды из четвертичных отложений используются для водоснабжения населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов. В сельской местности для питьевых и хозяйственных нужд в основном эксплуатируется водоносный комплекс грунтовых вод. Здесь грунтовые воды откачиваются одиночными мелкими скважинами и колодцами. В городах, дачных поселках и сельских хозяйствах откачиваются воды более глубоких горизонтов. Важнейшим среди них является днепровско-сожский водоносный комплекс. Водоотбор из данного комплекса осуществляется групповыми водозаборами в городах Минск, Дзержинск, Фаниполь, г. п. Свислочь, Дружный, а также большим количеством одиночных скважин в селах.

В пределах населенных пунктов, сельхозугодий, животноводческих ферм, промплощадок, свалок грунтовые воды испытывают антропогенное загрязнение, содержат нитраты, нитриты, ионы Cl^- , SO_4^{2-} , K^+ в количествах, превышающих ПДК в 2—7 раз, и не рекомендуются для использования. Высокие уровни загрязнения грунтовых вод создают потенциальную опасность загрязнения неглубоко залегающих напорных вод.

Водоносный комплекс альб-сеноманских отложений распространен на территории южного и центрального районов Минского полигона, отсутствует на днищах Свислочской и Ислочской палеоложбин. Залегает он под четвертичными и неогеновыми породами на глубинах 107—232 м. Воду вмещают

зеленовато-серые кварц-глауконитовые пески, тонко- и мелкозернистые и опесчаненные мела мощностью от нескольких до 14 м. Производительность скважин составляет от 0,2 до 7,6 л/сек. Воды пресные, с минерализацией до 0,4 г/л. Химический состав их гидрокарбонатный кальциево-магниевый. В водоснабжении комплекс практически не используется.

Водоносный комплекс витебских-наровских отложений девона в пределах полигона распространен повсеместно. Кровля его залегает на глубинах 96—261 м. Воды приурочены к трещиноватым доломитам и известнякам, реже — мергелям с прослоями глин и песков. Водосодержащая толща имеет мощность от 10 до 135 м, расходы скважин 0,04—1,7 л/с. Подземные воды пресные, с минерализацией до 0,7 г/л, гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Характеризуются непостоянной водообильностью, в водоснабжении не используются.

Водоносный комплекс вендских отложений распространен на территории Минского полигона повсеместно. Водовмещающие породы представлены преимущественно песчаниками и туфопесчаниками. Глубина залегания кровли комплекса колеблется от 120 до 235 м. Мощность его изменяется от 148 до 236 м. В пределах верхней части вендского водоносного комплекса содержатся пресные подземные воды, ниже — минерализованные.

Пресные воды напорные, величина напора достигает 200 м, положение уровня напорных вод устанавливается на глубинах от 2 до 40 м. Производительность скважин составляет 2,8—21,6 л/сек. Минерализация подземных вод верхней толщи не превышает 0,6 г/л, по химическому составу гидрокарбонатные кальциево-магниевые или кальциевые.

Подземные воды нижней толщи вендского комплекса обладают напором до 200—300 м. Эксплуатационные дебиты варьируют от 0,2 до 2,3 л/с. Напорные уровни устанавливаются на глубинах от 30 до 59 м. Подземные воды преимущественно минерализованные. Содержание солей 1,3—9,5 г/л. Химический состав варьирует от гидрокарбонатно-хлоридного магниевонариевого до хлоридного натриевого или сульфатно-натриевого. Пресные воды из верхней части разреза венда широко эксплуатируются для хозяйственно-питьевого водоснабжения Минска и других населенных пунктов.

Водоносный комплекс рифейских отложений присутствует повсеместно. Его кровля вскрывается на глубинах от 428 до 440 м, мощность колеблется от 18 до 131 м. Водовмещающие породы представлены главным образом мелкозернистыми песчаниками. Расходы скважин составляют до 3,3 л/с. Подземные воды сульфатно-хлоридные натриевые, имеют несколько повышенное содержание брома и минерализацию в пределах 5,8—11,9 г/л. Минеральные воды из вендских и рифейских отложений Минского полигона используются для бальнеологических целей. А. В. Кудельский и М. Г. Ясовеев [17] выделили их в особый вид минеральных вод без специфических компонентов и свойств. Хлоридные натриевые и хлоридно-сульфатные воды откачиваются скважинами в санаториях «Криница», «Беларусь», детском лагере «Свислочь», 9-й больнице г. Минска и нескольких санаториях-профилакториях. Производится бутылочный розлив минеральной воды «Минская» и «Дарида».

Водоносная зона трещиноватых архейско-нижнепротерозойских пород кристаллического фундамента развита на всей площади полигона на глубинах 395—516 м. Воды содержатся в трещиноватых и выветрелых метаморфических и интрузивных гнейсах, гранитах, габбро, сланцах мощностью до 36 м. Химический состав подземных вод аналогичен водам рифейских отложений.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Минский полигон расположен в центре Минской краевой ледниково-аккумулятивной возвышенности. В современном морфологическом облике краевых образований здесь выделяется Ивенецко-Минский моренный массив и фронтальный Воложинско-Логойско-Докшицкий пояс гряд и холмов, сформировавшихся соответственно в минскую и ошмянскую стадии отступления сожского ледника [4, 14]. Ивенецко-Минский массив определяет основные особенности рельефа южной и центральной частей Минского полигона, а Воложинско-Логойско-Докшицкий фронтальный пояс — его северной части. Зона сочленения этих макроформ проходит вдоль долин рек Исlochь, Вяча, Усяжа и ледниковой котловины, занятой Заславским водохранилищем (рис. 6).

Рельефу Минской возвышенности в пределах района геологической практики, в общем, свойственны преобладание грядово-увалистых и пологохолмистых форм, сильная расчлененность денудационными ложбинами и балками, субширотная ориентировка основных грядово-холмистых цепей, снижение абсолютных отметок (от 280 до 180 м) и относительных превышений форм (от 80 до 10 м) в юго-восточном направлении. Особенности рельефа Минского полигона придает также сквозная долина р. Свисlochь, прорезающая поперек грядово-холмистые цепи фронтального пояса и моренного массива.

На территории Минского полигона рельеф выделяется большим разнообразием типов и форм. Наличие множества типов и форм обусловлено ледниковой аккумуляцией, гляциотектоническими процессами и деятельностью талых ледниковых вод сожского оледенения, а также воздействием целого комплекса физико-географических процессов в позднем плейстоцене и голоцене. В основу классификации рельефа территории полигона положена схема А. В. Матвеева и др. [24]. По происхождению и морфологии рельефа в пределах Минского полигона выделяется 8 основных его типов и более 13 видов форм. Здесь представлены ледниковый, водно-ледниковый, ледниково-озерный, флювиальный, озерный, склоновый, биогенный и антропогенный типы рельефа. Большинство из них, за исключением антропогенного, имеют закономерное ярусное расположение. Так, напорные конечные морены сожского возраста образуют верхний (выше 260 м) ярус рельефа, грядово-увалистые и пологохолмистые флювиогляциальные конусы выноса и дельты тяготеют к уровню 260—240 м. Ложбины стока и флювиальные формы (долины рек Свисlochь, Исlochь и др.) расположены в интервале 220—180 м над уровнем моря.

Ледниковый рельеф на территории Минского полигона представлен гляциотектоническим и аккумулятивным подтипами.

Ледниково-гляциотектонический рельеф распространен в пределах самых высоких водораздельных участков Ивенецко-Минского массива и Воложинско-Логойско-Докшицкого пояса западнее и севернее г. Минска, в окрестностях г. п. Ждановичи, деревень Новый Двор, Янушковичи, Дубравы. Его образуют напорные конечные морены с грядово-холмистым и крупнохолмистым рельефом, а также ложбины и котловины ледникового выдавливания. Гряды и продолговатые холмы ориентированы преимущественно с запада на восток.

Конечноморенный холмистый рельеф приурочен к центральной части Ивенецко-Минского массива, с абсолютными отметками 280—346 м. Здесь преобладают крупные куполовидные холмы высотой до 50—70 м и размерами до 0,5 км в ширину и 1 км в длину, овальной и округлой формы, с уплощенными вершинами, полого-выпуклыми склонами до 10—15° и плавными очертаниями. На вершинах холмов встречаются термокарстовые западины, а в пределах склонов — редкие слабоврезанные ложбины. Конечноморенный холмистый рельеф распространен также на менее высоких отметках массива в окрестностях Ждановичей.

Конечноморенный грядово-холмистый рельеф окружает ядро Ивенецко-Минского массива и распространен на высоких участках Воложинско-Логойско-Докшицкого пояса на абсолютных отметках 240—260 м западнее и севернее г. Минска, южнее г. п. Радошковичи, д. Масюковщина и локально — в центре столицы. Он состоит из гряд и холмов, которые чередуются с глубокими крутосклонными ложбинами и котловинами выдавливания. Нередко ледниковые ложбины наследуются долинами рек Исloch, Вяча, Свисloch. Наиболее обширное ледниковое понижение разделяет гряды и холмы моренного массива и фронтального пояса и содержит Заславское водохранилище. Серии гряд и холмов ориентированы преимущественно субширотно. Однако в зоне сочленения разновозрастных макроформ на отрезке между д. Раков и г. Заславль они стыкуются с угловыми несогласиями и даже срезают друг друга (см. рис. 6).

Конечноморенные напорные гряды и холмы имеют дугообразную в плане форму, ширину 0,2—1 км, пологоволнистую и всхолмленную поверхность и асимметричные склоны. Для них характерна четкая выраженность в рельефе. Высота конечных морен над межгрядовыми ложбинами от 30 до 70 м, углы наклонов склонов 5—15°.

Строение грядово-холмистых и холмистых конечных морен вскрывается карьерами у деревень Масюковщина, Дубравы, микрорайона Сосны и др. В строении этих форм участвуют скибы водно-ледниковых и моренных отложений, перекрытые покровом основной морены. Отмечается наклон скиб под углами до 45°, как правило, к северо-западу или северо-востоку в сторону ледниковых ложбин.

На внешних склонах массива и фронтального пояса конечные морены приобретают волнистый или выравненный рельеф. Эта морфологическая особенность связана с надледниковой водно-ледниковой аккумуляцией, отложившей сверху напорного основания покрывку разнозернистых песков с гравием неравномерной (от нескольких до 15 м) мощности.

Ледниково-аккумулятивный рельеф в пределах района проведения практики распространен только на локальных участках пологих склонов или слегка возвышающихся поднятиях на днище котловин у деревень Б. Тростенец, Тиволи Минского района и других на абсолютных отметках 200—220 м. Представлен он фрагментами *плоской и слабовсхолмленной моренной равнины* (с амплитудой высот до 5 м) и *моренными холмами*. Такие формы сложены красно-бурыми монолитными супесями и суглинками плитчатой текстуры мощностью до 5—7 м с включением большого количества грубых обломков и валунов.

Водно-ледниковый рельеф преобладает над остальными генетическими типами. На него приходится около 52 % площади Минского полигона. Водно-ледниковый рельеф включает грядово-увалистый и пологохолмистый рельеф конусов выноса и дельт, камовые холмы, озовые гряды, зандры и ложбины стока талых ледниковых вод.

Грядово-увалистый и пологохолмистый рельеф конусов выноса и дельт занимает обширные площади на юго-восточном склоне Ивенецко-Минского массива в окрестностях Минска, Дзержинска, Фаниполя и в зоне сочленения его с Воложинско-Логойско-Докшицким поясом в широкой полосе от Ракова до Острошицкого Городка. Поверхность этих форм постепенно понижается с абсолютных отметок 260—240 м в дистальном направлении к долинам рек Свислочь, Исloch, Вяча, Усяжа до 220—200 м. Рассматриваемый рельеф сильно пересечен и состоит из извилистых в плане валообразных гряд, продолговатых холмов и разделяющих их радиальных ложбин. Удлиненные формы расположены веерообразно вдоль направления движения талых ледниковых вод. Протяженность гряд составляет 0,3—5 км, ширина 150—300 м, относительные высоты до 12—15 м. Гребни неровные, волнистые с превышениями до 7—10 м, местами узкие. Холмы средние и мелкие, вытянуты согласно грядам. Имеют пологовыпуклые вершины и склоны. Для межгрядовых ложбин характерны пологовогнутые днища и склоны крутизной до 25°. Их днища нередко заболочены, а местами заняты гляциокарстовыми западинами. Дно и склоны ложбин рассечены эрозионными балками и оврагами, а в западинах изредка встречаются мелкие озера.

Мелкохолмистый рельеф дельт наблюдается локально на днище Свислочской сквозной долины у деревень Ржавец и Масюковщина. Он выражен уплотненными продолговатыми холмами высотой 5—7 м и крутизной склонов до 10°. Протяженность холмов составляет 150—300 м, ширина — до 150 м. Сложены конусы выноса и дельты пачками водно-ледникового хорошо промытого и слабоотсортированного материала, часто переслаивающегося в разрезе.

Холмисто-западинный камовый рельеф широко развит в окрестностях Заславского водохранилища. Севернее и восточнее г. п. Ждановичи камовые холмы сливаются основаниями и образуют камовые массивы. Камовые холмы имеют овальную или слегка вытянутую форму в плане, выпуклые вершины и склоны до 15—25°. Размеры холмов достигают в длину до 250 м, в ширину — до 150 м, в высоту — до 5—15 м. Между холмами часто наблюдаются термокарстовые западины. Наряду с холмисто-западинными камовыми массивами на западной окраине г. Минска встречаются одиночные камовые хол-

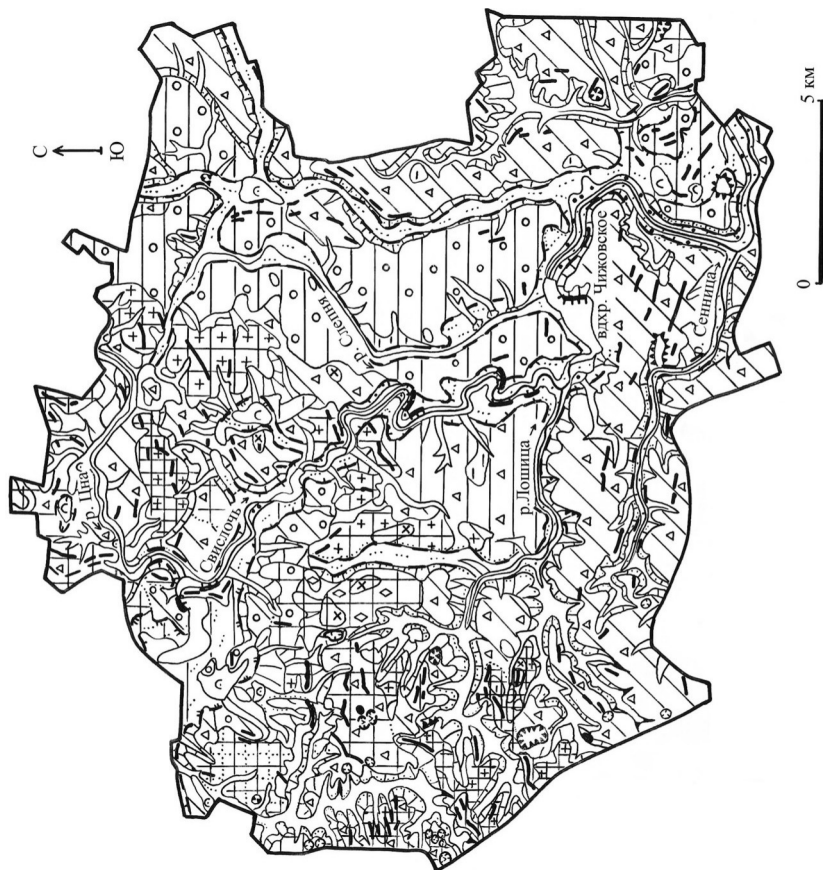
мы (микрорайоны Запад-3, Красный Бор, Сухарево и др.). В районе микрорайона Кунцевщина высота камов достигает 15—25 м. К ним приурочены наиболее высокие абсолютные отметки территории г. Минска. Камовые массивы и одиночные камы сложены отсортированными песками с гравием и прослоями песчано-гравийно-галечных отложений, иногда имеют покрывку из абляционной морены.

Грядовый озовый рельеф расположен вдоль западного, южного и юго-восточного склонов Заславской ледниковой котловины у д. Ратомка, на южном берегу водохранилища Криница, в окрестностях д. Приморье, санатория «Криница». Озовые гряды имеют извилистую форму, вытянутую по направлению стекавших на юго-восток и юго-запад потоков талых ледниковых вод, узкий неровный гребень и крутые (до 30°) склоны. Их длина 2—4 км, ширина 80—150 м и относительная высота до 20 м. В строении озов участвуют косо- и горизонтальнослоистые пески и песчано-гравийный материал.

Слабовсхолмленный и пологоволнистый рельеф зандровых равнин охватывает площади междуречий Свислочи — Слепни, Тростянки — Свислочи, а также протягивается полосами, то сужающимися, то расширяющимися в гляциодепрессиях между холмистыми конусами выноса и дельтами в районе деревень Боровая, Королев Стан, микрорайонов Восточный, Уручье и др. (рис.17). Зандровые равнины лежат на абсолютных отметках 220—213 м и обычно слабо наклонены (под углами 1—3°) в направлении долины р. Свислочь. Характерным элементом их рельефа являются плоские преимущественно заболоченные понижения и ложбины стока талых ледниковых вод. Зандры сложены из напластований тонких многочисленных песчаных и песчано-гравийных слоев с горизонтальной слоистостью.

Плоский рельеф зандров приурочен к долинам стока талых ледниковых вод. Среди таких долин выделяются множество мелких прадолин и крупные (сквозные) долины. Малые долины стока приурочены к межхолмным понижениям и внешним склонам полос краевых ледниковых образований. Одни из них — дистальные долины — вытянуты от края ледника и занимают внешние склоны краевых полос, другие — маргинальные долины — проложены вдоль фронта ледника параллельно краевым формам. Долины имеют протяженность от 1,5 до 20 км, ширину 0,2—0,8 км, углублены на 5—10 м, склоны их слабовогнутые крутизной до 12—15° с плавным переходом к окружающим зандрам. Днища плоские, наклонены в направлении долин рек Свислочь, Исlochь, Усяжа.

Наиболее обширные долинные зандры вложены в Свислочскую сквозную долину и маргинальные прадолины, по которым текут реки Исlochь, Вяча и Усяжа. Свислочская долина прорезает поперек Минскую возвышенность вплоть до ее дистального окончания. Она имеет несколько выпуклый продольный профиль с абсолютными высотами до 210 м, глубину до 20—30 м и ширину 0,5—1,3 км. Долина корытообразная, днище плоское, местами с камами, флювиогляциальными дельтами и заболоченными понижениями. В ней берут начало и текут в противоположные стороны р. Свислочь и реки Уша и Вязьнка. Долинные зандры выполнены флювиогляциальными песками, песчано-гравийными накоплениями и галечниками.



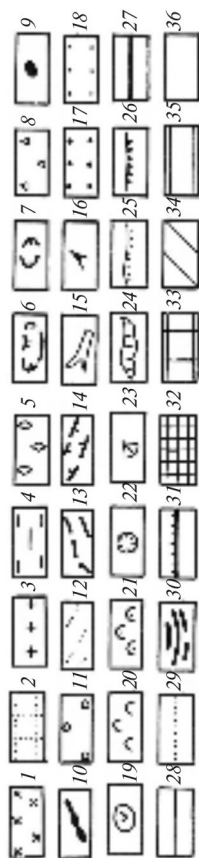


Рис. 17. Геоморфологическая карта территории г. Минска.

Ледниковый рельеф сожского оледенения:

1 — кончоморенные гряды напора; 2 — моренные массивы; 3 — кончоморенные гряды и холмы, перекрытые маломощными флювиогляциальными отложениями; 4 — моренные равнины; 5 — моренные холмы; 6 — ледниковые ложбины; 7 — гляциокарстовые западины. Водно-ледниковый рельеф: 8 — супрагляциальные дельты и конусы выноса; 9 — камы; 10 — озы; 11 — задровые равнины; 12 — долинные зандр; 13 — ложбины стока талых ледниковых вод; 14 — сквозные долины. Флювиальный рельеф верхнеледстоцевого и голоценового возраста: 15 — балки; 16 — овраги; 17 — первая напойменная терраса; 18 — пойма. Озерный рельеф: 19 — котловины озер. Биогенный рельеф: 20 — кочковатый микро-рельеф верховых и переходных болот; 21 — плоский микро-рельеф низинных болот. Склоновый рельеф: 22 — суффузионные котловины; 23 — пролювиальные конусы выноса и дельты; 24 — склоны плоскостного смыва; 25 — склоны дельвиального накопления; 26 — склоны обвално-осыпного сноса и оползневого срыва. Прочие знаки: 27 — перспективная граница г. Минска; 28 — границы генетических типов и форм рельефа; 29 — морфометрические границы; 30 — простирание гряд и холмов; 31 — уступы. Морфометрия рельефа: 32 — грядово-холмистый рельеф; 33 — грядово-увалистый рельеф; 34 — холмисто-увалистый; 35 — пологоволнистая равнина; 36 — плоская равнина

Ледниково-озерный рельеф занимает Удранскую котловину в верховьях р. Удра на севере полигона. Котловина обрамлена конечными моренами, имеет высокие края, лишенные сквозных проходов. Здесь представлена озерно-ледниковая равнина, покрытая глубоководными шоколадными глинами мощностью более 15 м. Протяженность равнины 6,3 км, ширина — 4,9 км, а абсолютные отметки составляют 226—220 м. Поверхность озерно-ледниковой равнины плоская. Вдоль ее южной границы на уровне 226—227 м прослеживаются узкие абразионные валунно-галечные площадки и песчаный пляж береговой линии приледникового озера. Во внутренней более низкой части поверхность равнины осложнена дельтовыми холмами.

Озерный рельеф наблюдается в пределах гляциокарстовых и суффозионных западин, приуроченных к водораздельным поверхностям ледникового и водно-ледникового рельефа и днищам ложбин западнее микрорайонов Кунцевщина, Сухарево, Малиновка, в окрестностях деревень Озерцо, Дегтяревка Минского района. Западины имеют воронкообразную или блюдцеобразную форму с размерами до 100 м в ширину и 300 м в длину и до 3—8 м в глубину. Берега их пологие, заболоченные. В центральной части сохранились мелкие полувзаросшие озерки.

Флювиальный рельеф включает долины рек, овраги, балки. Данный рельеф в значительной мере определяет расчлененный облик поверхности.

Реки Минского полигона принадлежат бассейнам Черного и Балтийского морей. Большая часть территории дренируется водотоками Черноморского бассейна. Средняя густота речной сети 0,4 км/км². Наиболее крупными реками, несущими свои воды в Черное море, являются Свислочь, Птичь и их притоки, в Балтийское море — Исloch, Уша и Вязынка. Осевое положение в разветвленной эрозионной сети Минского полигона занимает долина р. Свислочь.

Долина Свислочи унаследует сквозную долину юго-восточного простирания. Ширина долины Свислочи изменяется от 0,2 до 0,8 км, глубина вреза до 15—18 м. Склоны преимущественно выположены и незаметно сливаются с поверхностью ландшафта, однако на участках пересечения полос краевых образований выражены четко, крутизной до 25°. В пределах Свислочской долины выделяется пойма и надпойменная терраса. Пойма занимает большую часть днища долины, шириной 0,1—0,6 км и высотой до 1,5 м. Она имеет плоскую или микроволнистую поверхность, преимущественно сухая, местами заболоченная. Пойма аккумулятивная. Первая надпойменная терраса развита только узкими фрагментами на лево- и правобережье. Южнее г. Минска ее ширина составляет 0,2—0,4 км, высота — 3,5 м. Первая надпойменная терраса эрозионно-аккумулятивная.

Долины Птичи, Исloch в пределах Минского полигона более узкие (до 0,5 км) и глубокие (10—25 м), корытообразные в поперечнике. Склоны крутизной 10—20°, преимущественно прямые. Днища плоские, заняты в основном высокой (2,5 м) поймой, местами сильно заболочены. Вдоль нижних частей склонов локально прослеживается надпойменная терраса высотой 4—5 м и шириной до 15 м; русла рек неширокие (до 20 м), сильно меандрирующие. Вдоль русел на выпуклых и спрямленных участках развита низкая пойма.

В долинах других менее крупных рек выделяется только пойма.

Овраги и балки расчленяют вдоль речных долин склоны гряд и холмов. Особенно густая овражно-балочная сеть оплетает дистальные склоны Ивенецко-Минского массива и Воложинско-Логойско-Докшицкого пояса, где развит покров лессовидных пород. Балки и овраги характеризуются извилистостью и разветвленностью, значительной длиной (до 5 км), шириной (до 100 м) и глубиной (до 15—18 м). В балках, как правило, присутствуют временные водотоки. Балки и овраги своими устьями сливаются с поймами рек. В пределах днищ балок распространены *элювиально-пролювиальные шлейфы*, а в их устьях — *конусы выноса* временных водотоков, выполненные балочным пролювием.

Склоновый рельеф распространен на поверхностях с уклонами более 12°. *Делювиальные склоны* образуются вдоль древних балок и рек. Нередко по днищам балок и присклоновым площадкам террас развиты *делювиальные конусы выноса и шлейфы*. В местах подмыва реками и водохранилищами берегов встречаются *оползневые склоны*, а в карьерах и природных обнажениях — *осыпные и осыпно-обвалы*.

Биогенный рельеф занимает локальные понижения в ледниковых ложбинах, долинах стока, поймах рек. Значительная заболоченность здесь обусловлена плосковогнутым характером поверхности, неглубоким залеганием грунтовых вод, наличием озер и др. Болота принадлежат преимущественно к низинному типу, имеют плоский или мелкобугристый рельеф, нередко осушены (Комаровское болото) или подтоплены, со стоячей водой (болото Лебяжье).

На территории Минского полигона природный рельеф существенно преобразован антропогенными (техногенными) формами, возникшими в результате хозяйственной деятельности человека. К **техногенному рельефу** относятся аккумулятивные и выработанные формы, а также уплощенные поверхности. Среди аккумулятивных форм встречаются отвалы грунта, накопления промышленных и бытовых отходов. Наиболее широко распространены отвалы карьеров и строительных котлованов высотой 3—12 м. Дорожные насыпи, грунтовые валы и дамбы водохранилищ имеют линейную ориентировку, протяженность — от первых десятков до нескольких километров, ширину не более 15 м и высоту 3—10 м. В пределах Минского полигона выработано множество строительных котлованов, выемок, карьеров и уплощенных поверхностей. Выемки тяготеют к участкам пересечения современными железнодорожными и автомобильными трассами гряд и холмов. Протяженность врезанных техноформ измеряется сотнями метров, а глубина не превышает 35—50 м.

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

На современный облик земной поверхности Минского полигона оказывают влияние внутренние геодинамические явления и экзогенные геологические процессы.

Внутренняя геодинамика отражается на современном рельефе путем активизации разломов, зон трещиноватости и роста кольцевых структур.

Из *дизъюнктивных нарушений* в пределах Минского полигона признаки оживления обнаруживают Заславский и Минский региональные разломы позднеархейского времени заложения, а также Ошмянский и Логойский субрегиональные разломы, сформировавшиеся на доплатформенном этапе. Эти разломы отражаются в рельефе фундамента смещением его поверхности до первых сотен метров. В субчетвертичной поверхности они контролируют положение ложбин ледниковой экзарации и малоамплитудных уступов и поднятий. На материалах дистанционных снимков вышеназванные структуры диагностируются в виде систем линеаментов северо-восточного простирания (Минский и Заславский разломы) и линеаментов северо-западного направления (Ошмянский разлом). У зон разломов, активных в позднечетвертичное время, отмечаются фрагменты долин рек Свислочь, Птичь, Исloch и других. Возможно, системы разломов контролируют положение Черноморско-Балтийского водораздела [10].

По-видимому, на формирование современных отложений и рельефа Минского полигона влияют также неотектонические блоки, испытывающие дифференцированные движения по разломам. Считается, что в неоген-четвертичное время амплитуда перемещения блоков была от 80 до 120 м. Слабые положительные новейшие движения блоков отмечаются в районе Заславского водохранилища. Они фиксируются по развитию грядово-холмистого рельефа краевых образований, глубокому врезанию и внешнему облику долин Исloch, Птичи, Уссы и других рек, интенсивному развитию линейной эрозии и плоскостного смыва, суффозии. Другие блоковые структуры испытывают опускание или относительную стабилизацию движений. В пределах таких блоков в современном рельефе развиты зандровые и озерно-ледниковые равнины, происходит интенсивное заболачивание.

Кольцевые структуры выделяются по космоаэроснимкам в районе Заславского водохранилища у д. Камень на западе Минского полигона. Заславская кольцевая структура, как полагают исследователи, имеет тектоническую природу [10]. Этот кольцевой объект в позднем плейстоцене и голоцене испытывал преимущественно нисходящие тектонические движения. Она отражается в современном рельефе обширной котловиной с широким развитием болотного и антропогенного субаквального рельефа. Каменецкая структура может иметь магматогенную природу. Ей соответствует предположительно интрузивный массив основных пород (габбро, габбро-амфиболиты). Каменецкая структура претерпела неотектоническое воздымание амплитудой 80 м [10]. У данной структуры в современном рельефе расположен Ивенецко-Минский моренный массив.

С геодинамическими процессами связана активность **современных экзогенных геологических процессов (ЭГП)**. Наблюдения за развитием ЭГП и выявление тенденций их развития осуществлялось на площади центрального района Минского полигона — территории г. Минска в перспективных границах. Около 26 % территории Минска и его окрестностей подвержено неблагоприятным ЭГП. Тенденции развития геологической структуры и рельефа района практики определяются несколькими ведущими процессами, имеющими наибольшую площадь распространения: склоновой эрозией и аккумуляцией, овражной эрозией, подтоплением и заболачиванием. Другие

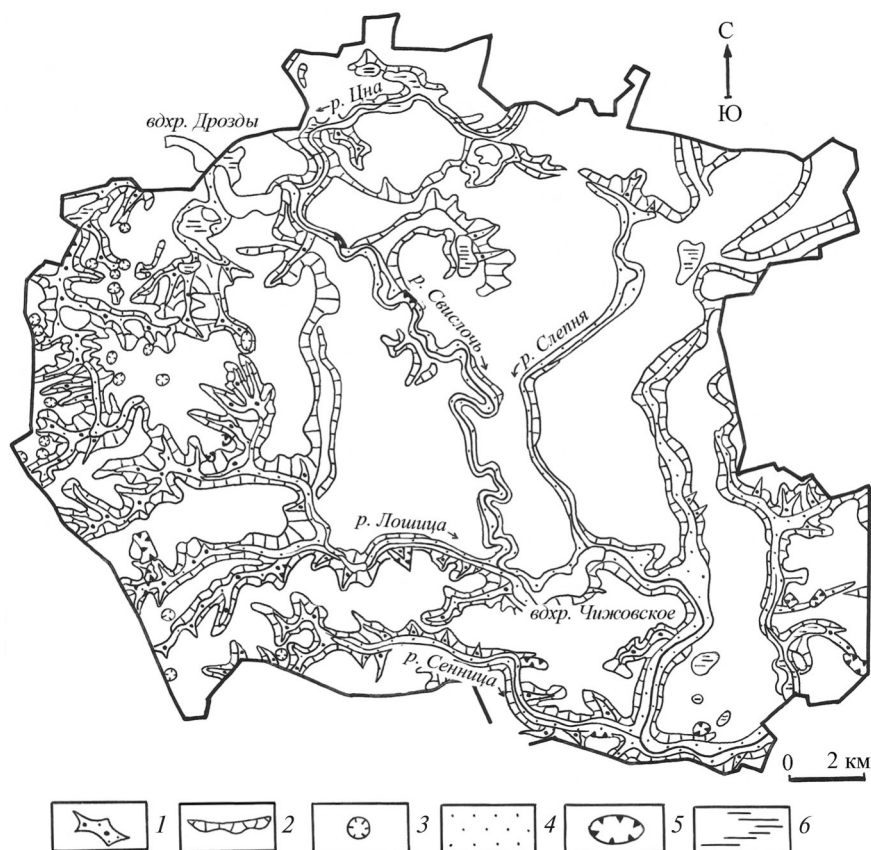


Рис. 18. Схема развития экзогенных геологических процессов на территории г. Минска:

1 — овражная эрозия; 2 — склоновая эрозия и аккумуляция; 3 — суффозионные процессы; 4 — подтопление; 5 — гравитационные и водно-гравитационные процессы; 6 — заболачивание

геологические процессы проявляются лишь на локальных, ограниченных по площади участках (рис. 18).

Структура опасных ЭГП на территории г. Минска и площади их проявления показаны в табл. 4.

Опасность геологического процесса оценивалась по интенсивности протекания, площади распространения и результатов деятельности — образуемых форм рельефа и коррелятных отложений. В качестве количественного показателя оценки интенсивности проявления ЭГП использовался площадной или линейный коэффициент пораженности территории процессом.

Таблица 4

**Структура опасных геологических процессов на территории г. Минска
в границах перспективной городской черты**

Процесс	Степень опасности в масштабах города	Интенсивность проявления, %
Овражная эрозия	опасная	11,0
Склоновая эрозия и аккумуляция	умеренно опасная	57,1
Суффозия	опасная	0,45
Подтопление и заболачивание	опасная	36,0
Речная эрозия, переработка берегов водохранилищ, оползни, обвалы, осыпи	в разной степени опасные	1,25

Овражная эрозия в общей структуре ЭГП занимает 11,0 % (около 3 % территории г. Минска). Наибольшая густота овражности характерна для западных районов города: Масюковщины, Запада-3, Кунцевщины, Красного Бора и Сухарево, а также юго-западных и южных районов Минска: Малиновки, Курасовщины, Сенницы. Это не случайно. Эти районы находятся в пределах развития покрова легкоразмываемых лессовых пород.

Широкое развитие овражной эрозии связано со значительной глубиной расчленения (от 45 до 62 м), неоднородностью рельефа, наличием регионального уклона поверхности к востоку и юго-востоку и развитой гидросетью. В других районах г. Минска овражная эрозия относительно ослаблена. Исключение составляют междуречные пространства Свислочи и Тростянки, Свислочи и Лошицы, придолинные полосы водоразделов вдоль рек, склоны ложбин стока средней крутизны, где глубина расчленения достигает 25—43 м.

Овраги на территории г. Минска имеют различный возраст и находятся на разных стадиях развития. Для западной и южной частей города типичны овраги позднесоожского-позднепоозерского возраста. Это крупные протяженные эрозионные формы с хорошо разветвленной древовидной формой в плане, содержащие многочисленные отвержки нескольких (2—3) порядков. Их длина достигает 8 км, ширина — до 350 м, глубина — 7—12 м. Днища оврагов узкие (50—80 м), плосковогнутые, склоны крутизной 15—35°. Поперечный профиль корытообразный на нижнем и среднем участках и V-образный на верхних участках. Типичны овраги с выработанным вогнутым продольным профилем. В настоящее время рост таких оврагов почти не отмечается или очень слабый.

В западных возвышенных районах г. Минска множество активных оврагов с невыработанным выпуклым продольным профилем (овраги у деревень Тарасово, Дегтяревка, микрорайонов Кунцевщина, Масюковщина, Сухарево и др.). Их скорость роста может достигать от десятков сантиметров до 1,5 м в год. Овраги обладают обширной площадью водосбора, имеют узкие вогнутые днища, способствующие концентрации талых вод. Водосбором для них являются грядово- и холмисто-увалистые флювиогляциальные дельты. В некоторых оврагах есть временные и постоянные ручьи, берущие начало от

родников. Ручьи связаны с оврагами в деревнях Тарасово, Дегтяревка и др. В устьях оврагов, как правило, локализуются делювиально-пролювиальные конусы выноса, достигающие порой внушительных размеров.

Свежие промоины, рытвины и овраги встречаются на обнаженных склонах гряд и холмов в тех же районах и на склонах долин Свислочи, Сенницы, Лошицы, Слоуста, где они спровоцированы в основном сельскохозяйственной деятельностью. В черте города овражная эрозия ослаблена за счет планировки, застройки, асфальтирования, озеленения, оврагоукрепительных работ и т. д.

Склоновая эрозия и аккумуляция. В общей структуре неблагоприятных геологических процессов на долю плоскостного смыва и аккумуляции рыхлого делювиального материала приходится 57,1 %. Пораженность этими процессами территории г. Минска составляет 15 %. В незатронутых градостроительством и сельскохозяйственной деятельностью пригородах Минска с естественными условиями, а также на территории города на участках выровненного рельефа плоскостной смыв минимальный или отсутствует. Однако на пахотных землях у западных, юго-западных, южных и северных районов Минска и на незадернованных склонах речных долин поверхностный смыв и аккумуляция протекают наиболее активно. Здесь развитие этих опасных процессов характерно, главным образом, для склонов гряд-увалов и холмов, ложбин стока и речных долин. Их проявление связано также с региональными особенностями территории: наибольшей приподнятостью районов над уровнем моря и расчлененностью рельефа, распространением легкоразмываемых лессовидных пород, развитием густой ложбинно-балочной сети и др.

Плоскостной смыв проявляется в верхних частях незадернованных склонов крутизной 3—5° и более. Он приводит к удалению верхнего слоя грунта. Склоны покрываются густой сетью микрорусел длиной до 8 м и более, шириной до 0,5 м и глубиной до 0,2 м. Микрорусла располагаются в 0,5—3 м друг от друга и по мере движения вниз по склону переходят в борозды, промоины, а иногда — в овраги. Аккумуляция рыхлого материала обычно происходит в нижних и средних частях склонов и у их подножий. Часто делювиальные осадки накапливаются, образуются делювиальные склоны, плащи и шлейфы мощностью до 1,8 м. Такое происхождение и строение имеют крутые и высокие склоны и присклоновые участки днищ долин рек Свислочь, Лошица, Сенница, крупных ложбин и балок у деревень Тарасово, Кунцевщина и др.

В городе смыв наиболее активен на стройплощадках в районах новостроек, на различных насыпях. Здесь при незначительном развитии задернованности или ее отсутствии величина смыва может возрастать в 10—40 раз.

Речная эрозия в пределах перспективной городской черты имеет ограниченное распространение. Объясняется это тем, что берега Свислочи в большинстве своем укреплены бетонными набережными, а речной сток зарегулирован крупными водохранилищами. Мелкие реки либо канализированы, либо регулируются мелкими водохранилищами. Все же в отдельных местах Свислочь производит разрушительную работу и подмывает вогнутые берега, как, например, в микрорайонах Серебрянка и Шабаны, на участке ниже плотины водохранилища Дрозды.

Суффозионные процессы имеют долю 0,45 % в структуре ЭГП. Суффозия получила распространение в лессовидных породах на относительно возвышенных слабосхолмленных и пологоволнистых поверхностях, главным образом на перспективных для развития города территориях, расположенных к западу и юго-западу от МКАД. Возникновению суффозионных процессов здесь способствуют также значительная мощность (до 4—9 м) и водопроницаемость лессовидных пород, глубокое залегание грунтовых вод. Развитие суффозионных процессов проявляется в химическом растворении карбонатной составляющей, механическом размыве лессовой породы и выносе из нее солей и мельчайших частиц. На территории Минска и его окрестностей эти опасные процессы выражаются на поверхности в образовании суффозионных воронок. Наиболее интенсивно они образуются в кровле лессовидных пород на пологоволнистых или слабохолмистых водоразделах у деревень Дегтяревка, Тарасово и Щемыслица. Здесь суффозионные воронки представляют собой блюдцеобразные понижения округлой или овальной, реже — вытянутой формы диаметром до 50 м, глубиной до 1,5—1,8 м и склонами крутизной до 3—5°. Они встречаются поодиночке либо по несколько (3—5) штук на расстоянии 100—250 м одна от другой. Воронки слабо поглощают воду, в результате чего в них образуются болота и озерки.

Потенциально опасными в отношении развития суффозии являются территории, где залегают лессовидные супеси и суглинки мощностью более 2,5 м. В Минске также локально развита техногенная механическая суффозия. Она проявляется вдоль насыпных трасс, подземных коммуникаций, засыпанных оврагов, вызывая образование воронок, ям, подземных пустот, и являясь одним из самых опасных современных геологических процессов в городе. Суффозия может привести к техногенным авариям.

Гравитационные и водно-гравитационные процессы и явления на территории города развиты весьма ограниченно и составляют в общей структуре опасных ЭГП около 1,25 %. Оползни наблюдаются на склонах долин Свислочи, Сеницы, ложбин стока и балок, особенно у водохранилищ. Много оползней на склонах техногенных форм рельефа: в карьерах, дорожных насыпях, выемках. Оползанию способствуют наличие глинистых пород (моренных, лессовидных, озерных суглинков и тонких супесей) в составе четвертичных отложений и обводненность склонов, речная и балочная эрозия. По величине оползни относительно небольшие, относятся к оползням-обвалам и оползням скольжения. Осыпи и обвалы носят опасный характер по незакрепленным берегам рек, водохранилищ, на крутых склонах оврагов, техногенных насыпей и свалок, на стенках карьеров. Размеры глыб не превышают 1—4 м. У основания и нижних частей склонов осыпи и обвалы образуют небольшие шлейфы с крутизной поверхности до 35° и скоплением глыб.

Абразионные процессы наблюдаются на побережьях крупных водохранилищ, особенно активно они протекают на восточных наветренных берегах Чижовского водоема, где формируются абразионная терраса и уступ высотой до 4—6 м.

На *подтопление и заболачивание* в структуре ЭГП приходится 36,0 %. Данным процессам подвержено около 7,9 % территории города. Подтопление наиболее интенсивно развито у г. п. Ждановичи, в микрорайонах Веснянка, Центральный, Чижовка из-за наличия здесь крупных водохранилищ. Потенциально опасными могут быть и долины малых рек — притоков Свислочи, днища ложбин и балок, где подтоплению, кроме водохранилищ, может содействовать высокий уровень залегания грунтовых вод.

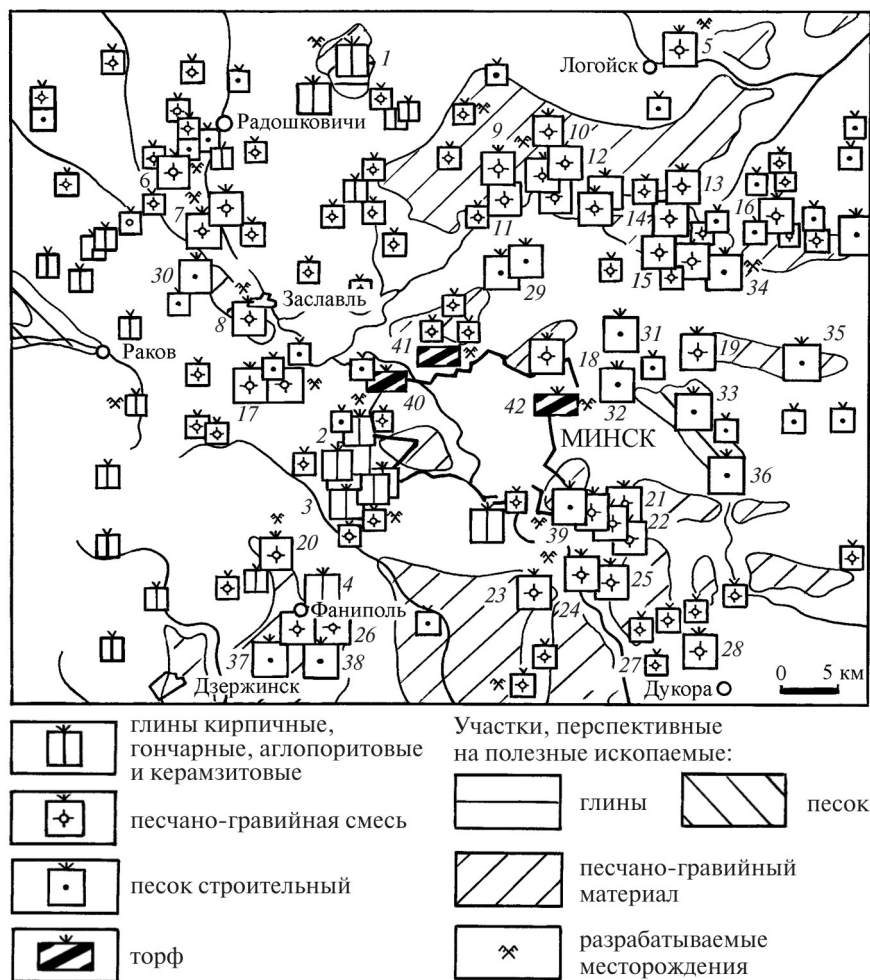
Заболачивание происходит по окраинам города: у д. Ржавец и г. п. Ждановичи в понижениях зандра, в ложбинах и котловинах севернее микрорайона Зеленый Луг, в Уручье, Кунцевщине, Масюковщине, в долинах Свислочи и ее притоков и вокруг малых озер в суффузионных блюдцах, рассмотренных выше. Этому процессу благоприятствуют, кроме климатических условий, замкнутый характер понижений, равнинность территории и избыточное увлажнение. Здесь расположены болота и идет накопление торфа. В недавнем прошлом образование торфа шло и в пределах города, в районе площади Бангалор (Комаровское болото). Сейчас естественное заболачивание в большей части города практически прекращено.

Таким образом, на четверти территории города (около 26 %) в пределах перспективной городской черты имеют место неблагоприятные геологические процессы. Наиболее опасными являются следующие (в порядке вклада в общую структуру): плоскостная эрозия, подтопление и заболачивание, овражная эрозия, суффузионные и гравитационные процессы.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

С Минской возвышенностью, на территории которой проходит геологическая практика, связаны прежде всего месторождения строительных материалов и торфа. Основными среди месторождений полезных ископаемых являются гравийно-песчаные отложения, строительные пески и глинистые породы. Запасы минерально-сырьевых ресурсов распределяются неравномерно по четвертичным отложениям разного генезиса.

Гравийно-песчаные отложения. В горном деле к гравийно-песчаным смесям относятся песчаные породы, содержащие более 10 % обломков размером от 5 до 70 мм. Месторождения гравийно-песчаного материала распространены в пределах развития флювиогляциальных образований. Наиболее крупные их скопления расположены на восточном склоне Ивенецко-Минского массива и на южном склоне Воложинско-Логойско-Докшицкого пояса краевых ледниковых образований (между Заславлем и Логойском). Здесь флювиогляциальные аккумуляции большой мощности замещают по простиранию или перекрывают конечные морены. Известно 39 месторождений с общими запасами более 163 млн м³ (рис. 19). По происхождению месторождения гравийно-песчаной смеси подразделяются на две основные группы: месторождения, приуроченные к отложениям флювиогляциальных конусов выноса и дельт, и залежи, связанные с конечноморенными образованиями.



Крупные значки на карте соответствуют месторождениям с запасами более 1 млн м³, мелкие значки — менее 1 млн м³

Рис. 19. Карта полезных ископаемых четвертичных отложений. Цифра около значка соответствует месторождению глины и суглинков:

1 — Гайдуковка, 2 — Старое Село, 3 — Олышанка, 4 — Фаниполь; песчано-гравийной смеси: 5 — Понизовское, 6 — Радоминское, 7 — Векшицы, 8 — Кирши, 9 — Вяча, 10 — Веснянка, 11 — Минское, 12 — Карпиловка, 13 — Мостище, 14 — Батуринка, 15 — Липники, 16 — Криницы, 17 — Баньковщина, 18 — Уручьевское, 19 — Большая Дубровка, 20 — Черкассы, 21 — Горки, 22 — Забылино, 23 — Конторка, 24 — Дедовская Слобода, 25 — Фелицианово, 26 — Мазуры, 27 — Ясновка, 28 — Заозерье; песка: 29 — Марьялино, 30 — Довжаны, 31 — Королев Стан, 32 — Колодищи, 33 — Водопой, 34 — Высокое, 35 — Верасы, 36 — Волма, 37 — Ружамполь, 38 — Довнары, 39 — Ленинское; торфа: 40 — Масюковское, 41 — Богдановское, 42 — Озерище-I

К первой группе относятся 32 месторождения: Черкассы, Веснянка, Веснянка-2, Векшицы, Крапужино, Кирши, Конторка, Минское и др. Приурочены они к радиальным грядам-увалам, плосковершинным, вытянутым конусообразным холмам, расчлененным ложбинами и имеющим общий наклон поверхности в дистальном направлении. Полезная толща месторождений залегает на напорной конечной или основной моренах, перекрыта чехлом лессовидных пород толщиной до 0,2—4,5 м. Форма залежей гравийно-песчаного материала пластообразная и линзообразная. Их площади могут достигать нескольких десятков квадратных километров. Гравийно-песчаный материал характеризуется хорошей отсортированностью, повышенным содержанием гальки и валунов, выдержанностью мощности на значительных расстояниях, утончением обломков как вверх по разрезу, так и в дистальном направлении. Часто наблюдается переслаивание песчано-гравийных слоев с гравийно-галечными, галечно-валунными и песчаными прослоями мощностью 1,5—3 м. Повсеместно проявляются гляциокарстовые нарушения. Мощность полезного ископаемого изменяется от нескольких до 29 м. Гидрогеологические и горнотехнические условия месторождений в целом благоприятны для разработки их карьерным способом. Запасы по отдельным месторождениям колеблются от менее 1 млн м³ до нескольких млн м³. Самыми крупными по запасам гравийно-песчаных отложений являются месторождения Минское (95 млн м³), Слобода (30 млн м³), Веснянка-2 (13 млн м³) [30]. Гравийно-песчаная смесь пригодна для дорожного строительства, изготовления бетона и строительных растворов.

Гравийно-песчаные отложения второй группы месторождений сосредоточены в центральных частях возвышенности. Они представлены крупными холмами или грядами высотой 15—35 м. Месторождения приурочены к скибовым гляциодислокациям, состоящим из «линз» до 7—15 штук или единичных глыб. Самые значительные залежи — Дубравы, Боярское, Радошковичское, Янушковичи и др.

Размеры разведанных месторождений гравийно-песчаной смеси весьма изменчивы: длина от нескольких десятков метров до 1 км, ширина от нескольких до 350—400 м, а мощность до 25 м. Вскрышей служат моренные супеси, флювиогляциальные или склоновые образования мощностью от первых дециметров до 6 м. Залежи складчато-чешуйчатого строения выделяются изометричностью или относительной протяженностью, небольшой шириной, невыдержанности, часто сильно смяты и засорены включениями моренного и лимногляциального материала. Они имеют наклонное залегание, нередко резко уходят на глубину. Часто песчано-гравийные, песчано-гравийно-галечные отложения сцементированы карбонатным цементом и образуют крупные твердые блоки конгломерата. Запасы отдельных месторождений составляют от 0,2 до 8,3 млн м³. Разрабатываемые месторождения обычно находятся в благоприятных гидрогеологических условиях. Гравийно-песчаный материал пригоден для производства бетона, дорожного строительства и строительных растворов.

Строительные и силикатные пески содержат более 90 % зерен песчаной размерности мельче 5 мм. В пределах района известно восемь месторождений строительного песка. Среди них наиболее крупные: Ленинское месторождение,

Олышанка, Малиновское, Пастух, Высокое, Клыповщина, Рыбцовское, Пашковичи-1 (рис. 19). Приурочены они к надморенным флювиогляциальным отложениям конусов выноса, дельт и зандров, реже — к конечным моренам. Надморенные отложения покрывают пологонаклонные и равнинные участки, расположенные ниже по склону у дистальных подножий конечных морен. Рельеф выражен пологими холмами, слабохолмистыми, волнистыми и плоскими равнинами. В плане залежи имеют лопастную, веерообразную или линейно вытянутую форму. Залегают они на площадях от нескольких до десятков квадратных километров непосредственно под почвенно-растительным слоем или лессовидными отложениями толщиной 1,5—8 м. Мощность песков от нескольких метров до 25—30 м. Такие пески обычно разнородные, содержат линзы и прослои песчано-гравийно-галечного материала, хорошо промыты.

Проксимальные части конусов выноса, дельт и зандров имеют более грубый состав и включения валунов, в дистальном направлении становятся однороднее и мельче. Внутренняя текстура имеет вид субгоризонтальных чередующихся слоев и серий, нередко косослоистых линз мощностью от 3 см до 1 м. Песок имеет полевошпатово-кварцевый состав, содержание фракции $< 0,14$ мм — 1,4—30,4 %, а пылевато-глинистой фракции — 0,2—9,2 % [30]. Химический состав строительных песков чаще всего характеризуется такими показателями: SiO_2 — от 53,0 до 98,7 %; Na_2O — от 0,1 до 7,1 %; SO_3 — от 0 до 3,1 % [28]. Запасы строительных песков промышленных категорий составляют более 24 200 тыс. м³. Пески пригодны для изготовления бетона, штукатурных и кладочных растворов, силикатного кирпича и стеновых блоков. Месторождения Ленинское, Олышанка эксплуатируются ОАО «Нерудпром» Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь и АП «Минский КСИ».

Песчаные отложения конечноморенных образований расположены юго-западнее и южнее г. Минска (месторождения Малиновское, Пашковичи-1). Полезные ископаемые — пески мелкие и средние, с содержанием гравия и гальки до 3—13 %. Мощность вскрыши 0,3—7 м, мощность полезного ископаемого 3—18 м. Полезные ископаемые не обводнены. Запасы составляют 2820—2993 тыс. м³. Пески пригодны для производства бетона, строительных и кладочных растворов и для асфальтобетонных смесей.

Глинистые породы. На территории района используются озерно-ледниковые, лессовидные и ледниковые глины и суглинки. Здесь выявлено более 14 месторождений глин и суглинков. Из этого числа 9 имеют запасы более 1 млн м³, остальные характеризуются сравнительно небольшими запасами сырья (до 500 тыс. м³). В пределах района известно только одно месторождение озерно-ледниковых глин — Гайдуковка, которое является самым крупным в Беларуси. Оно расположено в глубокой замкнутой гляциодепрессии в верховьях р. Удра (восточнее г. п. Радошковичи) и связано с лимногляциальными надморенными отложениями сожского подгоризонта. Месторождение изометричной формы размерами 3 × 3,8 км. Залежь пластообразная с горизонтальным залеганием слоев. Площадь достигает 7,5 км². Вскрыша представлена почвенно-растительным слоем, песками и супесями мощностью 0,2—13 м. Подстилающие породы — тонкозернистые пески, алевроиты и моренные супеси. Озер-

но-ледниковые глины и суглинки бурого, красно-бурого и темно-серого цвета, плотные, жирные, пластичные, карбонатные, вязкие, с алевроитовыми прослойками мощностью 0,01—0,3 м и хорошо выраженной ленточной текстурой. Мощность полезного ископаемого 1,5—26 м. Запасы сырья превышают 25,8 млн м³. Озерно-ледниковые месторождения глины служат для изготовления кирпича, дренажных труб, черепицы, керамических камней и др. На базе месторождения Гайдуковка работает Минское ПО по производству строительных материалов.

Месторождения лессовидных суглинков распространены западнее г. Минска в пределах дистального (подветренного) склона Ивенецко-Минского массива. Разведано восемь месторождений (Олышанка, Антонишки, Озерцо, Фанипольское, Слобода, Малиновка и др.). Залежи залегают с поверхности на сожских образованиях. Названные отложения располагаются на участках с выположенным рельефом, расчлененных балками. Представлены супесями палево-желтыми, тонкими, малопластичными в верхней части и суглинками желто-бурыми, серыми, пластичными в нижней части лессовой толщи. Породы залегают в виде пластообразных тел мощностью от 1 до 12 м. Мощность вскрыши 0,2—1,2 м. Площадь залежей отдельных месторождений превышает 0,7—22 км², а запасы сырья достигают 4—11 млн м³ и более. Лессовидные породы можно использовать для получения аглопорита, изредка — кирпича. Месторождения Олышанка, Сухарево эксплуатировались кирпичными заводами г. Минска, Фанипольское месторождение — комбинатом строительных материалов в г. Фаниполь. В настоящее время месторождения лессовидных глинистых пород не разрабатываются.

В районе практики разведано четыре месторождения моренных суглинков и глин. Они тяготеют к конечноморенным грядам и холмам на севере и западе Минского полигона. Залежи глин и суглинков небольшие, линзо- и гнездообразные, реже — пластообразные. Их мощность изменяется от 1 до 13 м, а площадь составляет от нескольких до 15 га. Сырье залегает на глубинах 0,5—5 м. Полезные ископаемые представлены моренными красно-бурыми суглинками, глинами. Глинистые породы характеризуются значительной изменчивостью гранулометрического состава, присутствием крупных обломков и карбонатных включений, умеренной пластичностью. Сырье пригодно для производства кирпича. Месторождения служат резервной базой промышленности строительных материалов.

Месторождения **торфа** в пределах Минского полигона распространены ограничено из-за высокого гипсометрического положения Минской возвышенности, ее сильной расчлененности и техногенной освоенности. В окрестностях г. Минска на балансе числятся двенадцать месторождений торфа: Богдановское, Маминское, Акопье, Веснинка, Масюковское, Цнянское-Мнишки, Озерище, Озерище-1, Иохимово, Лошица и др. Они приурочены к небольшим заторфованным межхолмным западинам, межгрядовым ложбинам и понижениям среди водно-ледниковых равнин и к долинам р. Свислочь и ее притоков. Залежи торфа связаны с болотами низинного типа, однако встречаются также переходные и верховые торфяники (месторождения Богдановское, Маминское,

Масюковское, Озерище). Площадь месторождений колеблется от 22 до 127 га, а мощность торфа — от 1 до 6 м. Низинный торф осоковый, тростниковый и древесно-тростниковый, переходный — древесно-осоковый, верховой — тростниково-осоковый и тростниковый. Средняя зольность низинного торфа (болото Лошица) составляет 23,8 %, верхового торфа (болото Богдановское) — 2,1 %, средняя степень разложения — 30 и 13 % соответственно. Общие запасы торфа невелики и составляют 5,8 тыс. т. В пределах Минского полигона практически все торфяники уже выработаны на топливо и для удобрения полей. В настоящее время места торфодобычи используются под водохранилища Дрозды, биологический заказник «Лебяжий», пруды-отстойники, переданы гослесфонду или освоены для сельскохозяйственных целей.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ

Горные породы, слагающие поверхность Земли и ее рельеф, имеют свою геологическую историю, они возникают, живут и умирают. Каждый этап развития Земли является уникальным. Длительная эволюция Земли, ее медленное преобразование на протяжении геологического времени сформировали окружающую обстановку, в которой мы живем. Объекты неживой природы Земли сохраняют память о минувшем, записанную как в ее глубинах, так и на поверхности, в породах или рельефе, память, которую можно прочитывать и объяснить. Необходимо помнить, что геологические объекты невозобновляемы и уникальны, даже небольшой вред может привести к их невосполнимой утрате. Поэтому в наши дни выделение и охрана геологического наследия — очень актуальная проблема.

Геологические памятники природы (геосайты) — это уникальные либо наиболее типичные для своего рода образований объекты, имеющие научно-познавательное, эстетическое или рекреационное значение. На территории Минского полигона целенаправленное изучение геологических памятников началось с 1985 г. Основная работа по выделению ценных геологических объектов, их изучению и созданию списка выполнена Институтом геохимии и геофизики НАН Беларуси (Г. И. Горецкий, В. Ф. Винокуров, Э. А. Левков и др.). Важным делом придания геологическим объектам природоохранного статуса и их сохранения занимается Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Для выделения геологических памятников существуют определенные критерии. Прежде всего, памятники неживой природы должны характеризовать все разнообразие геолого-геоморфологических феноменов, давать понимание геологической истории земли на этой территории. Геосайты выделяются репрезентативностью (полнотой) геологической или геоморфологической информации. Немаловажными факторами являются доступность памятника, его современное состояние. Далее под охрану берутся объекты научно-значимые, а также интересные в культурном, просветительном или эстетическом отношении. Особо важны комплексы (узлы) геосайтов. Каждый

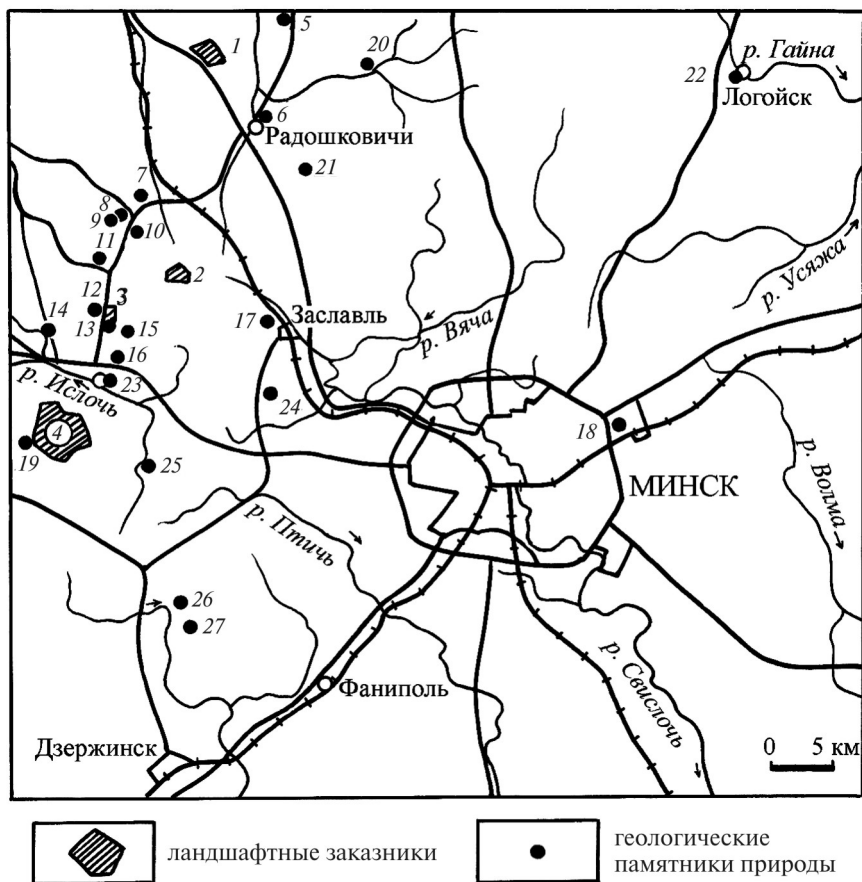


Рис. 20. Схема расположения особо охраняемых территорий и геологических объектов.

Цифрами рядом со значком обозначены ландшафтные заказники природы:

1 — Рукавецкие холмы; 2 — Шаповаловские холмы; 3 — Ложбина Бузуны; 4 — Янук-
вы горы. Геологические памятники природы: 5 — Валун загорский; 6 — Шведская
гора; 7 — Гора Городище; 8 — Девичья гора; 9 — Большой камень новиновский; 10 —
Гора Капланщина; 11 — Большой камень залесский; 12 — Святой камень бузунов-
ский; 13 — Большой камень бузуновский; 14 — Полочанское обнажение; 15 — Боль-
шой камень кучкунский; 16 — Ледниковый конгломерат раковский; 17 — Обнаже-
ние Заславское; 18 — Парк камней; 19 — Чертов камень ратынский; 20 — Святые крини-
цы; 21 — Роговский родник; 22 — Логойский родник; 23 — Родник раковский;
24 — Камень любви; 25 — Тресковщинские родники; 26 — Демидовичские родники;
27 — Юцковский родник

из памятников в таких узлах относится к разному типу и имеет разную степень значимости. Все вместе они могут создавать целостное представление о строении или истории геологического развития территории.

Геолого-геоморфологическая особенность Минского полигона заключается в том, что он находится в пределах Минской возвышенности — самой крупной ледниково-аккумулятивной формы Европы. В число охраняемых попадают геологические и геоморфологические объекты, которые отражают особенности стратиграфии, палеонтологии четвертичных отложений, геоморфологии, минералогии и петрографии, гидрогеологии земли нашего полигона.

Среди памятников Минского полигона выделяются следующие типы:

- стратиграфические — обнажения горных пород, ценные для выделения и изучения стратиграфических единиц: опорные разрезы межледниковых отложений, обнажения ледниковых пород;
- палеонтологические — местонахождения ископаемых остатков растений и животных, которые демонстрируют этапы истории развития органического мира;
- геоморфологические — наземные экзогенные формы рельефа: камы, конечно-моренные холмы, озы, моренные холмы;
- минералого-петрографические — песчано-гравийные и галечные конгломераты, ледниковые валуны;
- гидрогеологические — выходы подземных вод, истоки рек;
- комплексные — памятники, которые относятся к нескольким видам одновременно.

По размерам и назначению охраняемые геолого-геоморфологические объекты в пределах Минского полигона подразделяются на две группы: геологические памятники природы и ландшафтные заказники. По значимости выделяют две категории: памятники республиканского и местного значения. В настоящее время уникальные и наиболее типичные геологические объекты стали основанием для выделения на территории практики 23 геологических памятников и 4 ландшафтных заказников общей площадью около 9 км², что составляет 0,2 % территории (рис. 20).

Пять наиболее уникальных и характерных геолого-геоморфологических памятников — «Парк камней», «Обнажение Заславское», «Девичья гора» имеют статус памятников природы республиканского значения.

В музее «Парк камней» в микрорайоне Уручье-1 у академгородка охраняется более 2 тыс. ледниковых валунов (некоторые из них превышают 2,5 м). Валуны собраны со всей территории Беларуси и размещены по шести тематическим экспозициям: «Карта Беларуси», «Питающие провинции», «Петрографическая коллекция», «Форма валунов», «Камень в жизни человека», «Аллея валунов» [21]. Геологический памятник «Обнажение Заславское» в обрыве коренного берега карьерного водоема недалеко от г. Заславль представляет собой опорный разрез озерных и озерно-болотных отложений муравинского межледниковья.

Глава 4

ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Работа в поле — наиболее важный и ответственный этап учебной практики. В поле студенты приобретают навыки самостоятельного проведения геологических исследований, собирают геологические материалы, знакомятся с работой приборов и инструментов, используемых для полевых работ. Полевые наблюдения осуществляются в форме маршрутных исследований и изучения пунктов геологических наблюдений.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МАРШРУТАХ

Маршруты являются основной формой проведения полевых геологических исследований. Маршрут — это заранее намеченный путь следования, в ходе которого осуществляются непрерывные геолого-геоморфологические наблюдения с целью уточнения на местности геологических границ, сбора данных о выходах на поверхность горных пород, нанесения их на топокарту. Эти данные необходимы для последующего составления геологической и геоморфологической карт.

В условиях полевой геологической практики маршруты разделяются по целям на рекогносцировочные, детального изучения опорных разрезов, ознакомительные и маршруты съемки.

Рекогносцировочные маршруты назначаются для осмотра учебного полигона практики. Цель их — определить обнаженность территории полигона, получить сведения о новых горных выработках, наметить пункты сбора и пути движения к геологическим объектам, а также топографические ориентиры на местности.

Геолого-экскурсионные маршруты проводятся с целью ознакомления с геологическими достопримечательностями района практики.

Цель маршрутов детального изучения опорных разрезов — научиться расчленять и сопоставлять разрезы, описывать условия залегания горных пород, рельеф, полезные ископаемые, современные геологические процессы и др. Студенты осваивают технику полевых работ, учатся вести полевой дневник и составлять полевую геологическую карту, приобретают навыки выполнения зарисовок в дневнике, отбора образцов, остатков флоры и фауны и др.

Ознакомительные маршруты проводятся по наиболее типичным геологическим объектам и выразительным формам рельефа района практики. Собранный на этих маршрутах полевой материал помогает более глубокому пониманию геологического строения района практики.

Маршруты геологической съемки предназначены для прослеживания на местности в пределах эталонных, хорошо открытых участков геологических

границ. По результатам маршрутов членами бригады составляется полевая геологическая карта.

Каждый маршрут готовится заранее, до выхода в поле [15]. Руководитель практики доводит до студентов цель маршрута и его протяженность, средства передвижения, вероятные пункты геологических наблюдений, уточняет экипировку и необходимое маршрутное оборудование. В зависимости от того, как далеко от лагеря находятся объекты, маршруты делятся на короткие (до 20 км) и протяженные (свыше 40 км). Короткие маршруты осуществляются пешком, а протяженные — с использованием транспорта (электропоезд или автобус). Если до геологического объекта невозможно добраться только транспортом или пешим ходом, применяются комбинированные маршруты. Каждый маршрут проводится в течение одного рабочего дня, с обязательным возвращением в лагерь. Геологические объекты для каждодневного изучения выбираются на различном расстоянии от лагеря, чтобы короткие и протяженные маршруты чередовались между собой.

Экипировка студента включает полевую одежду, которая должна соответствовать погодным и геолого-геоморфологическим условиям (удобная просторная одежда и обувь, головной убор, средства защиты от дождя, миниковрик и т. п.), а также полевой дневник, карандаш, резинку, ручку. При подготовке к маршруту бригада получает топографическую карту полигона, горный компас, лопаты, рулетку, сита и мешочки для отбора образцов, аптечку, рюкзак.

За период практики проводится пятнадцать маршрутов: один (или первый) — рекогносцировочный, семь — детального изучения опорных разрезов, пять — ознакомительные, один — геолого-экскурсионный и один — маршрут полевой геологической съемки.

Как правило, маршруты имеют целевое назначение и совершаются на геологические объекты для решения определенной задачи. Нередко выполняются комплексные маршруты, когда одновременно студенты ведут наблюдения над несколькими геологическими объектами или процессами. Все маршруты выполняются под руководством преподавателя. Примерная программа полевого этапа геологической практики на Минском полигоне приведена в табл. 1.

Студенты отмечают данные маршрутных исследований на бригадной топографической карте и в своих личных дневниках. Описание начинается с указания в полевом дневнике даты, маршрута с порядковым номером, основных пунктов, через которые предполагается прохождение маршрута. В начальном пункте топографическая карта ориентируется (с помощью горного компаса, путем сличения с местностью или по направлениям на местные предметы) относительно сторон света; выбирается правильное направление и наиболее удобный путь первого отрезка маршрута и начинается движение к поставленной цели (к обнажению, ближайшей высокой гряде и т. д.) [15]. Пункты геологических наблюдений с их порядковыми номерами наносятся на топокарту. Определенной раскраской или штриховкой контура каждой точки показывают вид проводимых на ней наблюдений.

Местность вдоль пути следования описывается на расстояние, доступное визуальному наблюдению. По ходу маршрутов отмечаются литолого-страти-

графические и геоморфологические границы, обращается внимание на характерные формы рельефа, обнажения, проявления полезных ископаемых и современных геологических процессов. В случае повторения уже изученных геологических объектов студенты учатся умению быстро их распознавать.

После окончания маршрута проводится анализ изученных объектов. На топографической карте уточняется линия пройденного пути, показывают виды проведенных исследований в пунктах наблюдений и др. В личных дневниках корректируются зарисовки и записи.

ДОКУМЕНТАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Виды пунктов геологических наблюдений. В ходе работ на маршрутах студенты проводят свои наиболее важные исследования на точках наблюдений: обнажениях, шурфах, эталонных формах рельефа и др. Обнажениями называются участки выходов на дневную поверхность горных пород из-под почвенного слоя. Обнажения разделяются на естественные и искусственные.

Искусственные обнажения, или горные выработки, сформированы в результате деятельности человека. Это карьеры, котлованы, расчистки, ямы, выемки, канавы и т. д. В условиях техногенно-преобразованного Минского полигона искусственные обнажения составляют большую часть точек геологических наблюдений. Студенты сами выкапывают шурфы, производят расчистки для получения искусственных обнажений.

Естественные обнажения на территории практики можно найти только в уступах пойм речных долин и в оврагах.

В пределах Минского полигона развиты также опорные обнажения, в которых можно наблюдать большой стратиграфический интервал разреза без перерывов, несколько слоев, отличающихся достаточным содержанием органических остатков, четкими границами с подстилающими и перекрывающими образованиями и определенным стратиграфическим положением.

Правила полевой документации. Основными видами документации полевых геологических наблюдений в маршрутах являются: записи и зарисовки в полевой книжке, составление карты фактического материала и фрагмента полевой геологической карты, фотографирование геологических объектов.

Ведение полевых записей. В начале маршрутного дня на правой странице полевой книжки ставится дата, под ней пишется номер маршрута и пункты его прохождения. Этот заголовок следует отделить от общего описания пробелом или подчеркиванием.

Ниже заголовка указывается порядковый номер и адрес точки наблюдения с обязательной привязкой к населенным пунктам и постоянным элементам рельефа. Далее описываются слои, вскрываемые в данном обнажении: сверху — вниз или наоборот. Каждый слой обозначается цифрой и описывается с красной строки. На левом поле правой страницы напротив каж-

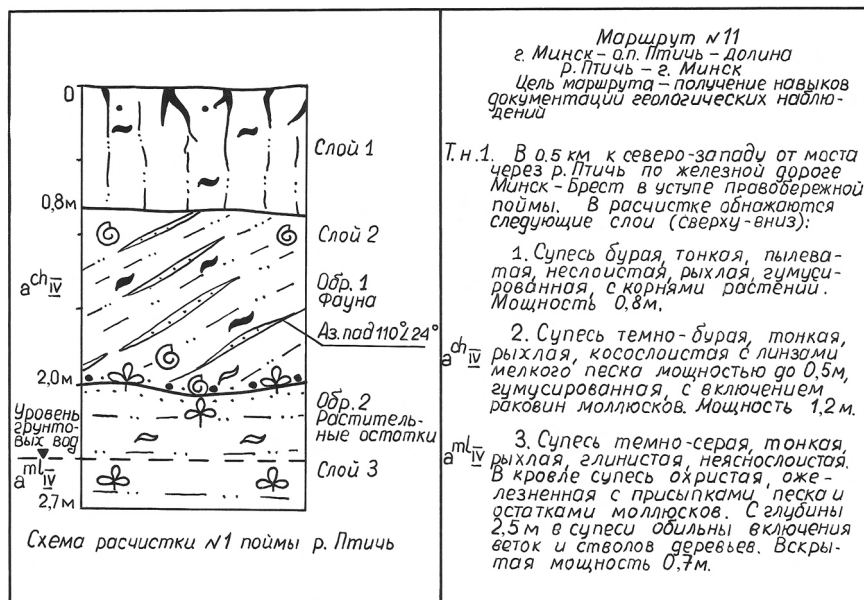


Рис. 21. Образец заполнения полевой книжки

дого слоя желательно указать происхождение и возраст горных пород буквенно-цифровыми индексами, принятыми в геологии. В случае опробования слоя таким же образом против него записывают вид анализов и порядковые номера образцов (рис. 21).

Зарисовки выполняются на левой странице полевой книжки против описания горных пород. Они служат для подчеркивания наиболее существенных признаков геологического объекта и выполняются с натуры. По полноте изображения рисунки разделяются на: 1) схемы — упрощенные изображения, передающие самые важные детали; 2) наброски — абрисы главных контуров объекта и 3) детальные рисунки, на которых объект показывается полностью со всеми подробностями. В поле зарисовки чаще всего представляют собой графические схемы и наброски, реже — рисунки-копии с натуры.

При рисовании с натуры геологических объектов следует соблюдать определенные правила [33]. Рисунок выполняется в одинаковых горизонтальном и вертикальном масштабах, т. е. должен объективно отражать видимую натуру. Масштаб или размеры проставляются у рисунка. Рисунок должен быть ориентирован в пространстве. Каждое изображение снабжается подрисуночной подписью с лаконичным пояснением его содержания.

В полевых условиях чаще всего приходится зарисовывать обнажения горных пород, выраженность геологических объектов в рельефе, контакты

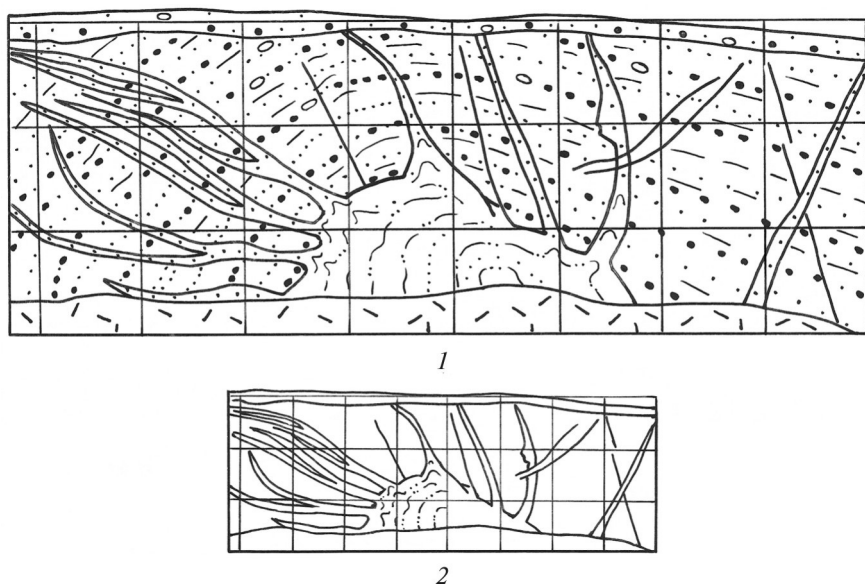


Рис. 22. Последовательная зарисовка геологического обнажения:
1 — разметка квадратной сетки; 2 — прорисовка граней слоев и прослоев

между слоями и т. д. Зарисовку обнажения лучше делать по направлению падения пластов, так как данный рисунок отражает большее количество особенностей объекта. Последовательность зарисовки геологического объекта:

1. Расположить рамку рисунка посередине листа, учитывая форму и размеры обнажения. Если разрез вытянут по вертикали, рисунок размещается по длине листа, а вытянутый по горизонтали — по ширине.

2. Выбрать вертикальный и горизонтальный масштабы, лучше одинаковые. Для этого необходимо объект зарисовки разбить на сеть квадратов, обозначив их границы острым предметом на поверхности обнажения. Рамку рисунка размечаем на квадраты, количество которых должно соответствовать квадратам, нанесенным на обнажении.

3. Используя квадраты, прорисовать контуры обнажения и границы пластов и прослоев.

4. На пласты нанести литологический состав отложений в условных обозначениях. Пронумеровать каждый пласт в соответствии с описанием в дневнике. Отметить места замеров и значения элементов залегания, точки отбора образцов и их номера, возрастные индексы.

5. Убрать карандашной резинкой рамку с квадратами, отметить ориентировку разреза и показать линейный масштаб (рис. 22).

Для рисования в поле можно использовать и другие способы (рис. 23).

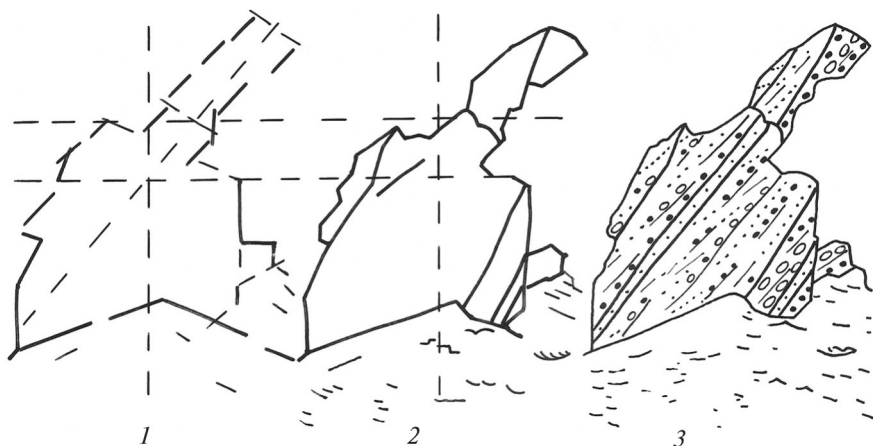


Рис. 23. Выполнение зарисовки глыбы конгломерата по опорным линиям: 1 — разметка опорных линий; 2 — рисовка контуров объекта; 3 — рисовка деталей

Фотографирование геологических объектов является обязательным. Фотографии отражают мельчайшие детали структуры и текстуры горных пород, дополняют геологические рисунки. Для получения фотографий обнажений и рельефа лучше использовать цифровые камеры «Canon», «Nikon», «Sony», пригодны также фотоаппараты «Зенит» и «Киев».

С помощью фотосъемки получают крупномасштабные и панорамные снимки. Прежде чем сфотографировать, обнажение следует расчистить от осыпи. Удалить лишние предметы в виде свисающих корней, веток и упавших стволов деревьев; установить для масштаба предмет, размер которого известен, — лопату, горный компас или геологический молоток и т. д. Для фотодокументации очень интересных природных объектов пленочными камерами требуется сделать несколько (2—3) снимков различного масштаба. Геологические обнажения, заложенные на положительных формах рельефа, лучше фотографировать снизу, а на отрицательных — сверху. Панорамные фотографии получаются хорошо, если снимать с вершинных точек рельефа.

Составление карты фактического материала. Карта фактического материала составляется на бригадной топографической основе в маршруте. На карту наносят все точки наблюдений. Рядом с точками наблюдений подписывается их порядковый номер, такой же как в полевой книжке. Места наблюдения различных геологических объектов изображаются особыми значками. Например, квадратом обводятся карьеры, ромбом — шурфы, кружком — природные обнажения, треугольником — точки наблюдения рельефа.

Родники, колодцы обозначаются условным знаком «р» и т. д. Рядом отмечаются места находок остатков фауны и флоры. Кроме точек наблюдения на карте обозначается линия геологического разреза с буровыми скважинами и их номерами. Знаки на карте не должны превышать 3 мм. Окончательная карта фактического материала вычерчивается в камеральный этап.

Ведение полевой геологической карты. Полевая геологическая карта на практике составляется для ознакомления студентов с геологическим картографированием. Студенты должны освоить лишь непреложные правила полевой геологической работы по ведению карты, необходимые для практики по геологической съемке и картографированию на втором курсе.

Для геологического картографирования выбирается локальный участок полигона с хорошей обнаженностью горных пород. Удобны площадки размещения новых микрорайонов в перспективных границах г. Минска. Карту выполняют на бригадной топооснове крупного масштаба. Полезно также использовать аэрофотоснимки того же масштаба.

Основными объектами полевого геологического картографирования являются фации, вещественный состав и возраст четвертичных отложений. Проводится анализ строения покровных отложений в обнажениях, изучается их выражение в рельефе. В поле необходимо разобраться в структуре покровных отложений, выделить участки распространения пород различного литологического состава, оценить их площадь и границы в плане, установить связь с рельефом. На карту наносят точки наблюдения с номерами, литологический состав отложений по линии маршрута и в точках наблюдения, выделенные геологические границы. Оконтуривают генетические типы отложений: ледниковый, водно-ледниковый, флювиальный, биогенный и др. Границы между различными генетическими типами наносят сплошной линией карандашом с учетом площадного распространения отложений, рисовки горизонталей рельефа или по аэрофотоснимкам. В пределах установленных генетических типов оконтуриваются отдельные фации, которые различаются по структурно-текстурным признакам отложений и форме поверхности. Фациальные границы показываются точечной линией. В соответствии с легендой выделенные контуры генетических типов раскрашиваются цветными карандашами. При этом используется цветовая гамма, принятая для тех или иных типов отложений. С помощью штриховки и точечных знаков изображается вещественный состав горных пород в контурах фаций. Происхождение и возраст пород показывается буквенно-цифровыми индексами, а техногенных грунтов — штриховкой. Если имеется геологический разрез и скважины, то их тоже наносят на карту.

На маршрутах бригадная геологическая карта проверяется и дополняется. Внемасштабными значками на нее наносят элементы залегания пород в точках наблюдения, местонахождения остатков фауны и флоры, проявления и местонахождения полезных ископаемых. Крупные карьеры, отвалы и свалки показывают в масштабе карты.

Окончательное оформление полевой геологической карты предусматривает проведение всех ранее выделенных границ, линий, знаков, рамки черной или цветной тушью. Внутри рамки сверху обозначаются стороны света, а внизу — масштаб карты. Под рамкой или справа от нее располагается легенда. В легенде все условные обозначения группируются на стратиграфические, генетические, фациальные, литологические и прочие. Под картой с легендой необходимо подписать заголовок, фамилию автора, номер бригады.

ИЗУЧЕНИЕ ПУНКТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

В поле на обнажениях горных пород выполняется следующая работа. Делается привязка геологического обнажения и составляется его адрес. Производится рекогносцировочный осмотр пункта, расчистка обнажения. Толща пород расчленяется на пласты; описывается каждый выделенный пласт. Отбираются образцы горных пород, ведутся поиск, сбор и описание ископаемых остатков растений и животных. Измеряются элементы залегания галек, слоистости. Документируются гляциодислокации. Выполняются зарисовки и фотографирование, контрольный осмотр изученного обнажения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ПУНКТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Все исследуемые пункты геологических наблюдений подлежат **топографической привязке**. Она заключается в определении планового положения данного пункта на местности. Пункт наносится на карту условным знаком с порядковым номером, под которым он значится в полевой книжке. Определяются абсолютные высоты нанесенной точки. Составляется словесный адрес привязанной точки, который записывается в начале полевой книжки.

Определение места расположения пункта производится глазомерным и инструментальными способами. В ходе практики обычно применяется глазомерная привязка пунктов. Она выполняется с использованием топографической карты (аэрофотоснимка) и горного компаса. Существует несколько глазомерных способов привязки [15].

Первый способ — это сличение топографической карты с местностью до отыскания местоположения пункта на карте.

Второй — осуществляется промер расстояния до хорошо заметного ориентира. Топографическая карта с помощью горного компаса ориентируется по странам света. На ориентированную карту накладывается линейка так, чтобы ее грань прошла через условный знак ориентира на карте. При неизменном положении ориентированной карты поворачиваем линейку до положения, когда продолжение ее грани пройдет через ориентир на местности. На карте простым карандашом наносится тонкая линия. По этой линии в масштабе карты измеряется расстояние от ориентира до пункта наблюдения, и точка будет указывать его местоположение. Если от пункта наблюдения до ориентира на местности расстояние небольшое, его промер определяется с помощью рулетки или шагами.

Вести привязку можно также методом засечек. В окрестностях пункта наблюдения выбираются три хорошо видных ориентира, обозначенных на карте. Они должны служить вершинами треугольника с углами не менее 30° или больше 150° . С помощью горного компаса определяются азимуты от точ-

ки наблюдения на каждый ориентир. На сориентированной карте прочерчиваются линии обратных азимутов, отличающихся на $\pm 180^\circ$ от замеренных азимутов. Место пересечения этих трех линий на карте будет указывать положение привязываемого пункта.

Абсолютные высоты точки на карте определяются по горизонталям. Относительные превышения устанавливаются сравнением с собственным ростом, горизонтальным визированием с использованием горного компаса или ватерпаса и по горизонталям карты. Точность привязки пункта наблюдений должна быть не менее 0,4 % от знаменателя масштаба, а по высоте — не более высоты сечения горизонталей.

Адрес пункта геологических наблюдений — словесное описание в полевой книжке местонахождения его на местности. Он составляется в поле на пункте наблюдения. Описание местоположения точки наблюдения должно быть понятным и подробным, чтобы ее можно было быстро найти на местности. В адресе указывают расположение пункта на местности относительно хорошо заметных ориентиров (триангуляционного пункта на вершине холма, моста через реку, церкви и т. д.). Отмечают расстояние пункта от соседнего, ранее изученного. Записывают абсолютные отметки и превышение пункта относительно соседних понижений, тальвега ложбины или уровня ближайшей реки, озера и др. Производят краткое описание формы рельефа и дают лаконичную характеристику горной выработки.

Рекогносцировочный осмотр пунктов геологических наблюдений. Перед началом описания обнажения необходимо его обойти и осмотреть, чтобы получить общее представление о горной выработке, ее размерах, способе разработки, обнаженных породах. Во время осмотра преподаватель со студентами выбирают места, наиболее удобные для геологических исследований. Обычно выбирают протяженные свежие выходы горных пород. Анализируется доступность для изучения и степень опасности работы на выбранной стенке, принимаются меры, обеспечивающие безопасное проведение работ, намечаются пути безопасного передвижения и составляется план проведения наблюдений на данном объекте.

В случае наличия оплывин, маломощных осыпей и других мешающих наносов проводится **расчистка обнажения** для удобства. Обнажения расчищаются лопатой сверху вниз. Расчищающий должен находиться вверху и сбоку от трассы движения сбрасываемых масс грунта. Остальные члены бригады наблюдают за ним на безопасном расстоянии, откидывают лопатами сброшенные обломки горных пород в стороны от основания обнажения.

ПОЛЕВОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Выделение геологических тел в обнажениях. Прежде чем начать детальное описание обнажения, осуществляется его осмотр и предварительно выделяются основные геологические тела — пласты, слои, пачки, линзы, конкреции и другие литолого-стратиграфические подразделения разреза, намеча-

ются их границы. Расчленение разреза на эти подразделения производят, находясь от обнажения на расстоянии, позволяющем зрительно охватить весь выход горных пород. Этот прием дает возможность установить наиболее четко обособляющиеся тела, отметить главные особенности условий их залегания. Выделенные границы между геологическими телами закрепляются на поверхности обнажения колышками, линейными тонкими бороздами и др.

Описание горных пород, слагающих геологические тела. На территории Минского полигона распространены осадочные, магматические и метаморфические горные породы. Осадочные горные породы имеют повсеместное развитие, покрывая район практики сплошным мощным чехлом. Магматические и метаморфические породы в полевых условиях полигона встречаются исключительно в обломках в четвертичной толще. Исследователю горных пород здесь главным образом приходится иметь дело с осадочными породами.

Полевое описание **осадочных пород** проводится по следующему плану [15; 33]. Сначала указывается название породы. Затем отмечаются цвет породы, ее структура, т. е. размер и форма зерен, однородность, разнородность. Характеризуется текстура, т. е. расположение зерен. Отмечается состав; для обломочных пород — отдельно состав обломков и состав цемента. Далее следует рассмотреть физические свойства пород — пористость или плотность, трещиноватость и др. В заключение описываются включения, вторичные изменения и прочие признаки.

Название породы. Для определения осадочной горной породы устанавливают состав осадка. Смотрим, состоит ли порода из обломков горных пород и минералов, глинистых минералов, органогенного вещества или продуктов химических реакций. По составу слагающих компонентов породу относим к обломочной, глинистой, органогенной или хемогенной разновидности. Среди осадочных пород района практики преобладают обломочные и глинистые.

Обломочные горные породы подразделяются по величине и форме слагающих обломков на ряд групп (табл. 5). Размеры обломков можно определить с помощью рулетки, линейки, набора сит определенных размеров, миллиметровой бумаги или диаграмм (рис. 24).

Название породы дается по преобладанию (более 50 %) зерен определенной фракции. Остальные фракции — примеси. Например, если в породе 70 % крупнозернистого песка и до 30 % гравия, то породу называют песком крупнозернистым с примесью гравия. Если в породе ни одна из фракций не превышает 50 %, ее называют смесью [6]. Так, при содержании в породе 40 % гальки, 35 % гравия, 25 % песка она называется песчано-гравийно-галечной смесью. Преобладающая фракция ставится в конец названия.

При выделении среди песчаных и алевритовых пород разностей по зернистости придерживаются границы более 50 %. Если содержание зерен определенной размерности менее 50 %, то породу называют разнородной. Одновременно с названием указывается наиболее распространенная фракция, например, «песок разнородный». К чистым пескам или алевритам относят породы, содержащие не более 10 % примесей. Наличие примеси до

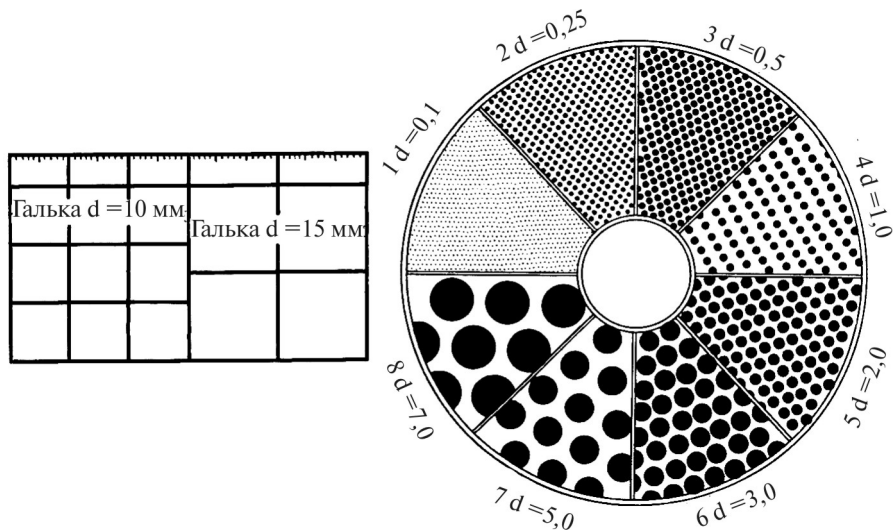


Рис. 24. Диаграмма для полевого определения размера зерен, в мм
(по М. М. Васильевскому)

40 % или 50 % отражается в добавлении к названию породы прилагательного: алевритовый. Иногда для разных содержаний примесей используются определенные окончания прилагательных. Так, при содержании второстепенного компонента от 10 до 25 % употребляется прилагательное с окончанием -истый: гравелистый песок, алевритистый песок, а при содержании от 25 до 40 % — с окончанием -ый — алевритовый песок.

В песчано-глинистых смесях выделяют такие породы, как: песок глинистый (содержит до 10 % частиц диаметром менее 0,01 мм), супесь (10—30 %), суглинок (30—50 %), глина песчаная (50—60 %), глина (60—80 %) и глина жирная (более 80 %) (табл. 6). Для определения песчано-глинистых смесей рекомендуются простейшие приемы, выработанные практикой [12]. Глинистый песок — рыхлая порода, при растирании на пальцах остаются глинистые частицы. Супесь — связная порода, при естественной влажности из нее можно изготовить цилиндрок толщиной в палец. Суглинок в состоянии естественной влажности можно скрутить в колечко толщиной с палец, при растирании его с водой на стекле остается много песчинок. Глина песчаная — при таком же растирании на стекле остаются единичные песчинки; глина жирная — на стекле не остаются песчинки. В четвертичной толще выделяют разновидности этих смешанных пород: суглинки и супеси валунные, содержащие значительную часть валунов; супеси и суглинки грубые, имеющие включения песчаного, гравийного и галечного материала, суглинки и супеси лессовидные — похожие на лесс, но отличающиеся большей глинистостью, присутствием крупнозернистого материала, слоистостью и т. д.

Классификация обломочных частиц по размеру

Группы пород	Наименование				Размеры обломков, мм
	окатанные		остроугольные		
	рыхлые	цементированные	рыхлые	цементированные	
Грубообломочная (псефиты)	Глыбы		Глыбовые брекчии		> 1000
	<i>Валунник</i>	<i>Валунный конгломерат</i>	<i>Отломник</i>	<i>Брекчии</i>	
	крупный	крупновалунный	крупный	крупнообломочные	1000—500
	средний	средневалунный	средний	среднеобломочные	500—250
	мелкий	мелковалунный	мелкий	мелкообломочные	250—100
	<i>Галечник</i>	<i>Галечный конгломерат</i>	<i>Щебень</i>	<i>Брекчии</i>	
	крупный	крупногалечный	крупный	крупнощебневые	100—50
	средний	среднегалечный	средний	среднещебневые	50—25
	мелкий	мелкогалечный	мелкий	мелкощебневые	25—10
	<i>Гравий</i>	<i>Гравийный конгломерат</i> (гравелиты)	<i>Дресва</i>	<i>Дресвяники</i>	
крупный	крупногравийные	крупная	крупнодресвяные	10—5	
средний	среднегравийные	средняя	среднедресвяные	5—2,5	
мелкий	мелкогравийные	мелкая	мелкодресвяные	2,5—1	
Песчаная (псаммиты)	<i>Песок</i>	<i>Песчаники</i>			
	крупный	крупнозернистые			1—0,5
	средний	среднезернистые			0,5—0,25
мелкий	мелкозернистые			0,25—0,1	
Алевритовая (алевриты)	<i>Алевриты</i>	<i>Алевролиты</i>			
	крупные	крупноалевритовые			0,1—0,05
	средние	среднеалевритовые			0,05—0,025
мелкие	мелкоалевритовые			0,025—0,01	
Глинистая (пелитовая)	<i>Глины</i>	<i>Аргиллиты</i>			
	крупнопелитовые				0,01—0,001
	мелкопелитовые				< 0,001

Среди глинистых пород в поле могут быть выделены собственно глины, песчаные глины, аргиллиты и др. Если при смачивании водой породы размокают, становятся пластичными и легко скатываются в гибкий шнур, то это глины. Песчаные глины менее пластичны. Аргиллиты, глинистые сланцы в воде не размокают и почти всегда встречаются в виде оскольчатых обломков. Первоначальное название глинистых пород может быть уточнено после изучения гранулометрического состава. Обломочные породы смешанного состава (песчано-алевритно-глинистые) можно установить по содержанию песка, алеврита, глины и степени (числу) пластичности (см. табл. 6).

Классификация смешанных песчано-алеврито-глинистых пород [22]

Число пластичности (для рыхлых пород)	Содержание частиц, %			Породы		
	< 0,005 мм глина, %	0,005— 0,05 мм алеврит	0,05— 1,0 мм песок	рыхлые	сцементированные	метаморфизованные
> 22	> 30	Больше	Меньше	Алевритовая глина	Алевритовый аргиллит	Сланец глинистый алевритовый
	> 30	Меньше	Больше	Глина	Аргиллит	Глинистый сланец
22—10	20—30	Больше	Меньше	Суглинок тяжелый алевритовый	Песчаный аргиллит-алевролит	Песчаный аргиллит-алевролитовый сланец
	20—30	Меньше	Больше	Суглинок тяжелый	Алевритовый аргиллит-песчаник	Алевритовый аргиллит-песчаник
	10—20	Больше	Меньше	Суглинок легкий алевритовый	Глинистый песчаник-алевролит	Глинистый песчано-алевритовый сланец
	10—20	Меньше	Больше	Суглинок легкий	Глинистый алеврито-песчаник	Глинистый алеврито-песчаник
10—0	10—5	Больше	Меньше	Супесь алевритовая	Глинисто-песчаный алевролит	Глинисто-песчаный алевритовый сланец
	10—5	Меньше	Больше	Супесь	Глинисто-алевритовый песчаник	Глинисто-алевритовый песчаник
	< 5	Больше	Меньше	Песчаный алеврит	Песчаный алевролит	Песчаный алевритовый сланец
	< 5	Меньше	Больше	Алевритовый песок	Алевритовый песчаник	Алевритовый песчаник

Название хемогенных и органогенных пород определяется при изучении диагностических признаков: формы залегания, цвета, горючести, объемного веса, пористости, органических остатков и др. В условиях полигона выделяются пласто-, линзообразные залежи (торф, сапропелит), конкреции и стяжения

(железистые и марганцевые породы), гальки и валуны карбонатных, кремнистых, глиноземистых и других пород в ледниковых образованиях. Далее можно придерживаться следующего порядка полевой диагностики осадочных пород [33]. Сначала определяют, горючая (торф, сапропель, сланец) или негорючая порода. Из последних пород выделяют тяжелые, например оксидные руды, и легкие породы: диатомиты, трепела, опоки и др. Легкие породы обычно имеют светлую окраску и высокую капиллярную пористость, липнут к языку. С соляной кислотой они не вскипают, в воде не размокают.

При полевом определении и наименовании пород обычного веса применяется опробование соляной кислотой. По бурному вскипанию можно выделить известняки, мергели и другие известковые породы. По слабой реакции с кислотой определяются доломиты и слабоизвестковистые породы. Железистые и марганцевые породы выделяются по сложению — конкреционная и бобовая морфология у железистых пород и землистая структура у марганцевых; по окраске — желто-бурой и черной соответственно — и по маркировке: марганцевые породы. Кремнистые скрытокристаллические породы различаются цветом, формой обломков: светлые и темно-серые желваки — кремни; яркие красные, коричневые, зеленые, часто слоистые обломки — яшмы. При визуальном определении названий карбонатных и кремнистых пород можно пользоваться схемой (табл. 7).

Цвет осадочных пород может быть пятнистым, по слоям, быстromeняющимся или равномерным. В случаях, когда окраска устойчивая, она становится коррелятивным признаком и используется в литостратиграфии. Окраска отложений определяется цветом минералов, образующих породу, цветом примесей и цемента, цветом тончайшей корочки, обволакивающей зерна минералов.

В поле нужно определить, какую природу имеет окраска — первичную или вторичную, возникшую на стадии катагенеза. Происхождение окраски выясняют путем сравнения цвета внешней выветрелой поверхности породы и внутренней невыветрелой ее части по свежему излому. Цвет породы определяется в сухом состоянии. Если в породе носителем цвета являются минералы материнских пород, то окраска породы первичная. Примерами подобных пород являются белые кварцевые пески, черные ильменитовые пески, красные гранатовые пески. Она первичная и у плотных, относительно водонепроницаемых пород. Также первичная окраска может быть сингенетической, т. е. обусловлена цветом цемента или окраской аутигенных минералов, возникающих при осадконакоплении и диагенезе: зеленые глауконитовые пески, черные углистые аргиллиты.

Признаками вторичности окраски являются пятнистое распределение и несогласованность со слоистостью, зональность изменения в одной и той же литологической разновидности породы. Примерами вторичной окраски песков являются ржавая окраска за счет разложения железосодержащих минералов, черная и темно-серая окраска за счет выпадения CaCO_3 . Серый и темно-серый цвета придает также примесь органического вещества.

Таблица 7

Визуальное определение осадочных горных пород в полевых условиях

Породы	Состояние породы	Реакция с HCl	Характерные признаки	Название
Карбонатные	Рыхлые	Вскипают	Органогенная порода, раковины в большом количестве, частицы > 1 мм, в воде не размокает	Известняк-ракушечник
			Легкая пористая порода с порами различных размеров и формы	Известковый туф
			Белая, пористая, растрескивается в руках, пищет, размокает в воде	Мел
			Серая, тонкозернистая, плотная, с раковистым изломом, на месте реакции с HCl остается глинистое пятно. В воде слабо размокает	Мергель
	Сцементированные		Порода зернистого строения, плотная. Состоит из зерен разного размера. В воде не размокает	Известняк перекристаллизованный
			Органогенно-обломочная порода, состоит из целых раковин и их обломков. В воде не размокает	Известняк органогенно-обломочный
			Порода состоит из обломков раковин. В воде не размокает	Известняк детритовый
			Органогенная порода решетчатого или трубчатого строения, в воде не размокает	Рифовые известняки
			Порода состоит из мелких шарообразных скоплений кальцита	Известняки хемогенные
		Вскипают в порошке	Желтого или серого цвета, плотные, кавернозные. В воде не размокают и не распадаются	Доломиты

Продолжение табл. 7

Породы	Состояние породы	Реакция с HCl	Характерные признаки	Название
Кремнистые	Сцементированные	Не вскипают	Светлые, легкие, тонкопористые породы, прилипают к языку. В воде не размокают и не распадаются	Диатомиты
			Серые, беловато-серые, белые породы, очень легкие, напоминают каолин и мел. В воде не размокают	Опоковидные породы
			Темно-серые и черные плотные и твердые с раковистым изломом, встречаются в виде конкреций	Кремни
			Крепкие полосчатые, пятнистые породы различной окраски с раковистым изломом	Яшмы
Каустобиолиты	Рыхлые	Вскипают	Буро-черная порода, пористая или плотная из разложившихся в разной степени растительных остатков, с примесью песка и глины	Торф
			Темный, мягкий и жирный ил однородного или микрослоистого строения; состоит из детрита водорослей, различных животных и растений	Сапропель (гиттия)
			Твердые, глинистые или известковистые, часто тонкослоистые породы буровато-серого цвета с включением органического вещества, легко загораются, горят коптящим пламенем и издают запах жженой резины	Горючие сланцы

Породы	Состояние породы	Реакция с HCl	Характерные признаки	Название
Железистые породы	Сцементированные	Не вскипают	Темно-бурая, охристо-желтая порода, скрыто-кристаллическая или бобовой структуры, состоящая из окиси железа и имеющая бурую черту	Бурый железняк
			Буровато-желтые железистые конкреции и участки цементации оксидами железа почв на уровне грунтовых вод	Ортштейны, ортзанцы
		Растворяются с HCl при нагреве	Серые и голубовато-серые мелкозернистые или бобовые плотные агрегаты в форме желваков и шарообразных конкреций, слоев и линз. Залегают в болотах и торфяниках	Конкреции сидерита
Марганцевые породы	Рыхлые	Не вскипают	Черные, землистого или бобового сложения, мягкие, растираются в руках, мажутся, образуют пластовые и линзовидные скопления среди обломочных пород на уровне грунтовых вод	Конкреции и натёки марганца, окисные марганцевые руды
Фосфатные породы	Сцементированные	Не вскипают	Темно-серые, черные, зеленовато-серые почковатые или конкреционные породы	Фосфориты

Первично красно-бурая или бурая окраска свойственна глинистым породам и связана с присутствием в них окислов железа. Но эти же породы под торфяниками, в местах скопления сероводорода могут быть окрашены во вторичный серый, голубовато-серый и зеленый цвет, вызванный восстановлением красных окислов железа и содержанием в них вивианита, глауконита.

Окраска осадочных пород редко бывает яркой и чистой. Чаще основной цвет замаскирован, например, железистым веществом, приобретает бурый оттенок. Слабый оттенок можно уловить смачиванием породы.

В полевой книжке при описании слоя вначале указывается оттенок, затем основной цвет. Например, в записи «красновато-бурый» первое слово — оттенок, второе — основной цвет породы. Отмечается также интенсивность цвета, распределение в пласте и причина окраски.

Структура осадочных пород — внешние особенности отдельных зерен или обломков данной породы. Определение структуры породы в поле производится путем визуального изучения и с помощью лупы.

Структурные особенности обломочных пород определяются размерами, степенью сортировки по размерам и формой обломков, наличием или отсутствием заполняющего вещества и цемента. В настоящее время существуют весьма многочисленные классификации наименований обломков по их размерам. Наиболее удачной для полевых наблюдений является классификация, основанная на десятичной метрической системе [23; 34]. Используется литологами СНГ и принята в данной работе (см. табл. 5).

В сцементированных обломочных породах по размеру выделяются следующие структуры [22]:

1. Псефитовая — $d > 1$ мм;
2. Псефопсаммитовая — присутствуют зерна $d > 1$ мм и $d < 1$ мм;
3. Псаммитовая крупнозернистая — $d = 1-0,5$ мм;
4. Псаммитовая среднезернистая — $d = 0,5-0,25$ мм;
5. Псаммитовая мелкозернистая — $d = 0,25-0,05$ мм;
6. Псаммоалевритовая — присутствуют зерна $d > 0,05$ мм и $d = 0,05-0,005$ мм;
7. Псаммопелитовая — присутствуют зерна $d = 1-0,05$ мм и $d < 0,005$ мм;
8. Алевритовая грубая — $d = 0,05-0,01$ мм;
9. Алевритовая тонкая — $d = 0,01-0,005$ мм;
10. Алевропелитовая — присутствуют зерна $d = 0,05-0,005$ мм и $d < 0,005$ мм;
11. Пелитовая грубая — $d = 0,005-0,001$ мм;
12. Пелитовая тонкая — $d < 0,001$ мм.

Окатанность грубых обломков определяется в баллах (табл. 8). Определение окатанности обломков ведется визуально или по фотошаблонам (рис. 25). Окатанность определяют по фракциям и выражают в процентах или коэффициентом окатанности: $K_o = (\text{число галек} \times \text{балл}) / \text{общее число галек в пробе}$. Значение K_o колеблется от 4 у хорошо окатанных до 0,5 у слабоокатанных, и в процентах соответственно от 100 до 12,5.

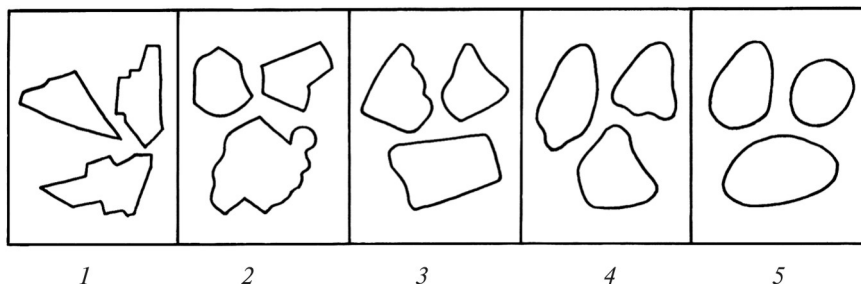


Рис. 25. Окатанность зерен:

1 — неокатанные резкоугловатые; 2 — неокатанные угловатые; 3 — неокатанные;
4 — среднеокатанные; 5 — окатанные

Классификация обломков по окатанности, в баллах

Окатанность	Морфологические признаки обломков	Балл
Неокатанные резкоугловатые	Сохраняют первоначальную форму с незакругленными тупыми и острыми ребрами	0
Неокатанные угловатые	С закругленными гранями и отчетливо выраженной исходной формой обломков	1
Слабоокатанные	С ясными следами первоначальной угловатости и умеренно выраженными следами исходной формы	2
Среднеокатанные	Обломки с еще сохранившимися следами угловатости и даже первоначальной исходной формы	3
Окатанные	Обломки лишены угловатости и вогнутости на отдельных участках поверхности (эллипсоидальные или яйцевидные)	4

По форме обломки грубо подразделяются на несколько категорий: 1) изометричные (частный случай — сферические), 2) слабоизометрические (короткие или слабоуплощенные эллипсоиды), 3) умеренно уплощенные, 4) сильно уплощенные, 5) удлинено-уплощенные, 6) слабоудлиненные и 7) сильно удлиненные. При исследовании поверхности обломков в обнажениях Минского полигона часто обнаруживаются ледогранники — гальки и валуны утюгообразной формы; валуны со следами ледниковой штриховки; гальки и валуны, расколотые радиальными трещинами со смещениями по трещинам. На вершинах холмов и гряд в местах отсутствия лессовидных отложений нередко можно встретить ветрогранники (дрейкантеры) — обломки в форме трехгранной пирамиды с отшлифованными или сглаженными гранями. Дрейкантеры возникли из ледниковых валунов в перигляциальной пустынной зоне поозерского оледенения в результате шлифовки и огранки песком под воздействием сильных ветров, дующих с ледника.

При изучении в поле сцементированных разновидностей грубообломочных пород — конгломератов — следует производить следующие операции. Вначале определяются размеры и форма новообразования. Далее устанавливаются тип породы и структура, как было указано выше, текстура и состав. После этого изучается цементация. На основании содержания различных фракций определяют тип породы [33]. Типы конгломератов в пределах Минского полигона приведены в табл. 5.

Цементирующее вещество обычно бывает карбонатным, реже другим, например глинистым, железистым и т. д. По соотношению зерен породы и ее цемента следует установить типы цементации: базальный — зерна породы погружены в цемент и не соприкасаются друг с другом; контактовый — развит на участках соприкосновения зерен; поровый — заполняет пространство и поры между соприкасающимися зернами; пленочный — обволакивает зерна со всех сторон [15] (рис. 26).

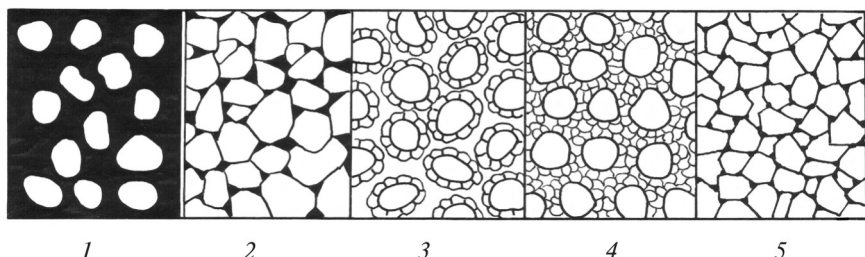


Рис. 26. Типы цементации осадочных горных пород [36]:
 1 — цемент базальный; 2 — выполнения пор; 3 — корковый;
 4 — беспорядочно зернистый кристаллический; 5 — контактовый

Структура песчаных пород определяется путем рассеивания на стандартном наборе сит (пески) или подсчета зерен различной размерности под лупой или в шлифах (песчаники). Определяют содержания 5—7 размерных фракций. Определение размеров песчаных частиц под лупой облегчают трафарет и диаграмма (см. рис. 24). Рыхлый материал помещается в центр круга и под лупой определяется размер зерен. Структуры песчаников в основном — псаммитовые, псаммопсефитовые, псаммоалевритовые, псаммопелитовые.

В обломочных породах смешанного состава можно выделить алевритоглинистые, песчано-алевритовые, песчано-алевритоглинистые структуры, а в сцементированных и метаморфизованных породах — алевропелитовые, псаммоалевритовые, псаммоалевропелитовые.

Для глинистых пород в полевых условиях различают структуры пелитовые, алевропелитовые и псаммопелитовые. Тонкопелитовой структурой обладают глины, состоящие на 50 % и более из частиц размером $< 0,001$ мм. При скатывании в сыром виде они дают длинные шнуры диаметром меньше 0,5 см без разрыва сплошности. При растирании влажной глины в руках и пробе на зуб не ощущается раздельности частиц. В лупу видна однородная масса. Излом чешуйчатый, иногда раковистый. При разрезании ножом глина не хрустит, поверхность среза гладкая.

Крупнопелитовая структура свойственна крупнозернистым глинам, содержащим до 25 % частиц размером меньше 0,001 мм, больше 50 % частиц размером от 0,001 до 0,01 мм и до 5 % частиц размером 0,01—0,1 мм. При скатывании дают более толстые и короткие шнуры.

При растирании в руках, пробе на зуб и разрезании ножом чувствуется слабый хруст, что указывает на примесь более крупных частиц, чем глинистые. Излом слабошероховатый.

Алевропелитовая структура свойственна алевритистым и алевритовым глинам. Она обусловлена присутствием среди глинистой массы зерен размером 0,01 — 0,1 мм в количестве от 5 до 50 % и песчаных частиц в подчиненном количестве (до 5 %). Алевритистые и алевритовые глины при скатывании дают короткие шнуры. При разрезании ножом и пробе на зуб глина заметно хрустит. В лупу видны отдельные зерна минералов крупнее 0,01 мм. Излом неровный, шероховатый.

Псаммопелитовая структура наблюдается в песчаных и песчанистых глинах и характеризуется наличием в глинистой массе песчаных зерен размером больше 0,1 мм в количестве от 5 до 50 %. Глины при скатывании дают еще более короткие, быстрорвущиеся шнуры. Резко чувствуется раздельность зерен. Излом неровный, зернистый.

В случае присутствия в глине в равных или почти равных количествах алевроитовых и песчаных частиц возникают смешанные структуры: псаммо-алевропелитовая и алевропсаммопелитовая.

По расположению и форме частиц различают [23]: ориентированные структуры — микрослоистая, микрослоисто-сланцеватая, сланцеватая — и неориентированные структуры — беспорядочно-зернистая, хлопьевидная, бобовая (ооидная), волокнистая, конгломератовидная, брекчиевидная.

На Минском полигоне нет коренных выходов пород био- и хемогенного происхождения на поверхность, поэтому наблюдения за их структурными и другими особенностями производятся по грубым обломкам, широко встречающимся в четвертичной толще. Структура химически осажденных пород характеризуется развитием кристаллических зерен разных размеров. При величинах менее 0,001 мм зерна видны невооруженным глазом; структура породы — аморфная или коллоидальная; макроскопически порода однородная, плотная и обладает характерным раковистым изломом. При размерах в 0,001—0,01 мм зерна различимы только в шлифах — микрозернистая структура. Внешний облик породы и раковистый излом сохраняются. В мелкозернистой структуре зерна еще не заметны. О ней можно судить по землистому излому. Средне- и крупнозернистые структуры (при зернах 0,1—0,5 мм и 0,5—1 мм соответственно) и грубозернистая структура (более 1 мм) различимы в породе невооруженным глазом. Нередко порода образована зернами разной величины, и в этом случае структуру называют разнозернистой.

У органогенных пород при хорошей сохранности органических остатков биоморфные, или цельнораковинные структуры. В зависимости от величины компонентов они варьируют от крупных (у кораллов) до мельчайших (у фораминифер, диатомей). Когда органогенная порода слагается угловатыми и окатанными обломками организмов, она имеет органогенно-обломочную или детритусовую структуру. Структуры перекристаллизации и метасоматоза наиболее часто наблюдаются у известняков.

Текстура — это сложение осадочной породы, обусловливаемое ориентировкой, взаимным расположением зерен. Текстуры, возникшие во время осадконакопления, называются сингенетическими. Если текстуры образовались при диагенезе и видоизменялись при последующих процессах, то такие текстуры эпигенетические. В обломочных породах текстуры бывают трех основных типов: беспорядочная, слоистая и флюидальная [36]. При беспорядочной текстуре порода неслоистая, а частицы расположены без какой-либо ориентировки. Эта текстура особенно характерна для грубозернистых пород и образует мощные пласты. Часто отмечается у моренных супесчаных и суглинистых пород.

Для осадочных пород основной является слоистая текстура. При слоистой текстуре частицы породы располагаются ориентированно слоями, отли-

чающимися друг от друга вещественным составом и размером частиц, ископаемыми остатками фауны и флоры и др. Слоистость различается по толщине образующих слоев (в см): массивная, массивно-слоистая (более 100); грубослоистая (10—50); среднеслоистая (5—10); тонкослоистая (1—2); листовато-слоистая (2—0,2) и микрослоистая (менее 0,2).

По морфологическим признакам к сингенетической слоистости относятся: горизонтальная, волнистая, косая, горизонтально-волнистая, косо-волнистая и горизонтально-косая (диагональная) (рис. 27).

Горизонтально-слоистая текстура характеризуется прямолинейностью и горизонтальностью слоев и контактов между ними. Она может быть линейной, прерывистой, ленточной и линзовидной при быстром выклинивании и невыдержанности слойков. Горизонтально-слоистая текстура характерна для озерно-ледниковых, озерных, зандровых отложений, лимнокамов, иногда лессовидных пород и наблюдается главным образом в алевритах, глинах и мелкопесчаных отложениях, суглинках, реже — в грубообломочных образованиях.

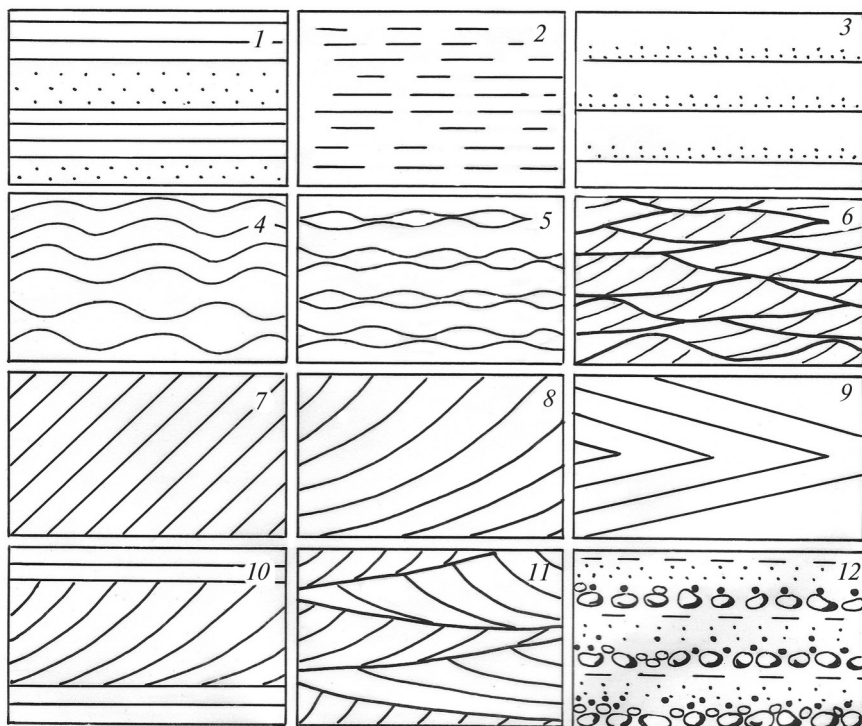


Рис. 27. Слоистость горных пород:

1 — горизонтальная полосовидная; 2 — прерывистая; 3 — ленточная; 4 — волнистая; 5 — линзовидная; 6 — волнисто-косая; 7 — косая прямолинейная; 8 — криволинейная; 9 — клиновидная (перистая); 10 — диагональная; 11 — перекрестная; 12 — градиционная

При косослоистой текстуре внутренние слои наклонены по отношению к плоскости напластования осадков. К этой текстуре принадлежат: прямолинейная текстура, криволинейная, клиновидная (перистая), диагональная, перекрестная и косоволнистая. Основными генетическими типами косослоистых текстур четвертичных отложений на территории Минского полигона являются потоковая, русловая, дельтовая, знаков ряби. Потоковая слоистость развита в грубообломочных отложениях и песках флювиогляциальных конусов выноса, зандров, флювиокамов и отличается чередованием серий косых и горизонтальных слоев. Речные и озовые пески и галечники в направлении потока имеют серии однонаправленной русловой косой слоистости, а в поперечном разрезе — перекрестные косые серии. Для дельтовых песков характерна прямолинейная и мелковолнистая косая слоистость. Озерным, камовым, а иногда и озовым тонкопесчаным и алевроитовым осадкам свойственна диагональная слоистость знаков ряби. В эоловых песках представлена перекрестная косая слоистость во всех направлениях.

Для моренных отложений в большинстве случаев характерна массивная текстура, хотя нередко отмечаются слоистые и чешуйчатые разности. В моренах района практики широкое развитие получили текстуры активного ледника: пластического течения льда, текстуры движения льда по внутренним сколам и текстуры выдавливания. Реже встречаются текстуры течения и сползания, характерные для абляционных морен (табл. 9).

Изучение текстуры породы в обнажениях заключается в основном в выявлении признаков слоистости, проведении замеров, описания, зарисовок и фотографирования с целью определения ее генетического типа. Наблюдения проводят на характерных участках вскрытой толщи, где текстура видна отчетливо. Все члены бригады должны тщательно зарисовать самое существенное и типичное в данной текстуре. Фотографирование слоистости осуществляется параллельно ее зарисовке с разных положений. Способы зарисовки и фотографирования обнажений рассмотрены выше.

При изучении определяется морфологический тип слоистости (косая, горизонтальная и т. п.), ее вид (косая прямолинейная, криволинейная). Далее характеризуются мощность слойков, правильность чередования, отчетливость и непрерывность границ смежных слоев, состав и распределение зерен внутри слоя, а также в серии слоев, ориентировка частиц, расположение по плоскости наложения каких-либо включений, различная окраска, углы наклона слойков и др. Определение комплекса этих признаков дает возможность выяснить генетический тип слоистости.

Важно вести тщательный осмотр поверхностей наложения. На них можно обнаружить различные по происхождению текстуры, возникшие во время осадконакопления: разновидности ряби, микроштриховка, борозды течения и др. Эпигенетические текстуры возникли после образования пород. В районе практики к ним относятся текстуры перигляциальных инволюций (карманы, капли) и псевдоморфоз по ледяным жилам.

Таблица 9

Основные генетические типы текстур моренных образований [18]

Типы текстур	Название текстуры	Проявление	Мощность (м)	Условия образования	Породы
Пластического течения льда	Плитчатая	Моренные плитки, разделенные горизонтально расположенными субмиллиметровыми прослойками алевроита и мелкозернистого песка	0,02—0,1	В нижней части ледника при пластическом послойном течении льда	Основная морена
	Сланцеватая	Чередование горизонтальных тонких полосок и линз морены и мелкопесчанистого материала	< 0,01—0,03	В основании ледника при интенсивном пластическом течении и дроблении льда	Основная морена
	Захвата пород ложа	Языки пород ложа, затянутые вдоль плоскостей скольжения	0,1—0,5	В основании ледника по плоскостям скольжения	Основная морена
	Массивная	Неслоистый монолит	До 5	В условиях замедленного пластического течения	Основная морена
	Выдавливания и складкообразования	Складки	0,5—1,5	Внизу ледника над неровностями ложа; внутри льда в результате выдавливания и сжатия	Основная, конечная морена
Движения льда по сколам	Чешуйчатая	Чередование надвинутых друг на друга чешуй, круто падающих внутрь ледника	До 150	В краевой части ледника или перед выступами ложа при движении льда по сколам	Конечная морена напора, основная морена
Выдавливания	Внедрения	Ледниковые дайки и диапиры, складки	0,5—10	В основании ледника или надвиговых чешуй при внедрении материала по разрывам, трещинам и полосам	Конечная морена, основная морена

Типы текстур	Название текстуры	Проявление	Мощность (м)	Условия образования	Породы
Течения льда	Рыхлая неслоистая	Покрышки грубого су-глинисто-песчаного и щебнисто-валунного состава	0,5—1,8	При поверхностном стаивании льда в результате оседания материала	Морена вытаявания
	Грубо-слоистая	Серия тонких слойков морены, параллельных склону или изогнутых в микроскладки с пропластками и линзочками песка	0,5—3	На наклонных поверхностях льда в результате скольжения и течения обломочного материала	Натечная морена

Состав осадочных пород. При изучении грубообломочных рыхлых пород определяется петрографический состав обломков, а песков и алевритов — минеральный состав породообразующих минералов. В случае изучения сцементированных пород, кроме этого, исследуется состав и количество цемента.

Из грубообломочной породы на площади около 0,5 м² выбирают обломки крупнее 5 мм в количестве 100—300 штук. Выбирают обломки с помощью линейки или сита. Все отобранные обломки рассортировывают по размерам, например 5—7, 7—10 и крупнее 10 мм. Все обломки на изучаемой площади принимаются за 100 %, а размерные фракции соответственно их числу составляют конкретное содержание в процентах — гранулометрический состав по счету. В каждой фракции обломки сортируют по типам пород и определяют процентное содержание обломков различного петрографического состава в каждой фракции. В описании состава пород указывают их тип по степени однородности: мономиктовый — если состоят из одного типа пород, полимиктовый — из трех и более типов пород. Затем называют, какими типами пород представлены обломки и их число. У обломочных пород, сцементированных цементом (конгломератов), приблизительно определяют количество цемента, а с помощью простейших реактивов (HCl, вода и др.) — его состав.

В зависимости от минерального состава обломочной части песчаных и алевритовых пород устанавливают, мономинеральная ли порода или полиминеральная. Далее по главным компонентам называют конкретный состав, например песок кварцевый и песок полевошпатово-кварцевый.

Физические свойства — прочность, пористость, трещиноватость и др. По прочности породы подразделяются на следующие группы [33]: рыхлые, мягкие, слабые, средней крепости и крепкие. К рыхлым породам относятся слабоосыпающиеся и плавунные образования. Мягкие породы держат стенку, некоторые легко размокают (глины, пески, алевриты). Слабые отложения сцементированы и не размокают, но ломаются рукой. Породы средней крепости рукой не ломаются, но сравнительно легко разбиваются молотком. Крепкие породы с трудом разбиваются молотком: кварциты, кремни, яшмы.

По размеру пор горные породы бывают макропористые, крупнопористые, мелкопористые и тонкопористые. Макропористые породы имеют поры, которые различаются невооруженным глазом, например мел, известняк-ракушечник. Крупнопористые отложения с порами более 0,5 мм (лессы). Мелкопористые породы имеют поры размером 0,0002—0,5 мм, а тонкопористые — менее 0,0002 мм. Наиболее высокая общая пористость свойственна рыхлым осадочным породам: глинам (40—60 %), лессовидным суглинкам (40—55 %), пескам (30—40 %). Плотные осадочные породы (известняки, доломиты и др.) обладают, за редким исключением, невысокой пористостью (0,5—2 %). Исключением являются некоторые песчаники (5—40 %), опоки (20—35 %), мел (до 48 %). По степени трещиноватости осадочные породы могут быть: слаботрещиноватые, если отношение общей площади трещин к площади изученной поверхности менее 2 %; среднетрещиноватые (2—5 %), сильнотрещиноватые (5—10 %) и очень трещиноватые (> 10 %). При макроскопическом описании пород физические свойства отмечаются качественно, например, супесь лессовидная, мягкая, макропористая, и количественно, с некоторыми пояснениями: песчаник слабый, пористый, сильнотрещиноватый, имеет более 15 трещин на 1 м² и интенсивность трещиноватости более 12 %.

Включения — обломки или участки постороннего вещества, заключенные в горной породе. Различают минеральные и органические включения. Минеральные включения — это редкие гальки, конкреции в лессовидных отложениях, глинистые катуны в песках. Растительный детрит, семена, фрагменты веток, а также кости животных, крылья жуков и прочее образуют органические остатки. Описывается положение включений в слое породы, форма залегания, размеры, морфологические особенности, цвет, состав, количество на единицу объема (площади). Для органических остатков указываются степень и характер сохранности, систематическое положение с доступной степенью детальности, прижизненность захоронения или переотложения и др. Основные сведения о конкрециях, встречаемых в отложениях на территории Минского полигона, приведены в табл. 10.

Вторичные изменения пород изучаются при условии наличия в них перигляциальных инволюций, морозобойных клиньев и псевдоморфоз, других перигляциальных форм и следов выветривания. В таких случаях определяют характер преобразований, их интенсивность и результаты: новые структуры, изменение свойств пород и т. д.

Примеры описания осадочных пород, которые наиболее часто встречаются в районе практики.

Песчано-гравийно-галечная смесь серовато-желтого цвета, состоит из песка — 25 %, гравия — 30 % и гальки — 45 %. Текстура слоистая, наблюдается чередование серий более грубого материала с косой слоистостью и песка разнотекстурного горизонтального толщиной 5—25 см. Песок полевошпатово-кварцевый с примесью темноцветных минералов. Гравий и гальку образуют розовые граниты, диориты, роговообманковые порфириды, кварциты, доломиты, известняки, мергели, алевролиты и песчаники. Форма обломков разная, преимущественно слабоудлиненная и округлая. В прослоях песка встречаются катуны глины.

Конкреции из отложений района практики

Тип и форма	Вмещающая порода	Положение в слое	Морфология	Структура	Толщина; длина	Цемент, цементация
Карбонатные корки	Чешуйчатые конечные морены	Контакт моренных чешуй с гравийно-галечной смесью	Ровная с прямыми контактами	Гравийно-галечный материал, моренный мелкозем	2—15 см; первые метры	Кальцитовый, мелкокристаллический, пленочная поровая
Плиты	Тонкие пески	В песках зонам надвигов	Натечно-подобная ребристая-пальцеобразная	Тонкозернистый кварцевый песчаник	До 30 см; несколько метров	Мелкозернистый кальцит
Вытянутые стяжения	Пески с прослоями гравия и галек	Зона надвига моренной чешуи	Удлиненная, стержневидная	Разнозернистый кварцевый песчаник	5—7 см; до 2 м	Мелкозернистый кальцит, базальная
Шаровидные	Моренные суглинки, слагающие чешуи и дайки	На локальных участках, соответствующих зонам повышенного давления	Шаровидная поверхность с выступающими гальками и гравием	Ядро из обломка карбонатной породы и оболочка из моренного мелкозема	От 1 до 5 см в диаметре	Тонкокристаллический кальцит, базальная
Шаровидные	Флювиогляциальные тонкие пески	По всей толщине песчаной чешуи	Округлая, иногда слегка уплощенная	Однородный мелкозернистый песчаник	1—3 см в диаметре	Мелкокристаллический кальцитовый, пленочная равномерная
Лепешки	Песчано-алевритовый материал	В песчаных прослоях чешуи	Уплощенные лепешки причудливой формы, часто сросшиеся	Мелкозернистый песчаник	0,5—1 см; до 20 см	Мелкозернистый кальцитовый, пленочная и поровая
Кремневые желваки	Отложения девона и мела, в переотложенном виде в образованиях плейстоцена	По напластованию цепочками или горизонтами	Изометрично-округлая и удлиненно-овальная	Однородная и концентрически-слоистая, крипто- и микрокристаллический и аморфный кремнезем, наличие раковин и поверхностной корки	До 0,5—1 м	Халцедоново-кварцевый, кварцевый, базальная

Тип и форма	Вмещающая порода	Положение в слое	Морфология	Структура	Толщина; длина	Цемент, цементация
Марганцевые бобовины	Флювиогляциальные пески, делювиальные и аллювиальные супеси	На уровне зеркала грунтовых вод	Мелкие шаровидные и эллипсоидальные образования	Коллоидная однородная окись марганца	0,2—0,5 см	
Железистые бобовины, корки	Болотные и озерно-болотные торфяники	В основании торфяников	Бобовая, лещкообразная, в виде корок	Скрытокристаллическая	3—5 см; 15—25 см	
Вытянутые стяжения	Лессовидные отложения	Во всей толще вокруг корней растений	Удлиненная сигарообразная	Концентрически-слоистая	1—1,5 см; до 0,5 см	

Супесь моренная из сожского подгоризонта северо-западной части г. Минска. Супесь грубая, с включением гравия, гальки и мелких валунов. Цвет красновато-бурый, текстура в основном плитчатая, в подошве слоя — захвата пород ложа, содержит языки и слои подстилающего песка толщиной 2—10 см. Супесь средней крепости, вскипает с HCl, имеет карбонатные конкреции шаровидной формы до 4 см в диаметре.

Суглинок конечно-моренный сожского подгоризонта, окрестности г. п. Радошковичи. Суглинок красно-коричневого и серо-бурого цвета, тощий, опесчаненный, с включением грубых обломков. При замачивании раскатывается в короткий быстрорвущийся шнур толщиной до 1 см. Текстура выдавливания и складкообразования, слоистая. Пачки морены имеют прослои, линзы и гнезда флювиогляциального песка и деформированы в складки течения и инъективного типа. Слой суглинка интенсивно разбит трещинами, более 10 трещин на м².

Торф из линзы муравинских межледниковых отложений у г. Заславль Минского района. Торф черного цвета, прослоями черно-бурый, волокнообразной структуры, древесно-осоковый, слаборазложившийся, рыхлый. В основании слоя торф высокой степени разложения и аморфной структуры, опесчаненный, слоистой текстуры, имеет прослои и линзы тонкого песка толщиной до 5 мм. Содержит многочисленные остатки растений и фауны: семена, стебли, листья, кору, надкрылья жуков, моллюски и др. Торфяник разбит морозобойными суглинистыми жилами через 3—5 м с вертикальной слоистостью внутри них и нарушен псевдоморфозами.

Изучение магматических горных пород. В обнажениях Минского полигона магматические горные породы встречаются среди плейстоценовых, в основном грубообломочных, водно-ледниковых и моренных отложений в галечно-гравийных и валунных фракциях. Эти ледниковые валуны занесены сюда сожским ледником из Фенноскандии от мест коренного залегания докем-

брийских пород. При полевом сборе материала используют следующие способы. На поверхности поля с площадью около 10 м² собирают валуны и крупную гальку и подвергают их исследованию. В обнажении моренных и флювиогляциальных пород валуны и гальку выбирают с определенного объема (1 м³) или с определенной площади (1 м²), и все, что зарегистрировано здесь, подвергается исследованию.

Собранные валуны сортируют по цвету и содержанию кварца на три группы: кислые, средние, основные и ультраосновные. Затем в каждой группе образцы магматических пород описывают по следующему плану [16]:

- Сначала породе дается приближенное название.
- Указывается основной цвет у магматической породы. Например, порода серая. При наличии в этой породе по-другому окрашенных крупных кристаллов ее цвет будет серый с крупными, например, светло-розовыми пятнами. Если минералы в породе образуют изолированные скопления или полосы, то окраска будет пятнистой, полосчатой и др.

- Определяется структура породы. Выясняем, различаются ли в породе кристаллические зерна. Измеряются их размеры в длину и ширину. Порода также может быть однородной без общей зернистости, с отдельными включениями крупных зерен. Устанавливаем общую структуру породы: полнокристаллическая структура и неполнокристаллическая. Если структура породы полнокристаллическая, то по размеру кристаллических зерен уточняем форму структуры: полнокристаллическая афанитовая (скрытокристаллическая, менее 0,1 мм), мелкозернистая (0,1—1 мм), крупнозернистая (свыше 3 мм), гиганто-, неравномерно-зернистая или порфировидная. Когда у породы неполнокристаллическая структура, уточняется ее разновидность: порфировая или афировая (микрокристаллическая без вкрапленников) (табл. 11).

- В породе определяется текстура. Магматические породы отличаются отсутствием слоистости, сланцеватости, остатков ископаемой флоры и фауны. Для интрузивных пород свойственны массивная, полосчатая, гнейсовидная, пятнистая (неоднородная) текстуры. В эффузивных породах выделяются флюидальная, полосчато-флюидальная, пористая, пузыристая, миндалекаменная, пемзовая структуры и др. На основе структурных и текстурных признаков относим породу к интрузивным или эффузивным образованиям.

- Минеральный состав породы определяется с помощью изучения темноокрашенных минералов, кварца, калиевого полевого шпата фельдшпатов. У кислых пород преобладает светлая окраска: белая, розовая, красная. Окраска средних пород преимущественно серая, основных пород — темно-серая, черная, ультраосновных пород — черная, темно-зеленая. Устанавливаем минералы, которые обуславливают тот или иной цвет породы. Определяем примерное процентное содержание главных минералов в объеме породы. Отмечаются также цветные число породы — количество (в процентах) темноокрашенных минералов. При описании главных минералов указываются размеры кристаллических зерен, их форма и диагностические признаки, по которым можно назвать минерал. Кроме основных минералов также характеризуются минералы других групп, имеющие диагностическое значение.

Главные типы магматических горных пород [16]

Содержание SiO_2 , %	Группа пород	Ряд щелочности	Количество кварца, %	Цветное число, %	Интрузивные породы. Структуры полнокристаллические	Эффузивные породы. Структуры порфировые и афировые	Жильные породы	Главные и второстепенные (в скобках) минералы (в некоторых различных породах второстепенные минералы могут быть главными)
75—67	Кислая	Нормальный и щелочной	До 50	5	Граниты	Липариты (риолиты), пемзы, стекла (обсидиан)	Кварцевые порфиры	Жильные граниты, аплиты, пегматиты, гранитпорфиры;
67—52	Средняя	Нормальный	< 5 (до 0)	20	Диориты	Андезиты, пемзы, стекла (обсидиан)	Андезитовые порфиры	Средний плагиоклаз, роговая обманка (кварц, калиевый полевой шпат, слюды)
		Щелочной	Нет	20	Сиениты	Трахиты, стекла (обсидиан)	Ортофиры	Калиевый полевой шпат, кислый плагиоклаз, слюды, амфиболы (плагиоклаз, кварц)
	Щелочная		Нет	До 50	Нефелиновые сиениты	Крайне редки	Щелочные жильные породы	Полевой шпат, нефелин, лейцит, кислый плагиоклаз, слюды, амфиболы и пироксены
52—40	Основная	Нормальный и щелочной	Нет	До 50	Габбро	Базальты, стекла	Базальтовые порфиры, диабазы	Основной плагиоклаз, пироксены (слюды, амфиболы, оливин, магнетит)
Менее 40	Ультраосновная			100	Дуниты, перидотиты, пироксениты	Очень редки	Очень редки	Оливин и пироксены (основной плагиоклаз, магнетит)
					Пикриты	Пикритовые порфиры	Очень редки	Пироксены

На основании выявленных признаков магматической породе дают конкретное название. В случае когда сложно определить породу в поле, ее образец отбирают для лабораторной диагностики.

Примеры описания магматических пород. **Гранит** серо-красный с порфировидной структурой и массивной текстурой. На фоне основной массы рассеяны красно-бурые вкрапленники (овоиды) калиевого полевого шпата округлой и прямоугольной формы. Вкрапленники окружены каймой светло-розового олигоклаза. Размеры овоидов калиевого полевого шпата в граните 5—25 см. Основная масса темно-серая, состоит из кварца в виде каплевидных зерен размером 3—6 мм, роговой обманки и небольшого количества биотита. Порода называется гранит-рапакиви.

Сиенит серой окраски, структура полнокристаллическая крупнозернистая, текстура массивная. Состоит из щелочных полевых шпатов и цветных минералов биотита, роговой обманки и пироксенита. В отличие от гранита не содержит зерен кварца. Цветное число 20. Щелочной сиенит.

Габбро имеет темно-зеленый цвет, среднеравномерно-зернистую структуру и массивную текстуру. Состоит из основных известково-натриевых полевых шпатов, пироксенов, оливина и акцессонных минералов — магнетита, апатита др. Цветное число до 50 %. Полевые шпаты встречаются в виде толстостолбчатых выделений темно-серого цвета. Пироксены окрашены в темно-зеленые или коричневые тона, на плоскостях спайности имеют металлический блеск.

Особое место среди изверженных пород района практики занимают валуны и гальки *руководящих кристаллических пород*. Руководящие валуны и гальки являются эрратическим материалом, принесенным из Фенноскандии. Они обладают хорошо различаемыми чертами минералого-петрографического состава, структуры, текстуры и имеют узкое, ограниченное и не повторяющееся распространение в одном из районов Фенноскандии или дна Балтийского моря. В валунах и гальке кристаллических пород руководящие породы содержатся в количестве нескольких процентов. Исследование таких ледниковых валунов помогает выяснить центры оледенений, направление и пути движения ледников, площади их распространения, области питания ледников магматическими породами. По данным валунного материала часто определяют возраст ледниковых отложений, проводят их корреляцию, устанавливают количество оледенений.

В районе практики можно наблюдать около 20 разновидностей руководящих пород, объединенных в соответствии с местоположением их в коренном залегании в 5 комплексов: 1) из юго-восточной Финляндии и северо-западных районов России: выборгские граниты и граниты-рапакиви, карельские пегматиты, гогландские кварцевые порфиры; 2) из юго-западной Финляндии и со дна Ботнического залива: уралитовые порфириты Таммела, хельсинкиты, оливиновые диабазы Сатакунта, граниты и рапакиви Лайтилаского, Вехмааского массивов, ботнические кварцевые порфиры и гранофиры; 3) из Аландских островов: аландские граниты, рапакиви и порфиры; 4) со дна средней части Балтийского моря: красный кварцевый порфир, бурый кварцевый порфир; 5) из средней Швеции: даларнские порфиры, порфириты, диабазы, смоландские порфиры [21]. Среди руководящих пород

в кристаллических валунах и гальке выборгские граниты и рапакиви достигают часто концентрации 25—50 %, аландские кварцевые порфиры, гранит-порфиры и рапакиви — 15—27 %. Содержание руководящих пород остальных районов сноса не поднимается выше 10—12 %.

Полевое изучение метаморфических горных пород. Метаморфические горные породы встречаются в обломках в четвертичной толще. Для исследования отбираются образцы горных пород и производится их определение. При полевой диагностике отмечаются следующие важные особенности: цвет, структура, текстура, минеральный состав, название горной породы (табл. 12).

Таблица 12

Важнейшие метаморфические породы

Название	Цвет	Структура	Текстура	Минеральный состав	Прочие признаки
Микроклиновый гнейс	Серый, желтоватый, розовый	Зернисто-кристаллическая	Полосчатая, очковая или сланцевая	Кварц, микроклин, биотит, иногда роговая обманка, пироксен, гранит	
Плагноклазовый гнейс	Серый	Зернисто-кристаллическая	Полосчатая	Плагноклаз, биотит, кварц, роговая обманка, пироксен, мусковит	
Гранулит	Серый	Порфиرو-бластовая	Полосчатая	Кварц, полевошпат, гранат, иногда графит	
Амфиболит	Серовато-зеленый, черный	Зернисто-кристаллическая	Полосчатая или массивная	Роговая обманка, плагноклаз, реже пироксены, гранаты	
Филлит	Светло- или темно-зеленый	Микро-чешуйчатая	Сланцеватая, иногда пльчатая	Серицит, хлорит, кварц	Шелковистый блеск
Слюдяной сланец	Серый до черного	Чешуйчатая	То же	Биотит, мусковит, кварц, гранат, графит и др.	
Слюдяно-кварцевый сланец	Светло-серый, серый	Гранобластовая	То же	Кварц, слюда, биотит, мусковит	Шелковистый блеск на плоскостях сланцеватости
Хлоритовый сланец	Зеленый	Чешуйчатая, сланцеватая	То же	Хлорит, тальк, слюда, кварц	

Название	Цвет	Структура	Текстура	Минеральный состав	Прочие признаки
Тальковый сланец	Серый, зеленоватый	Чешуйчатая	То же	Тальк, хлорит	
Глинистый сланец	Серый до черного	Чешуйчатая	Сланцеватая, иногда пloyчатая	Глинистые минералы, кварц, слюды, угlistое вещество	Не размокает в воде
Кварцит	Серый, розовый	Зернистая, иногда сливная	Массивная или полосчатая	Кварц, иногда примеси полевого шпата	Крепкий, мономинеральный состав, на изломе блестящий
Мрамор	Белый, серый, реже красноватый или желто-бурый	Зернисто-кристаллическая	Массивная, иногда сланцеватая или неясно волнисто-полосчатая	Кальцит, реже доломит, иногда примесь графита	Реагирует с HCl
Биотитовый роговик	Серый, буро-серый, розовато-серый	Мелкозернистая	Массивная	Кварц, биотит, магнетит, реже полевой шпат, гранат	Очень крепкая
Амфиболовый роговик	Темно-серый или черный	Мелкозернистая	Массивная	Плаггиоклаз, амфибол, пироксен	Очень крепкая
Скарн	Разнообразная	Гомеобластовая (от мелко- до крупно-зернистой, часто неравномерно-зернистая)	Массивная, полосчатая	Гранат, пироксены, плаггиоклаз, эпидот, карбонаты, рудные минералы	
Грейзен	Белый, светло-серый	Крупно-кристаллическая	Массивная	Кварц, светлая слюда, иногда турмалин	
Змеевик (серпентинит)	Серо-зеленый с пятнами белого, черного цвета	Чешуйчатая или волонистая	Массивная или сланцеватая	Серпентин, оливин	Полосчатая, пятнистая, сетчатая окраска

Цвет породы характеризуется качественно: белый, желтовато-серый, розовый и т. д.

Главными отличительными признаками метаморфических пород являются структура, текстура и минеральный состав. Устанавливается, какую структуру имеет порода: кристаллическую, реликтовую или дробления. В кристаллической породе анализируется форма кристаллов и минералов и определяется разновидность структуры: равномерно-зернистая, неравномерно-зернистая, порфировая, мелкозернистая, чешуйчатая или листоватая, волокнистая или игольчатая, зернисто-листоватая. В случае если у породы реликтовая структура, отмечаются ее признаки: остатки очертаний галек и песчаных зерен обломочных осадочных пород, остатки ракушек органогенных осадочных пород, следы порфировых вкрапленников и прорастаний магматических пород и др.

Текстура метаморфических пород определяется по взаимному расположению и типам зерен. Это может быть сланцеватая, гнейсовая, полосчатая, волокнистая, очковая, плейчатая, беспорядочная или массивная текстура, реликтовая и др. У метаморфической породы с реликтовой текстурой отмечаются остатки текстур исходных пород. Реликтовые текстуры — первичная слоистость, брекчиевидное и конгломератное сложение, флюидальная, массивная, порфировая, ленточная, полосчатая и др. Важно знать, от магматических или осадочных пород унаследовала метаморфическая порода свою текстуру. По структурным и текстурным признакам высказывается суждение о степени метаморфизма породы.

В минералогическом составе метаморфической породы выделяются остаточные минералы и минералы, сформировавшиеся в результате метаморфизма. Первые произошли от исходных магматических и осадочных пород. К магматическим минералам относятся кварц, калиевый полевой шпат, другие плагиоклазы, мусковит, биотит, роговая обманка, пироксен, магнетит. Исходное осадочное происхождение имеет кальцит. Новообразованные минералы — гранаты, тальк, графит, серпентин, хлорит, серицит и др.

На основании макроскопических признаков устанавливается название исходной породы и дополнительно указывается тип метаморфизма.

Описание метаморфической породы. **Гнейс** темно-серый, прослоями серый и серо-розовый, кристаллический среднезернистый, состоит из минеральных зерен размером до 3 мм. Текстура полосчатая, обусловлена чередованием полос толщиной осадочных пород от нескольких до 15 см, отличающихся друг от друга по цвету и составу. Светлые полосы образуют кварц и полевые шпаты, темные полосы обогащены биотитом, встречаются также в небольшом количестве роговая обманка и пироксены. Из второстепенных примесей представлены гранаты. Судя по характеру цветных минералов данная порода является биотитовым гнейсом.

ОТБОР ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД И ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

Образцы горных пород отбирают главным образом для составления различных по назначению коллекций и лабораторных исследований. Составляются следующие коллекции: 1) рабочая коллекция образцов горных пород в обнажениях для описания и визуального определения в поле; 2) коллекция основных типов горных пород изучаемого района, предназначенная для хранения в геологическом музее и иллюстрации района практики; 3) коллекция образцов полезных ископаемых; 4) палеонтологическая коллекция, в которую входят остатки ископаемой фауны и флоры, обнаруженные в районе практики.

В условиях, когда изучение породы в поле является относительно сложным делом, из нее производят отбор образцов для лабораторных исследований: минералого-петрографического анализа под микроскопом, определения гранулометрического состава, микропалеонтологического изучения и др.

Важная задача общегеологической практики — научиться правильно отбирать образцы пород, документировать их и готовить к перевозке. При этом следует придерживаться общих требований к отбору образцов горных пород, выработанных практикой [15; 27; 33].

Отбираются представительные образцы из изучаемых типов пород. Представительными являются образцы горной породы, которые обладают наиболее типичными свойствами (окраской, структурой, текстурой, минеральным составом) данного типа породы или слоя, пачки, толщи. Образцы горных пород обязательно должны быть свежими, невыветрелыми. Прежде чем отобрать образец горной породы, целесообразно сначала сколоть или очистить верхний выветрелый слой, а затем выбить (отколоть) свежий образец, лишенный следов выветривания. Отбор образцов плотных пород производится геологическим молотком, а рыхлых отложений — лопатой или ножом.

Образцы отбирают на обнажениях из всех слоев равномерно как по разрезу, так и по площади. Количество, размер и форма образца определяются целью исследования и могут быть различными. Для твердых пород (граниты, гнейсы, известняки, доломиты) размер образцов обычно составляет 6×9 — 9×12 см. Для литологических коллекций берут образцы и больших размеров — 10×15 см и крупнее. Рыхлые породы (пески, алевроиты, супеси) отбирают в пробирки и стаканы. Для гранулометрического анализа масса образца берется не меньше 200—300 г, а для коллекций проба может быть меньшей массы. Естественная форма обломков горных пород в ряде случаев, например у дрейкантеров, ледогранников и др., служит важным их диагностическим признаком, и поэтому ее желательно не изменять. У свежих образцов можно лишь слегка отколоть острые режущие края.

Для изучения состава грубообломочного материала моренных пород необходимо отобрать породы и промыть в воде близлежащего пруда, озера или реки через сито диаметром 5 мм. Образцы отбираются из основной (донной) морены, лучше из центральной части слоя, где выражены массивная или плитчатая текстуры. Проба должна насчитывать не менее 100—300 штук гравия и гальки общей массой до 0,5 кг.

Образцы должны быть обязательно привязаны к разрезу и слою. Для каждого образца заполняется этикетка, чтобы можно было установить место его отбора. Этикетка — это прямоугольный лист бумаги размером 6×9 см. Этикетку заполняют в двух экземплярах, один из которых прикладывают к образцу на месте отбора. Для учета отобранных образцов лучше использовать этикетную книжку. Примерная форма этикетной книжки показана на рис. 28. Этикетки заполняют одинаково, правую отрывают и заворачивают вместе с образцом, левую оставляют в книжке для контроля. Записи в этикетках ведутся простым карандашом.

В поле образцы упаковывают и готовят к транспортировке. Для этого используют оберточную бумагу 30×40 см и матерчатые мешочки. При упаковке в бумагу этикетку складывают несколько раз, плотно заворачивают в один из углов бумаги и заворачивают сам образец (рис. 29). Рыхлые образцы вместе с этикетками укладываются в обычные матерчатые мешочки. Хрупкие образцы лучше уложить в коробку, пробирку, спичечный коробок, перекладывая ватой, мохом. Сверху указывается номер образца, обнажения, слоя, краткий адрес. Образцы плотно укладывают в жесткую тару.

Поиски и сбор ископаемых остатков фауны и флоры в изучаемом районе можно проводить в разрезах муравинских межледниковых и современных торфяников, обнажениях пойменного аллювия по берегам рек и горизонтах погребенных почв среди лессовидных отложений. Здесь встречаются зубы, позвонки и отдельные кости позвоночных животных: мышей, леммингов, мамонтов, шерстистых носорогов и др. Достаточно обычны остатки скелетов: раковины моллюсков, их отдельные части, надкрылья жуков. Остатки растений представлены преимущественно семенами, плодами, спорами, пылью, отпечатками листьев и стеблей, кусками древесины. Эти ископаемые сохранились в прижизненном положении и позволяют установить возраст отложений, проводить стратиграфические корреляции, содержат информацию для восстановления условий осадконакопления вмещающих пород (прил. 1, 2).

Название учебного заведения	Название учебного заведения
Бригада.....	Бригада.....
Маршрут	Маршрут
Точка наблюдения.....	Точка наблюдения.....
Назначение образца	Назначение образца
Слой.....Образец.....	Слой.....Образец.....
Описание породы	Описание породы
.....
Возраст	Возраст
Дата.....Подпись.....	Дата.....Подпись.....

a

б

Рис. 28. Образец этикетной книжки. Этикетки:
a — контрольная; *б* — прилагаемая к образцу

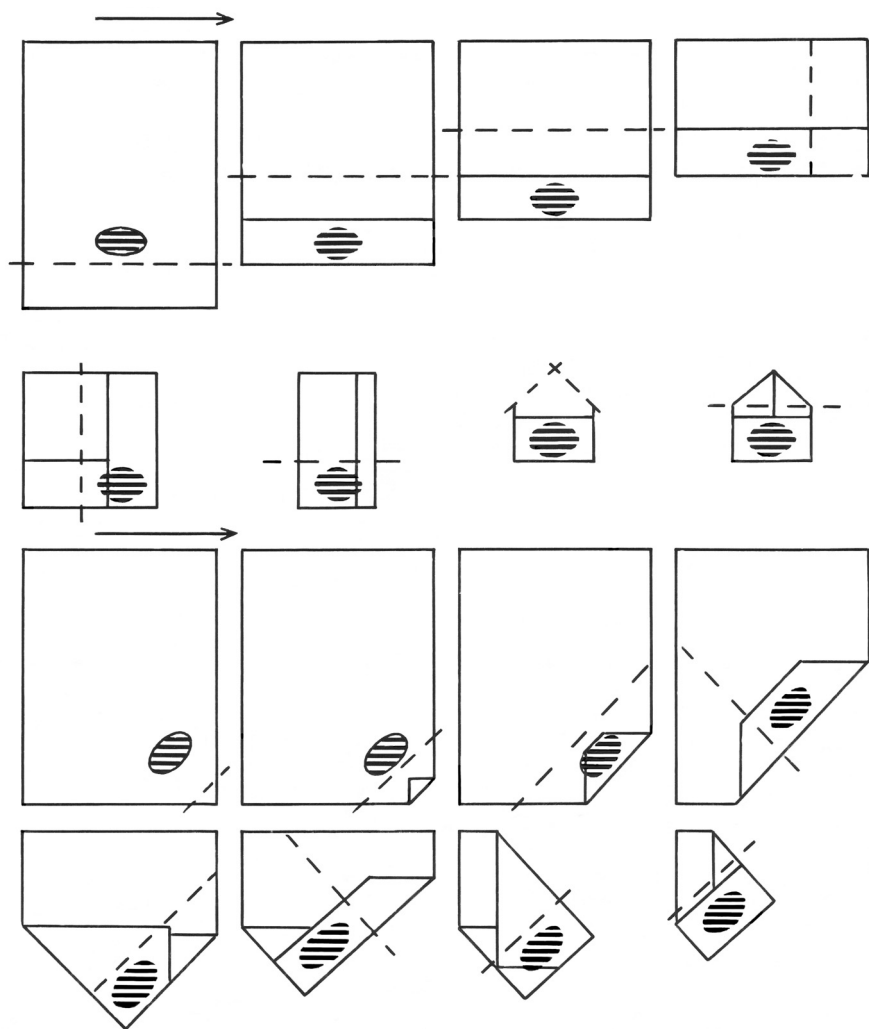


Рис. 29. Способы заворачивания образца в бумагу (начало сверху слева)

Много окаменелостей также в морене и флювиогляциальных отложениях четвертичной толщи. Как правило, они встречаются в составе галек, валунов известняка, доломита и мергеля, реже — в конкрециях или обособленно. Эти окаменелости были захвачены ледником из коренных пород северо-запада России, Прибалтики и северной Беларуси и переотложены им в исследуемом районе. Переотложенные ископаемые представляют познаватель-

ный интерес и для коллекционирования. Из них следует собирать наиболее ценные, красивые, интересные (см. прил. 2—5). Особую ценность представляют ископаемые, являющиеся характерными для отложений мела, девона и силура.

В поле важно собирать представителей всех групп фауны и флоры в том же соотношении, в котором они встречаются в слое. В полевом дневнике описываются сохранность ядра или раковины, целостность, обломанность, окатанность. Описывают, равномерно ли распределяются они в слое или сосредоточены участками. Определяется положение органических остатков в слое, ориентированность по отношению к элементам пласта. Отмечают, образуют ли ископаемые определенные сообщества (палеобиоценозы) или посмертные скопления, находятся ли они в коренном залегании (*in situ*) или переотложены. Поиски и сбор экземпляров можно вести также из осыпи.

Органические остатки желательно отбирать непосредственно из геологических слоев. При этом для каждой находки производится привязка, точно указывается ее местоположение относительно подошвы или кровли слоя. Извлеченные из породы остатки фауны и флоры или куски породы тщательно упаковываются на обнажении. Твердый палеонтологический материал плотно заворачивают в оберточную бумагу или упаковывают в мешочки. Если окаменелости плохо отделяются от пород, берется большой образец, и окончательное препарирование органических остатков производят в камеральных условиях. Нежные остатки — тонкие раковины моллюсков, надкрылья жуков, отпечатки листьев, тонкие стебли растений — необходимо уложить в коробки с ватой. Каждый образец снабжается этикеткой, написанной на обнаженном участке.

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

В районе практики осадочные породы имеют как первоначально ненарушенное горизонтальное и наклонное залегание, так и нарушения в залегании.

Горизонтальное залегание. Осадочные породы с незначительными углами падения (до 1°) имеют горизонтальное залегание. При таком залегании каждый слой или пласт ограничен приблизительно параллельными горизонтальными поверхностями. Кровля слоя находится на одинаковых гипсометрических отметках, так же как и подошва. Первичное горизонтальное залегание характерно для озерно-ледниковых, озерных и зандровых отложений.

Наклонное залегание слоев в районе практики распространено так же широко. Выделяют первичное падение слоев в одну сторону или изгибы и гляциодислокации. Пространственное положение отдельных слоев и серий горных пород определяется измерением элементов залегания горных

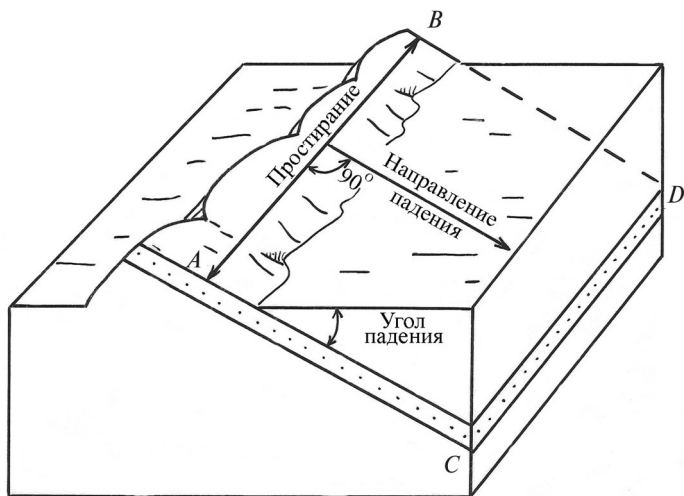


Рис. 30. Схема, показывающая падение и простиране наклонного пласта

пород: направления простиранья, направления падения и угла падения (рис. 30).

Простиране слоев — линия пересечения горизонтальной плоскости (AB , CD) с поверхностью слоя горной породы, находящегося в наклонном или вертикальном положении. Направление простиранья слоев выражается *азимутом простиранья* — углом, отсчитываемым по часовой стрелке от северного направления географического меридиана до искомого направления. У направления простиранья может быть два значения азимута, отличающихся друг от друга на 180° .

Падение слоев — наибольший наклон слоев горных пород по отношению к горизонтальной плоскости, выраженный в градусах. Направлением падения слоев называют линию, проведенную в плоскости слоя в направлении наибольшей крутизны его наклона (AC), т. е. перпендикулярно к линии его простиранья. *Азимут падения* слоя называют углом между проекцией направления падения на горизонтальную плоскость и северным направлением истинного меридиана. Азимут падения слоя отличается от азимута простиранья на 90° .

Определение залегания элементов горным компасом. Прежде чем приступить к работе с горным компасом, следует подготовить площадку для замеров элементов залегания слоистых горных пород. Дело в том, что положение слоя на стенке обнажения не всегда соответствует его положению в пространстве. Для точного измерения элементов залегания слоя в стенке обнажения делается ниша размером, несколько превышающем габариты горного

компас. Нишу лучше заглублять в породу по четко выраженному слою или контакту горной породы в горизонтальном направлении. На нижней горизонтальной площадке такой выемки в месте среза наклонного слоя проявится истинное направление его простирания.

Чтобы определить азимут простирания слоя, необходимо компас длинной стороной, на которой расположена линейка, приложить в горизонтальном направлении к линии простирания. Приведя с помощью пузырькового уровня компас в горизонтальное положение, следует взять отсчет по северному концу стрелки. Для определения азимута направления и угла падения слоя на горизонтальной площадке ниши прочерчиваем линию под прямым (90°) углом к линии простирания в направлении падения слоя. Эта линия, соответствующая наибольшему углу наклона, и есть направление падения слоя. Совмещаем с ней компас, установленный горизонтально и направленный лимбом, согласно наклону слоя исчитываем по северному концу азимут падения слоя. Он будет отличаться на 90° от азимута простирания. Для определения угла падения слоя на площадке ниши делаем лопатой вертикальный срез пород по линии падения слоя. Обнажение на этой вертикальной стенке покажет угол падения пласта. Горный компас прикладывают ребром с линейкой в вертикальном положении параллельно линии падения слоя. Отвес на лимбе зафиксирует максимальный угол падения слоя.

Определение элементов залегания можно производить и без подготовки площадки (ниши) в случаях, когда изучаются прочные или сцементированные породы (рис. 31). Для установления угла и направления падения

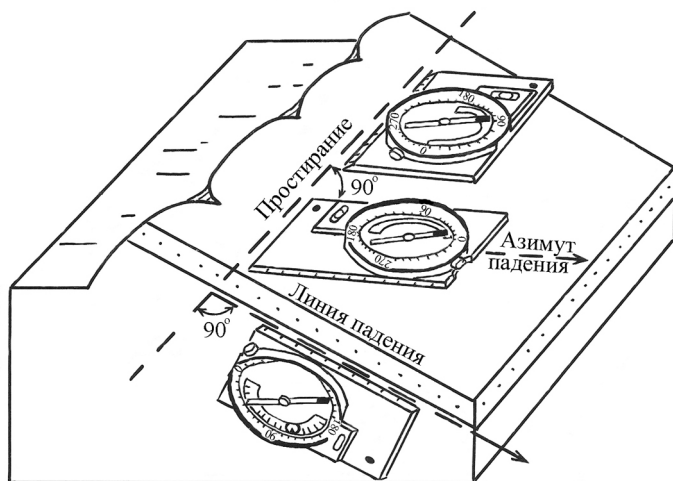


Рис. 31. Определение элементов залегания горным компасом

слоя выбирают наиболее ровный участок поверхности слоя. Горный компас длинной стороной, ближе к которой расположена шкала клинометра, прикладывают в вертикальном положении к поверхности слоя и вращают компас до тех пор, пока отвес не покажет максимальный угол наклона. Этот угол и будет углом падения слоя. Карандашом или каким-либо острым предметом прочерчиваем на поверхности горной породы вдоль ребра горного компаса линию падения слоя. Линия, прочерченная на пласте горной породы перпендикулярно к линии падения, будет направлением простирания слоя. Для определения азимута падения слоя компас прикладывают к линии простирания короткой стороной, направив северный конец компаса по падению слоя. Держа компас в горизонтальной плоскости, по северному концу стрелки читают на лимбе азимут падения слоя. Далее можно вычислить азимут простирания слоя (разница в 90°).

Определение элементов залегания пород в обнажениях можно производить также по видимым наклонам слоя способом трех точек и др. Детальное описание этих методов не входит в задачу данного пособия. Они обстоятельно охарактеризованы в ряде работ [7; 15; 33 и др.].

Элементы залегания слоя записываются в полевом дневнике следующим образом: Азимут падения — ССЗ 350° , угол падения 15° . На карте элементы залегания обозначаются значком Т, который проставляется у точки наблюдения. Более короткой и толстой линией обозначается направление простирания, а длинной и тонкой чертой — азимут падения слоя.

С помощью горного компаса можно также получить данные о происхождении морен, выявить направление движения ледников. С этой целью в обнажении из слоя морены студенты получают горным компасом 100 замеров азимутов и углов падения длинных осей галек, валунов, зерен гравия и 100 замеров азимутов и углов падения плитчатости или плоскостей налегания слойков. Измерения желательно выполнять в одном месте с точностью до $2\text{--}5^\circ$. В полевом дневнике на левой стороне напротив описания слоя морены указывается место измерения, а внизу после описания разреза — результаты замеров ориентировки и наклона галек и отдельно плиток. Исходный полевой материал анализируется на роз-диаграммах или на круговых диаграммах в изолиниях в камеральных условиях. Структурный анализ в моренах обязательно дополняется рисунком или схемой обнажения с показом места массовых замеров галек и плитчатости.

ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Мощностью горных пород называют толщину слоя (пласта) или комплекса геологических отложений. Различают истинную мощность слоя, видимую, вертикальную и горизонтальную.

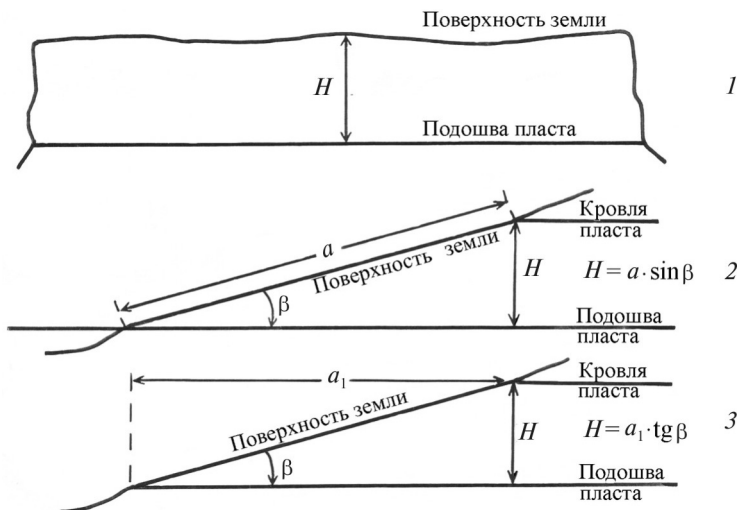


Рис. 32. Определение мощности горизонтального пласта:
 1 — с помощью рулетки; 2 — с помощью клинометра;
 3 — по ширине выхода пласта и углу наклона склона

Истинная мощность слоя измеряется длиной перпендикуляра между кровлей и подошвой слоя. Видимая мощность — это ширина выхода слоя на склоне вкрест его простирания. Вертикальная мощность — расстояние от кровли до подошвы слоя по вертикали. Горизонтальная мощность — расстояние от кровли до подошвы слоя, измеренная в горизонтальной плоскости. Истинную мощность горизонтально залегающего слоя на обнажении можно определить следующими способами (рис. 32): 1) рулеткой перпендикулярно к подошве слоя; 2) с помощью клинометра на горном компасе; 3) по ширине выхода слоя и углу склона и др. [33].

У слоя горной породы с чечевицеобразной формой мощность замеряется дважды: один раз перпендикулярно к подошве — H_1 , второй раз к кровле — H_2 ; $H_{\text{и}} = (H_1 + H_2) / 2$ [15].

При наклонном залегании слоя определение его истинной мощности производится несколькими способами: 1) по видимой мощности, углу наклона слоя и углу наклона склона; 2) по вертикальной мощности слоя; 3) с помощью рулетки, веревки или предварительно размеченной ручки геологического молотка (рис. 33).

Измерение способом вертикальной мощности при малых мощностях и углах падения меньше 15° $\cos \alpha$ близко к 1, и можно считать вертикальную мощность равной истинной мощности. В случае если мощность геологического тела меняется от места к месту, отмечается, что мощность невыдер-

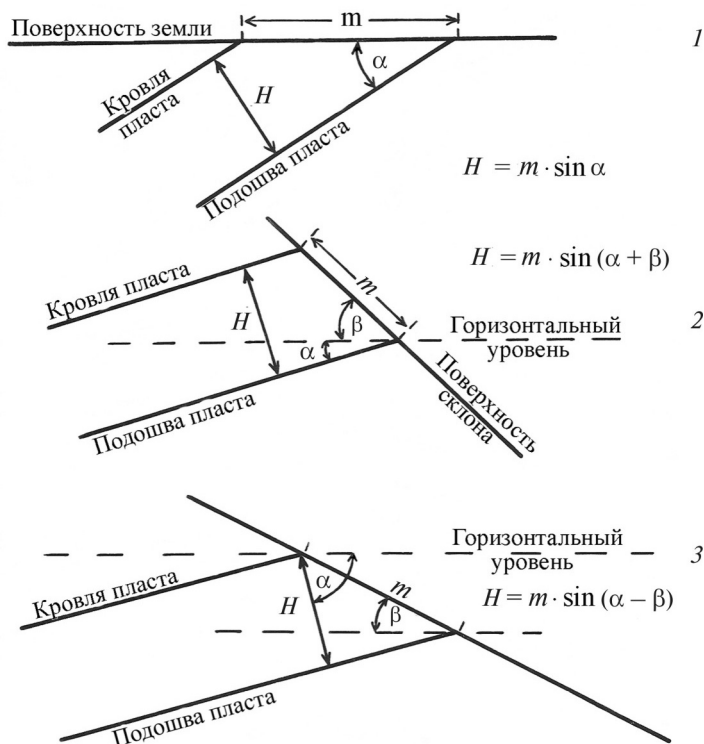


Рис. 33. Определение истинной мощности наклонно залегающего пласта по видимой мощности (1), углу наклона пласта (2) и углу наклона склона (3)

жанна, и указываются минимальная и максимальная величины колебания мощности.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗАЛЕГАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

В слоистой толще различают два основных типа залегания горных пород: согласное и несогласное. В случае *согласного залегания* слои налегают друг на друга параллельно. Каждый слой такой серии повторяет форму залегания как вышележащего, так и нижележащего слоя. Признаками согласного залегания являются волнистые поверхности наслоения, постепенный переход одного слоя или типа породы в другой, отсутствие перерывов в соответствии с непрерывностью отложения серии. Примерами подобного залегания мож-

но считать слои шоколадных глин, алевроитов и тонких песков в озерно-ледниковой толще у д. Гайдуковка близ г. п. Радошковичи; слои озерных и озерно-болотных отложений муравинского межледниковья в обнажении «Заславское» у г. Заславль и др. (см. рис. 8).

Несогласное залегание — это залегание более молодых слоев горных пород на поверхности размыта (или экзарации) древних горизонтальных или дислоцированных слоев. Они отражают перерывы в процессе накопления слоев, которые вызываются тектоническими движениями, эрозией, ледниковой экзарацией.

Известны параллельные и угловые несогласия. Параллельные несогласия проявляются в залегании двух толщ с параллельно расположенными слоями, когда более молодые слои, лежащие над более древними, отделены от них стратиграфическим перерывом. Несогласие устанавливается по выпадению отдельных горизонтов и слоев, резкой смене литологического состава и окаменелостей, контрастному переходу от морских отложений к континентальным, кристаллических пород к осадочным и др. Поверхность, разделяющая обе толщи, бывает очень резко выражена. На ней часто фиксируются неровности различного происхождения и размеров. Примером четкого параллельного несогласия в районе практики является несогласие на границе четвертичной толщи и коренных девонских и меловых пород. Под его поверхностью нередко залегает остаточная кора выветривания, состоящая из продуктов разложения и выщелачивания доломитов, известняков, мергелей, мела и других пород. Сама поверхность несогласия в кровле коренных пород очень резкая и неровная. На ней заметны выступы коренных пород, ложбины, палеодолины и котловины, заполненные среднечетвертичными отложениями, нередко с базальными галечниками на несогласии (рис. 34).

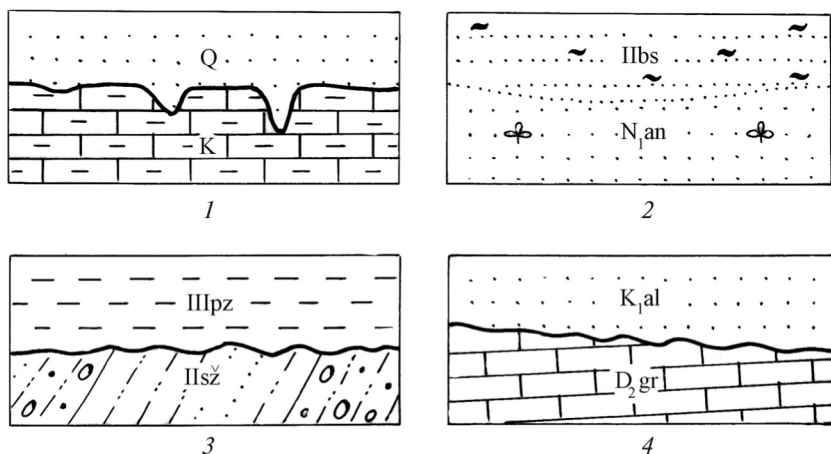


Рис. 34. Типы несогласий:

1 — параллельное; 2 — скрытое; 3 — угловое; 4 — географическое

Если поверхность несогласия малозаметная и характеризуется постепенными переходами, говорят о скрытой форме параллельного несогласия. Такое несогласие устанавливается путем тщательного изучения палеонтологических остатков и изменения минералого-петрографического состава пород. Скрытые несогласия установлены в озерно-аллювиальной толще неогеновых и брестских пород. Выражены они сменой озерно-аллювиальных и аллювиальных песков песками полевошпатово-кварцевого состава, с различными ассоциациями растительных остатков на границе четвертичных и неогеновых слоев.

Угловое несогласие характеризуется перерывом между толщами, имеющими различный угол наклона. Поверхность несогласия пересекает под углами нижние слои и располагается субпараллельно напластованию верхней, более молодой толщи. Угловое несогласное залегание имеют дислоцированный кристаллический фундамент и горизонтальные слои платформенного чехла, напорные конечные морены и перекрывающий их чехол лессовидных отложений и др.

При очень малом различии в угле наклона (менее $1-2^\circ$) слоев несогласное залегание становится заметным при исследовании всей площади полигона, когда выясняется, что нижняя толща постепенно срезается верхней. Примером таких соотношений, получивших название географического несогласия, служит залегание меловых и палеогеновых отложений на девонских слоях.

Если толщи по обе стороны несогласия имеют различную ориентировку, то такое несогласие называется азимутальным. Наиболее заметно оно проступает во взаимоотношении напорных конечных морен Ивенецко-Минского массива (минская стадия сожского оледенения) и фронтального Воложинско-Логойско-Докшицкого пояса (ошмянская стадия). Минские конечные морены и конечные морены более поздней ошмянской стадии в районе практики имеют различные простирания и углы падения. Первые падают под углом менее 45° к северо-западу, вторые — более 45° к северу. На рис. 6 видно, как на отрезке между д. Раков и г. Заславль субмеридионально ориентированные конечные морены минской стадии срезаны субширотно вытянутыми моренами напора более поздней стадияльной подвижки. Линия контакта между разновозрастными напорными конечными моренами сопровождается чешуйчатыми гляциодислокациями, гляциотектонической брекчией, разрывами, зоной дробления пород, зеркалами скольжения.

В поле характеризуются следующие важные особенности в залегании пород. Устанавливают, согласно или несогласно залегают слои. При несогласном залегании отложений описывают распространение несогласия. Определяют условия залегания пород под и над поверхностью несогласия: параллельно, под разными углами. В случае параллельного залегания пород между собой отмечают выпадение отдельных слоев или горизонтов. Перерыв в стратиграфической последовательности должен подтверждаться путем исследования палеонтологических остатков (иметь изменения литологического состава пород и другие доказательства). При угловых несогласиях фиксируются различные углы залегания пород под поверхностью залегания и над ней. Описывают различия в простирании в несогласно залегающих толщах.

Изучается, резко или слабо выражена поверхность несогласия. В ее морфологии отмечают наличие неровностей в виде выступов, карманов, трещин, клиньев, ложбин, волнистости и др., а в структуре анализируют породы, несущие следы размыва, обитания различных организмов, гляциотектонических процессов, древнего выветривания, морозного воздействия и др.

ДИСЛОКАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД

Дислокациями называются нарушения первоначального залегания горных пород. В районе практики представлены дислокации, возникшие в процессе тектонических движений земной коры и экзотектонические нарушения, вызванные действием покровных материковых оледенений, силы тяжести на склонах, многолетней мерзлотой, ударами метеоритов, суффозионными явлениями и т. п. Среди них в карьерах наиболее широко распространены гляциодислокации — нарушения, обусловленные действием ледников. По мнению Э. А. Левкова [20], гляциодислокации представляют собой уменьшенную природную модель тектонических нарушений.

На территории учебного полигона ведутся наблюдения складчатых дислокаций, разрывных нарушений и трещиноватости.

Складчатые дислокации устанавливаются в четвертичных отложениях на стенках многих карьеров вблизи г. п. Радошковичи, городов Минск, Заславль и других участков. При описании складок в первую очередь устанавливают характер их взаимоотношений с прилегающими, перекрывающими и подстилающими толщами; определяют размеры и морфологию структур; выявляют, какие типы отложений участвуют в их строении. Указывают название (элементарный тип) складки: антиклиналь, синклиналь, нейтральная складка. Ширину складки измеряют в ее поперечном разрезе по расстоянию между перегибами одноименных форм. Амплитуда складки определяется по величине между шарнирами по одному слою в синклинали и антиклинали, измеренной по направлению осевых плоскостей. Измерив по вертикали разницу в гипсометрическом положении этих шарниров, получим высоту складки (рис. 35). В случаях когда наблюдается вся структура, например она выражена в рельефе, по шарниру следует определить длину складки. В зависимости от соотношений длины складки и ширины изучаемые структуры относят к линейным (более 6 : 1), брахиморфным (6—3 : 1) либо изометричным (более 3 : 1) куполам и мульдам. Замеряют наклоны осевых плоскостей и крыльев относительно горизонта. Это позволит установить пространственный тип складки. По морфологии крыльев и свода складки могут быть острые, выпуклые, сундучные, веерообразные, флексуры и др. (рис. 36).

Затем выясняют зависимость характера складки от литологических особенностей породы, изучают изменение мощности, углов наклона всех слоев, распределение трещин в разрезе складки. Важно фиксировать мощность смятых в складку слоев на ее крыльях, в замковой части и ядре. Для слойков рыхлых пород почти всегда характерны некоторые изменения мощностей. Если слойки

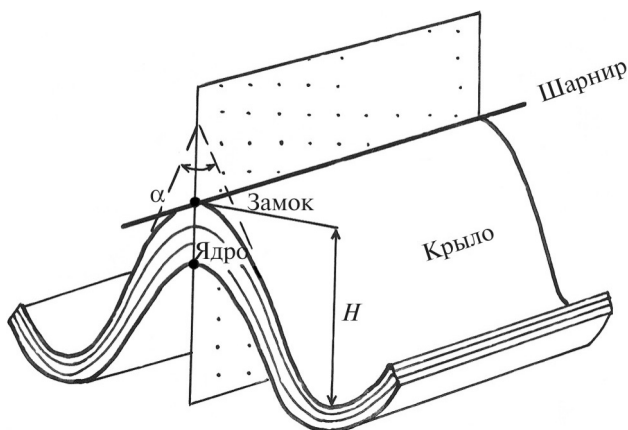


Рис. 35. Морфологические элементы складки:

α — угол складки; H — высота

имеют постоянную мощность во всех частях складки, как на смятой пластине резины, такие складки относятся к типу концентрических. Подобной складкой будет названа структура, у которой мощность слоев увеличивается в сводах, а углы наклона слоев в крыле складки одинаковы и не меняются с глубиной. В случае внедрения (инъекции) материала одних слоев в пространство других регистрируются диапировые складки. Чаще всего формы диапиризма проявляются в основной морене и породах ледникового субстрата. В качестве инъецирующих у гляциодиапиров выступают рыхлые и пластичные породы: пески мелкие и тонкие, алевроиты, глины, супеси и суглинки (рис. 37).

К самостоятельной задаче изучения складки относится определение ее пространственной ориентировки. Для этого необходимо выяснить положение оси, шарнира и других элементов. Измерить пространственное положение элементов складки легче в обнажениях, плоскость которых сечет структуру перпендикулярно простирацию ее шарнира. Горным компасом ранее описанным способом делают замеры азимутов простираения, падения и углов падения крыльев, оси, а иногда и шарнира складки и выявляют пространственное положение складки.

Данные геологического изучения складок сопоставляются с формой рельефа. Решаются следующие вопросы: насколько складки или их сочетания по своим размерам соответствуют конфигурации и размерам форм рельефа, в создании которых они участвуют; создана ли форма рельефа одной структурой или несколькими.

Описание складок должно иллюстрироваться рисунками и фотографиями непосредственно в обнажениях. Указанные выше признаки позволяют определить их происхождение и установить принадлежность к складкам продольного изгиба, поперечного изгиба или нагнетания.

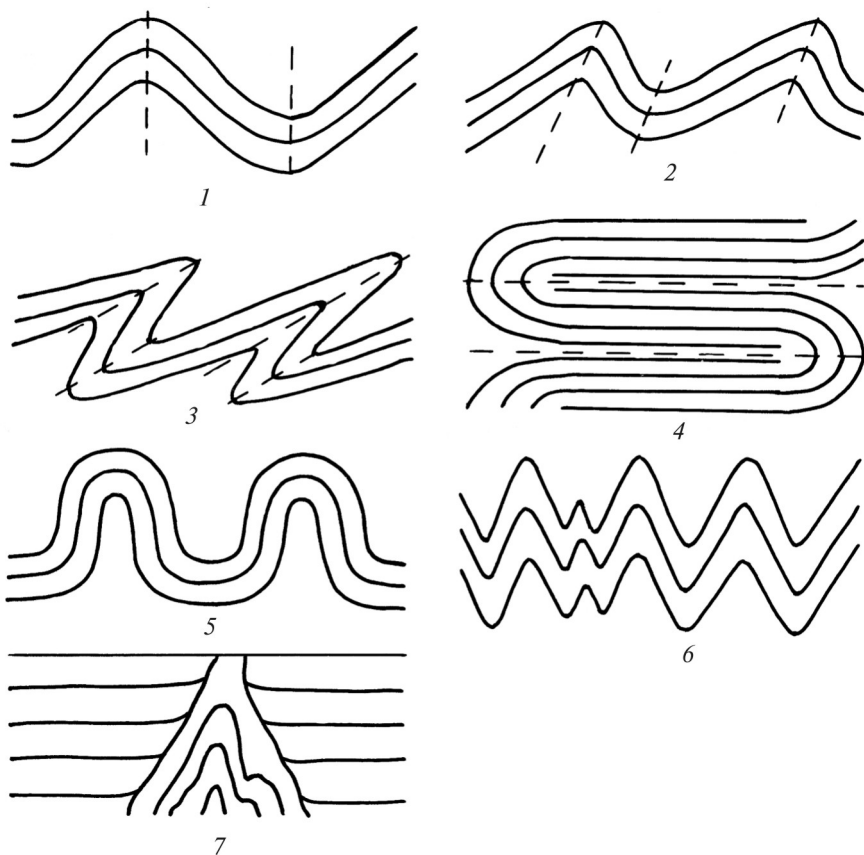


Рис. 36. Категории складок относительно горизонта:

1 — прямые; 2 — косые или наклонные; 3 — опрокинутые; 4 — лежащие складки, различающиеся мощностью слоев в замках и крыльях; 5 — концентрические; 6 — подобные; 7 — диапировые

Разрывные нарушения выступают в форме трещин и разрывных смещений. *Трещины*, или разрывы без смещения, встречаются в отложениях и структурах напорных конечных морен, насыпных гряд, камов, озов и др. Они бывают мелкими, рассекающими лишь отдельные слои, и крупными, затрагивающими толщу в целом. По ширине трещины подразделяются на тонкие (до 2 мм), мелкие (2—5 мм), средние (5—20 мм) и крупные (20—100 мм).

Происхождение трещин обусловлено тектоникой и гляциотектоникой. На территории Минского полигона преобладают гляциотектонические трещины (скалывания, растяжения, сплющивания, отрывы и др.). Они разви-

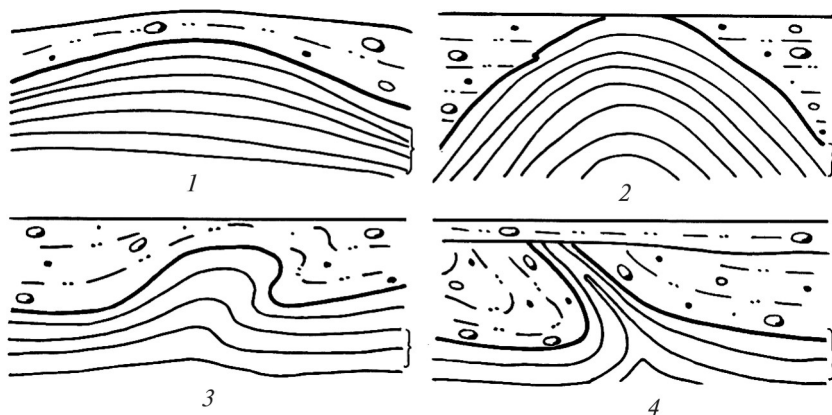


Рис. 37. Инъективные формы:

1 — глянцоподушка; 2 — глянцокупол; 3 — глянцодиапир; 4 — глянцодайка

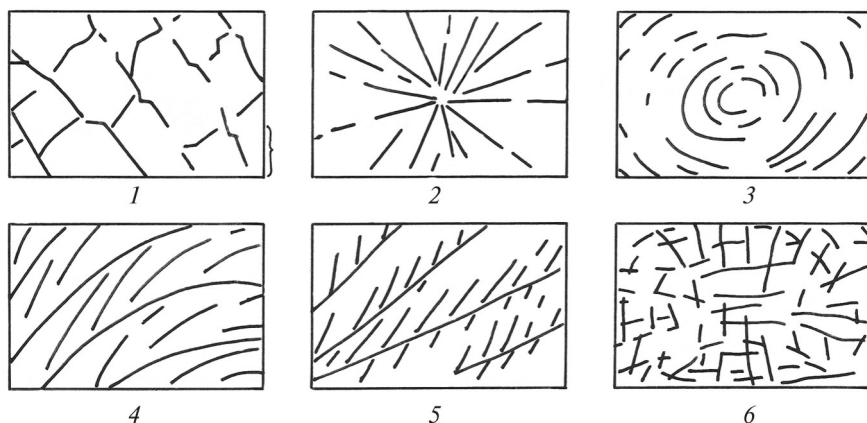


Рис. 38. Типы трещин и их сочетания:

1 — ромбовидная сеть; 2 — радиальные трещины; 3 — концентрические;
4 — кулисные; 5 — перистые; 6 — «черепаховая структура»

лись в связи со сжатием, растяжением горных пород под влиянием ледника, а также при обрушениях и просадках материала на грунт, когда исчезал ледник. Их можно наблюдать визуально при осмотре любого обнажения, но чаще всего в конечно-моренных напорных и водно-ледниковых образованиях. Трещины, как правило, объединяются в системы, образующие сетки правильных очертаний (рис. 38).

При изучении трещиноватости в обнажениях производятся следующие наблюдения. Устанавливается расположение деформаций в толще. Замеряются

горным компасом азимуты простираения и углы падения трещин. Определяется выраженность и протяженность разрывов. Описывается их ширина и внешний вид: прямолинейные, кривые, ровные, неровные, гладкие, шероховатые, волнистые. Выясняется характер закрытости, наличие штрихов, зеркал скольжения на стенках трещин; присутствие пленок кальцита, следов ожелезнения, обмарганцевания, перетертости, а также состав материала в трещинах. Наблюдаются соотношения трещин с простираением слоев. Фиксируются смещения слоистости. Указывается присутствие различных систем разрывов и их ориентировка; характеризуется форма отдельностей породы, ограниченных трещинами (ромбовидная, пластинчатая, кубическая, треугольная и т. д.). Запись итогов полевого изучения трещиноватости в толще помещается после ее описания.

Для статического изучения трещиноватости на поверхности обнажения горным компасом измеряют азимуты простираения и углы падения по возможности большего количества не менее 100 трещин. Полевые замеры заносятся в таблицы азимутов простираения и углов падения.

Разрывные смещения в районе практики относятся в основном к ледниковым дислокациям. Это гляционадвиги, гляциошарьяжи, взбросы, сбросы, складко-надвиги и др. (рис. 39).

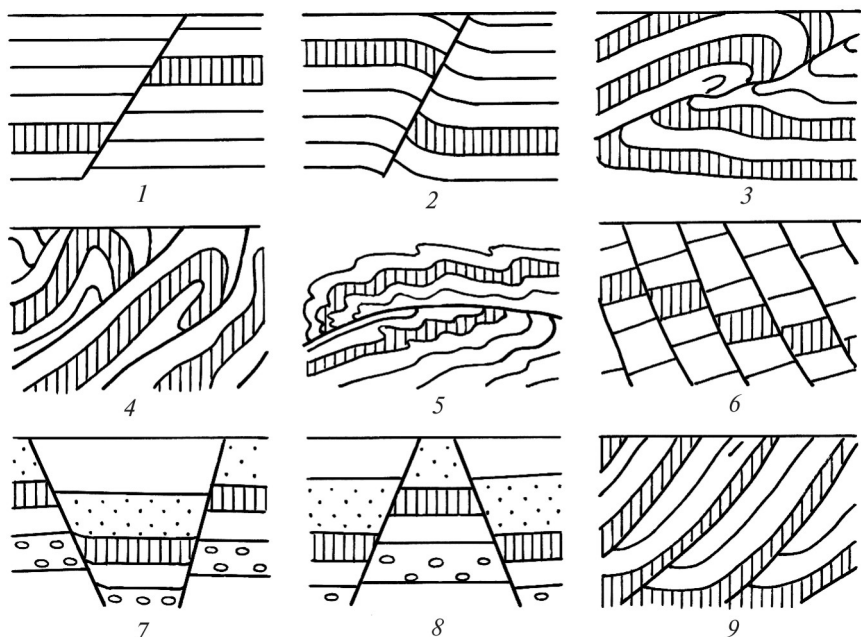


Рис. 39. Формы разрывных нарушений:

- 1 — сброс; 2 — взброс; 3 — надвиг; 4 — чешуйчатые складко-надвиг;
5 — гляциотектонический покров; 6 — ступенчатый сброс;
7 — грабен; 8 — горст; 9 — чешуйчатые надвиги

Гляционадвиги — это надвиги, вызванные воздействием ледника на породы ложа. Они зарегистрированы в структуре напорных конечных морен (карьеры у Радошковицей, на западе Минска). Признаками надвигов являются: наличие наклонной плоскости разрыва, по которой один блок горных пород надвинут на другой. Угол наклона этой плоскости меньше 45° , но больше 10° .

Взбросами называются разрывы с крутыми (более 45°) сместителями и поднятыми висячими крыльями. Надвиги в сочетании со складками слоев — это *складко-надвиги*. Многократное повторение складко-надвигов на площади приводит к образованию скибового (чешуйчато-складчатого) строения. Многоярусные наборы надвигов создают чешуйчатое строение. Мощные пакеты, перемещенные ледником на большие расстояния по пологоволнистой поверхности положе 10° и деформированные им в сложные системы складок и чешуй, называются *гляциошарьяжами*. Амплитуда горизонтального перемещения ледником надвигов и складко-надвигов может достигать нескольких сотен метров — первых километров, а гляциошарьяжей — 15—20 км.

Сбросы — это вертикальные и крутонаклонные разрывы с опущенным висячим крылом. Сбросы часто комбинируются попарно, образуя сбросовые впадины — *микрограбены* — или выступы — *микрогорсты*. Распространены также ступенчатые сбросы. Они имеют почти параллельные сбрасыватели и крылья, последовательно опущенные одно относительно другого. Сбросы являются следствием растрескивания горных пород в результате обрушения и просадок на стадии деградации ледникового покрова. Эти структуры в основном осложняют водно-ледниковые отложения с признаками ледникового контакта. Амплитуда смещения по сбросам достигает 1—3 м. Такие формы особенно широко представлены на камах, озах, надледниковых конусах выноса и дельтах, гляциокарстовых западинах.

Среди тектонических структур в районе практики выделяются глубинные разломы, сбросы, сдвиги, зоны трещиноватости, кольцевые структуры и др. Многие тектонические структуры нашли отражение в поверхности фундамента и дочетвертичных отложений [9; 10; 14]. На полевой практике можно встретить отдельные свидетельства активных разломов, зон трещиноватости, кольцевых структур. Эти структурные формы чаще всего осложняются развитием на них гляциодислокаций.

Разрывные нарушения изучаются в следующей последовательности. В первую очередь устанавливается расположение разрыва: на периферии, в центре толщи. Разрыв прослеживается по толще и выясняется, полностью или частично и на какую часть он рассекает массив. Определяется положение разрыва в массиве, угол наклона, азимуты простирания и падения. Отмечается характер прослеживания (одиночно или сериями), фиксируется их ориентировка (субпараллельная, перекрещивающаяся) и направленность. Описываются особенности строения разрывной зоны и изменения в прилегающих породах: зеркала скольжения, зоны перетирания, дробления и брекчирования. Изучается строение и состав крыльев, устанавливается, какое крыло является поднятым или опущенным, в каком направлении такое крыло надвинуто или

сброшено. Выясняется соотношение разрыва с приразломными складками. По собранным данным определяется принадлежность разрыва к одному из морфологических типов: надвигу, взбросу, шарьяжу, сбросу, складко-надвигу. Выясняется амплитуда разрыва. Оценивается значение разрывов в образовании грабеноподобных провалов, горстообразных трапеций, чешуйчатой и скибовой структуры. Выявляется роль структур и их сочетаний в возникновении форм рельефа и обусловленности особенностей их внешнего облика.

ИЗУЧЕНИЕ РЕЛЬЕФА И СОВРЕМЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В ходе полевых работ студенты должны научиться распознавать и описывать основные формы рельефа и современные геологические процессы. Диагностика рельефа и процессов необходима для геолога при изучении геологического строения, поисках полезных ископаемых, оценке природных рисков и т. д.

Изучение рельефа производится в местах, где наблюдается отчетливое его выражение в поверхности или расположены обнажения. Здесь при описании студенты должны стремиться отразить следующие положения.

Выделить морфографическую разновидность или внешний вид рельефа. Например, определяют грядово-холмистый рельеф. Перечисляют, какие выпуклые формы создают такой рельеф — гряды, вытянутые холмы. Обычно удлиненные положительные формы разобщаются отрицательными формами — ложбинами, балками, оврагами, речными долинами или участками равнинного рельефа. Устанавливаются главные черты плановой упорядоченности удлиненных форм рельефа. Она может быть линейной, фестончатой, субпараллельной, веерообразной, дугообразной, кулисообразной, сетчато-ячеистой и др. (рис. 40). В холмистом рельефе определяют крупные холмы и как они расположены: близко друг от друга или разреженно. Описывают их форму в плане, которая бывает изометричная, округлая, вытянутая и др. В пределах холмистых участков фиксируют имеющиеся понижения, западины, котловины и оценивают их внешний облик.

Привести морфометрическую характеристику рассматриваемого рельефа. Описывается гипсометрическое положение изучаемых форм над уровнем моря. На местности шагами или визуально измеряются длина, ширина формы, горизонтальные расстояния между вершинами соседних форм, длина склонов. С помощью ватерпаса или по карте устанавливаются относительные превышения и глубины. Углы наклона склонов определяются горным компасом. Морфометрические данные дают возможность выявить расчлененность рельефа, установить соотношения между соседними формами и разобщающими их понижениями, проследить форму склонов, их симметричность или асимметричность. В дневнике полезно отражать наиболее важные особенности морфометрии форм схематическими зарисовками и про-

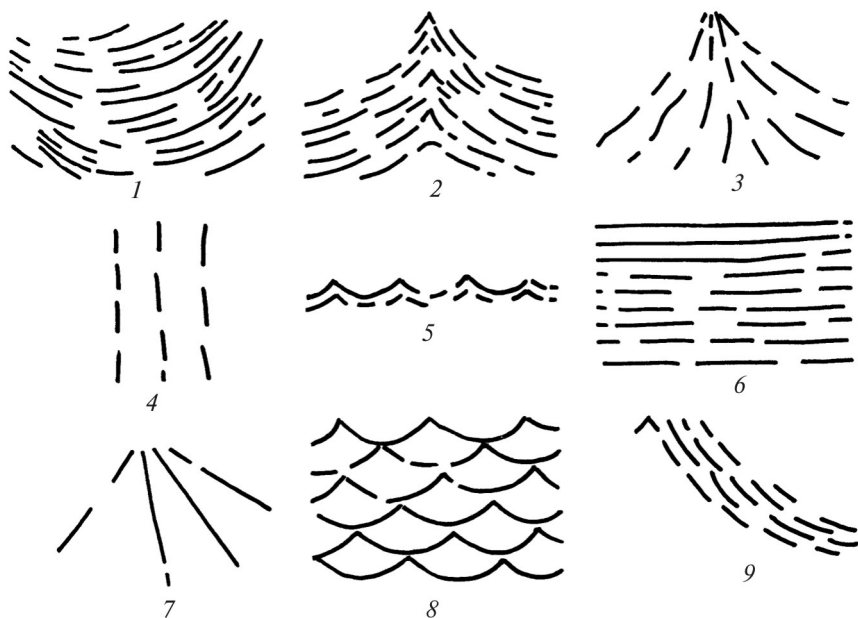


Рис. 40. Упорядоченность форм рельефа:

1 — дугообразная концентрическая; 2, 3 — разновидности веерообразной упорядоченности; 4 — простейшая линейная упорядоченность одиночных форм; 5 — фестончатая; 6 — субпараллельная линейная; 7 — радиальная; 8 — сетчато-ячеистая; 9 — кулисообразная

филиями (рис. 41). Установить происхождение форм рельефа можно уже по внешнему виду. В простых случаях некоторые формы рельефа несут в себе характерные генетические признаки. Например, озы, камы, зандры, лимногляциальные равнины, биогенные, флювиальные формы и др.

Для точного определения природы формы необходимо установить соотношение внешнего облика и размера со строением геологических тел и структур, которые ее образуют. Наиболее удачно это выполняется при наличии разрезом форм. Изучая обнажение, необходимо отметить главную особенность в залегании отложений — залегают ли слои горизонтально и образуют сплошной покров, наклонно в виде круто- или пологопадающих чешуй или образуют складку. Если форма создана складчатыми и скибовыми гляциоструктурами и имеет продолговатую (прямолинейную, дугообразную, фестончатую, вилкообразную) форму в плане, то она является конечно-моренной грядой или холмом. В случаях когда вскрываются недеформированные отложения, в зависимости от состава пород, которыми эта форма сложена, она может быть флювиогляциальной, ледниковой, лимногляциальной и т. д. По выражению в рельефе относим ее либо к равнине (плоской, волнистой, слабовсхолмлен-

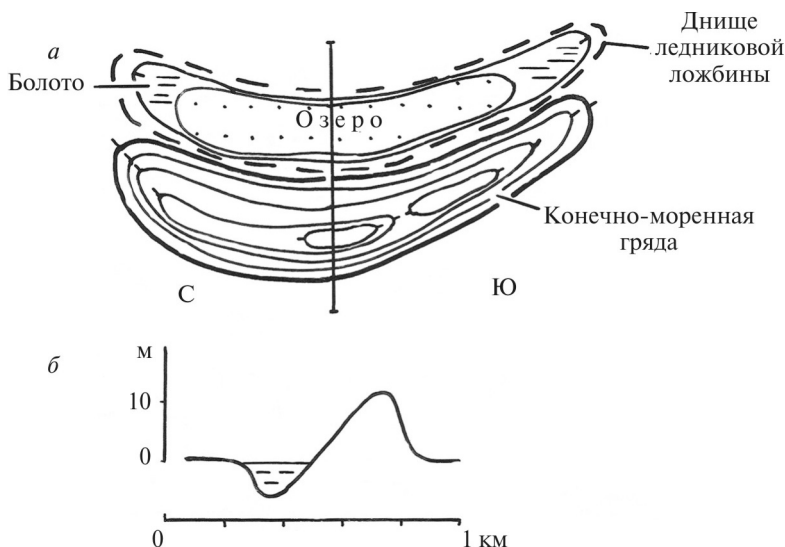


Рис. 41. Соотношение ледниковой ложбины и напорной конечно-моренной гряды: а — в плане; б — в поперечном разрезе

ной), либо к холму, гряде. При описании моренных форм следует обращать внимание на структуру и текстуру. По геологическому разрезу следует установить, содержатся ли в морене структуры и текстуры вязкопластического течения льда внедрения пород ложа в ледник или оползания, или стекания пород. По особенностям структуры, текстуры и морфологии определяем происхождение формы рельефа — донно-моренная равнина, моренный холм, кам с покрышкой абляционной морены.

При диагностике водно-ледниковых форм следует обращать внимание на структуру и внешний облик. Изгибы слоистости в виде пологих складок и серии сколов на их крыльях со смещением слоистости — это признаки, которые позволяют отличить внутри- и надледниковые формы (озы, камы, насыпные гряды-увалы) от приледниковых форм (зандры, дельты, конусы выноса). Камы, озы можно различать не только по форме, но также и по степени развития отложений русловых потоков или застойных вод над- и внутриледниковых озер. Надледниковые конусы выноса и дельты отличаются от озоев веерообразным расположением и увалистым обликом гряд и пологими очертаниями холмов, вытянутых вдоль направления течения талых ледниковых вод.

При описании ледникового и водно-ледникового рельефа указывается морфологический тип рельефа. Описывается пространственное расположение на площади, абсолютные отметки форм, расчлененность, внешний вид рельефа и вид в плане. Отмечается протяженность, ширина, относительные высоты (глубины), крутизна склонов, характер вершин, склонов отдельных

холмов и гряд. Рассматривается форма эрозионных ложбин, балок, микроформы, соотношение внешнего облика формы с составом и текстурой геологических тел и гляциодислокациями, происхождение элементов рельефа.

Речные долины изучаются следующим образом. Характеризуется долинная сеть в целом, отмечаются составные элементы, указывается принадлежность к морскому бассейну и средняя ее густота. Осматривается наблюдаемая часть долины, ее расположение, форма в плане, ширина, глубина, склоны, вид поперечного морфологического профиля (ящикообразный, V-образный или U-образный), изменения характера сечения на разных участках и причины этого.

Описывается пойма и надпойменные террасы — их расположение в долине, высота над урезом реки, ширина, наклон и микрорельеф, литология пород. Исследуются коренные склоны — симметричные или асимметричные. Указывается их высота, крутизна и профиль (выпуклые, прямые, вогнутые, ступенчатые). Отмечается расчлененность, мелкие формы рельефа (оползневые террасы, эрозионные борозды, делювиальные шлейфы), характер перехода долины в водораздел (резкая бровка, постепенное выполаживание). Анализируется геологическое строение, наличие выходов грунтовых вод у подошвы.

Изучение оврагов и балок начинают с определения степени развития овражно-балочной сети. Обозначают приуроченность ее к ложбинам стока талых ледниковых вод, придолинным полосам рельефа. Освещают морфологию балок и оврагов, уясняют различие между ними. Устанавливают связь с геологическим строением. Характеризуются конусы выноса и базисы эрозии. Описание балок и оврагов сопровождается зарисовками, профилями и фотографиями.

Изучение современных геологических процессов. В настоящее время поверхностные отложения и рельеф испытывают воздействие целого комплекса геологических процессов. Среди них наибольшее площадное развитие имеют овражная и склоновая эрозия, аккумуляция, подтопление, заболачивание и суффозия (см. рис. 18). Студенты должны научиться распознавать действие этих процессов, правильно оценивать площадь распространения и тенденции развития.

Действие современных процессов может быть установлено по образуемым формам рельефа, накоплению специфических отложений или путем непосредственного наблюдения самого процесса в момент его проявления. На маршруте студентам требуется обращать пристальное внимание на геологические свидетельства того или иного процесса, организовывать точки наблюдения и подробно описывать подобные явления.

Признаками овражной эрозии являются балки, овраги, свежие промоины и рытвины на склонах, а также шлейфы и конусы выноса пролювиально-делювиальных отложений на их днище и в устьях. Необходимо установить особенности линейной эрозии в исследуемом полигоне, отметить территории, где она проявляется наиболее широко, а где — в наименьшей степени. Для отдельных участков этих территорий можно вычислить плотность (количество оврагов на 1 км^2) и густоту (в $\text{км}/\text{км}^2$) овражно-балочной сети. Факторы, способствующие ее протеканию на том или ином участке, определяются путем

выявления связи между развитием овражности и районами залегания легко-размываемых лессовидных пород, первичной расчлененностью ледникового рельефа, уклонами поверхности и гидросетью. Для установления тенденций протекания линейной эрозии нужно знать возраст и стадию развития оврагов. Этот вопрос решается путем изучения морфологии и геологического строения эрозионных форм в поле. Анализируются размеры оврагов в длину, форма в плане, наличие отвержков, ширина, глубина. Описываются микрорельеф дна, крутизна склонов и их задернованность. Отмечается характер поперечного профиля на нижнем, среднем и верхнем участках, а также продольного профиля. Изучается масштаб развития пролювиальных шлейфов на дне и конусов выноса в устьях оврагов, их строение. Обследуются отложения бортов оврагов.

О древнем возрасте (позднесоюзско-позднепоозерском) и стадии дряхлости в развитии эрозионных форм могут свидетельствовать разветвленная древовидная форма в плане, многочисленные отвержки 2—3 порядков, большие протяженность, ширина и глубина, ложинообразный вид с плосковогнутым дном и задернованными выположенными склонами, выработанный вогнутый продольный профиль, мощные пролювиально-делювиальные шлейфы на дне и конусы выноса в устьях; наличие линз муравинских межледниковых отложений в основании либо среди балочных образований, базисы эрозии — надпойменные террасы рек, облекающее залегание покрова лессовидных отложений в овраге, ключи, ручьи и болота на дне. В этом случае можно говорить, что в настоящее время развитие оврагов почти завершилось или очень слабое.

Овраги, растущие на современном этапе, имеют черты «юности» и «зрелости». Они представляют собой свежие промоины, рытвины и активные овраги с невыработанным выпуклым продольным профилем и значительной скоростью роста. Им свойственен V-образный вид, крутые склоны, узкие днища, нередко с временными ручьями. В устьях оврагов наблюдаются молодые конусы выноса. Такие овраги указывают на интенсивное протекание линейной эрозии. Следует отметить скорость роста рытвин и оврагов. Выяснить, ослаблена или, наоборот, усилена эрозия хозяйственной деятельностью человека, и требуется ли принятие мер безопасности.

При изучении плоскостного смыва и аккумуляции требуется обратить внимание на следующие моменты. Указать участки с минимальным смывом и районы, где поверхностный смыв и аккумуляция протекают более активно. Установить региональные особенности рельефа и структуры территории, от которых зависит формирование плоскостного стока. Определить, в пределах каких форм рельефа и их частей проявляется плоскостной смыв. Отметить преобразования земной поверхности, связанные с плоскостной эрозией: удаление верхнего слоя грунта, покрытие склона сетью микрорусел, уменьшение высоты гряд и холмов, образование делювиально-пролювиальных склонов, плащей, шлейфов и т. д.

Процессы подтопления и заболачивания исследуются путем изучения территорий с высоким уровнем залегания грунтовых вод. Анализируется распространение болот и подтопленных земель. Устанавливается их приуроченность к определенным формам рельефа, побережьям водохранилищ и др.

Описываются условия, благоприятствующие заболачиванию и подтоплению. Устанавливаются площадь и мощность торфяников, микрорельеф, тип болота. Оценивают изменения в интенсивности заболачивания и подтопления в связи с мелиорацией и освоением таких территорий.

В ходе изучения суффозионных процессов необходимо отметить следующее: на территории каких районов представлена суффозия; роль лессовидных пород, возвышенных слабосхолмленных и пологоволнистых поверхностей, характера залегания уровня грунтовых вод в создании благоприятных условий для ее развития; выражение суффозионных процессов на поверхности; внешний облик, форму в плане и размеры суффозионных понижений; характер расположения (в виде цепочек, поодиночно, массивов) и их плотность (штук/км²); интенсивность проявления суффозии; настоящее состояние суффозионных западин, хозяйственное освоение территорий с развитием суффозионных форм рельефа.

Явления овражной эрозии, плоскостного смыва, заболачивания, суффозии и другие фотографируются или зарисовываются в полевых дневниках. Места наблюдения современных процессов отмечаются на карте.

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В пределах района практики преобладающее значение имеют нерудные полезные ископаемые, главным образом строительные материалы — песчано-гравийные отложения, пески, глинистые породы, а также торф.

Поиски полезных ископаемых проводятся на основе изучения поисковых предпосылок и признаков. Поисковые предпосылки — это факторы и особенности геологического строения, определившие размещение полезных ископаемых. Для поисков стройматериалов важно учитывать специфические особенности гляциоструктуры Минской возвышенности. Эти факторы студенты изучают на учебном полигоне.

На наличие полезных ископаемых указывают поисковые признаки: косвенные и прямые. Косвенные признаки показывают на возможность обнаружения полезного ископаемого в данном месте. Например, геоморфологический признак — камовый холм может быть выражением в рельефе скопления песка. Прямые признаки указывают на конкретное проявление полезного ископаемого: выходы на поверхность, старые карьеры, ямы и т. д. После обнаружения признаков полезного ископаемого проводится обследование с целью установления его количества. В случае незначительных запасов полезное ископаемое следует задокументировать как проявление, не имеющее практического значения в настоящее время. В поле изучают все встреченные проявления или месторождения по следующему порядку [15]. Указывается адрес и вид проявления полезного ископаемого с нанесением его местоположения на полевую карту и описанием положения в рельефе. Описываются условия залегания, форма залежи полезного ископаемого, его площадь и мощность. Отмечаются технологические свойства полезного ископаемого и процентный состав

его во вмещающих породах. Подробно приводится геологическое описание отложений, вмещающих полезное ископаемое, их мощность, элементы залегания, дислоцированность. Производится отбор образцов полезного ископаемого, точный адрес места взятия и краткая характеристика состава каждого образца. Подсчитываются примерные запасы полезного ископаемого и мощность вскрыши, гидрогеологические и горнотехнические условия. Указывается способ добычи, форма карьеров, их расположение, устанавливается величина добычи и цели использования полезного ископаемого.

В поле все встреченные в маршруте карьеры, закопушки, шурфы, участки развития различных полезных ископаемых наносятся на бригадную карту полезных ископаемых соответствующими условными знаками (см. рис. 19). Важнейшие виды полезных ископаемых района практики рассмотрены в главе 3.

Гравийно-песчаные отложения и песок при изготовлении строительных материалов служат заполнителями. В этом случае к ним предъявляются требования в отношении гранулометрического состава, содержания глинистых и пылеватых частиц, а также химически вредных примесей. Гравийно-песчаная смесь должна включать как крупные, так и мелкие фракции, иметь малое количество (не > 35 % массы) зерен пластинчатой и игольчатой формы и выветрелых (не более 15 %) зерен. Присутствие пылевато-глинистых, органических примесей, сульфидных и сульфатных соединений, доломитов, фосфора понижают прочность бетона и способствуют его разрушению. При описании гравийно-песчаных пород необходимо определить ориентировочное содержание разных фракций (пылевато-глинистой, песчаной, гравийной), количество прочных и морозостойких зерен гравия, пылевато-глинистых и вредных примесей.

Глинистые породы в качестве материала для изготовления кирпича должны хорошо формоваться, не деформироваться и не трескаться при обжиге и сушке, могут содержать не более 5 % песка. В этих глинах вредными примесями считаются крупные гальки, кусочки известняка и т. п. При оценке качества глин и суглинков, которые предполагается использовать как керамическое сырье, необходимо отдавать предпочтение породам, обладающим высокой пластичностью, связующими свойствами. Глины с включением зерен известняка и доломита, крупных обломков пород и других вредных примесей и растворимых солей непригодны.

Глава 5

КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА

Камеральный период практики начинается сразу после окончания полевых маршрутов. Цель его — обработка всех материалов и написание отчета о геологической практике. Однако еще в полевой этап необходима текущая обработка собранного фактического материала. Она производится после окончания маршрута ежедневно в камеральных условиях.

Цель текущей обработки полевых наблюдений — систематизация и приведение в порядок полевого геологического материала. На основе обработанных и обобщенных полевых данных пишется отчет о геологической практике. Ежедневно после возвращения с полевых работ в камеральное время студенты просматривают записи в полевой книжке. Выправляют, по необходимости уточняют и дополняют их новыми данными. Анализируются факты, полученные за день. Наиболее важные из них подчеркиваются в кратком резюме в конце описания каждого маршрута. Приводятся в порядок коллекции, вносятся уточнения полевого названия породы. По возможности, определяются остатки фауны и флоры и устанавливается возраст вмещающих отложений.

В ежедневное камеральное время строится черновой вариант полевой геологической карты, составляются различные геологические схемы, рисунки, разрезы описанных в маршруте обнажений пород, печатаются пробные фотографии.

Послеполевая обработка материала состоит в приведении в порядок коллекций минералов и горных пород, установлении петрографического состава и ориентировки гравия и галек, анализе ориентированных текстур и разрывов, определении ископаемой флоры и фауны, построении геологических разрезов и карты, составлении отчетной графики и в написании отчета.

ПОДГОТОВКА КОЛЛЕКЦИЙ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

Собранные в поле коллекции распаковываются и разбираются каждой бригадой самостоятельно. Образцы минералов и горных пород раскладываются по порядку их номеров, при этом проверяют соответствие образца записи в полевой книжке. Проводится сквозная нумерация, и составляются этикетки разложенных образцов. На образце белой эмалевой краской замазывается площадка, где тушью пишется номер образца и коллекции. Образцы помещают в плоские картонные коробки. Затем составляется каталог образцов. В нем указываются номер образца и обнажения, место взятия образца и возраст толщи, приводится научное определение минерала или породы.

Минералы устанавливаются по диагностическим признакам, которыми служат твердость, блеск, цвет минерала и цвет черты, спайность, излом, форма кристаллов, плотность, химический состав, форма нахождения в природе. Горные породы определяются путем анализа цвета, структуры, текстуры, минерального состава, слоистости и т. д. Названия минералов и горных пород уточняются по определителям [11; 12; 31]. Образцы просматриваются под микроскопом. Часть пород анализируется спектрографически.

Каталог минералов и горных пород помещается в отчет. После защиты отчета вся коллекция разделяется на три части. Первая из них подлежит передаче геологическому музею и предназначена демонстрировать исследуемый полигон; вторая часть сохраняется как коллекция полезных ископаемых; третья будет использоваться непосредственно в обучении студентов-геологов. Остальной материал выбрасывается.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРАВИЯ И ГАЛЬКИ

Образцы гравия и гальки содержатся в полотняных мешочках. В минералогическом кабинете на столе следует подготовить место для определения петрографического состава. На столе раскладывают клеенку, а на нее кладут картонный или фанерный лист форматом не менее А3. Потребуются оптический микроскоп, лупа, стакан с разбавленной (10 %) соляной кислотой, несколько пипеток и журнал лабораторных анализов петрографического состава гальки и гравия. Каждая проба определяется двумя студентами под руководством преподавателя. Из мешочка извлекают 100—300 штук гравийных и галечных зерен и раскладывают на картонном листе. Каждый образец должен сопровождаться этикеткой, составленной в поле. Этикетка сличается с записями в полевом дневнике. В журнале для лабораторных анализов отмечают адрес образца, дату и место отбора и краткую характеристику породы, из которой взят образец. Данные петрографической обработки проб записывают в журнале в виде таблицы с четырьмя колонками: название породы, количество штук, процентное содержание в пробе и описание породы.

При определении петрографического состава гравия и гальки выделяются следующие группы пород и отдельные минералы: 1) граниты лейкократовые; 2) граниты меланократовые; 3) гнейсы и сланцы; 4) кварциты; 5) основные по-

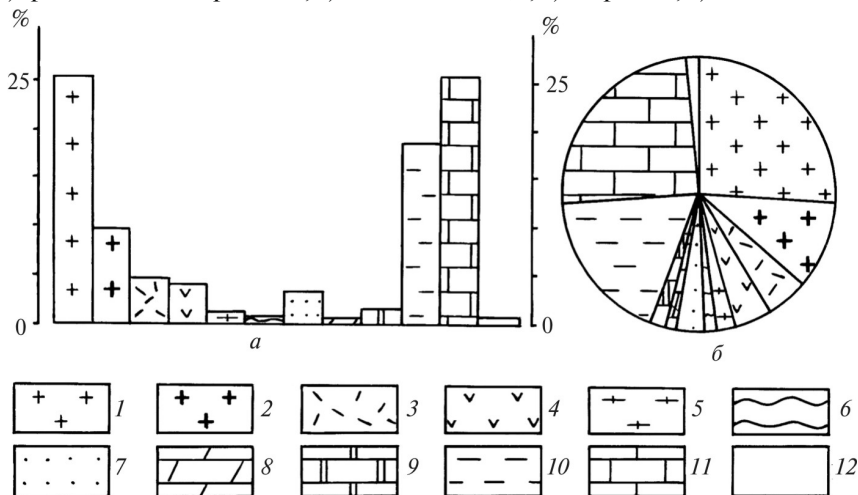


Рис. 42. Столбчатая (а) и круговая (б) диаграммы петрографического состава гравия и гальки из сожской морены в обнажении «Каменная Горка» Минского района: 1 — граниты розовые; 2 — граниты серые; 3 — кварц; 4 — полевые шпаты; 5 — гнейсы; 6 — кристаллические сланцы; 7 — песчаники и кварциты; 8 — мергели; 9 — доломиты; 10 — алевролиты и аргиллиты; 11 — известняки; 12 — прочие

роды; 6) порфиры; 7) кварц, 8) полевые шпаты; 9) известняки органогенные; 10) известняки хемогенные; 11) доломиты; 12) мергели, 13) мел; 14) кремни; 15) алевролиты и аргиллиты; 16) песчаники и кварциты; 17) прочие: охра, конкреции, катуны, конгломераты и др. Обязательной операцией обработки петрографических данных служит вычисление содержания каждой группы пород в пробе в процентах. Результаты петрографических анализов представляются графически в виде круговых или столбчатых диаграмм (рис. 42). Они позволяют вычислить величину соотношения в морене количества гравия и гальки кристаллических и осадочных пород, величину соотношения известняков к доломитам и другие коэффициенты, которые используются в стратиграфии четвертичных отложений и для определения путей движения ледников.

ИЗУЧЕНИЕ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОБЛОМКОВ, ТЕКСТУР И РАЗРЫВОВ ГОРНЫХ ПОРОД

В камеральный период замеры элементов залегания обломочного материала, плиток и трещиноватости анализируются на роз-диаграммах или на круговых диаграммах.

Роз-диаграммы длинных осей галек (направлений трещиноватости, падения плитчатости) получают следующим образом [15]. Полевые замеры азимутов падения длинных осей галек группируются по азимутальным интервалам в пять градусов: $0-5^{\circ}$, $5-10^{\circ}$, ..., $360-365^{\circ}$.

Далее подготавливается основа для построения «розы». Вычерчивается азимутальный круг. Радиус круга выбирается равным целому числу сантиметров и служит линейным масштабом. Дуга круга градуируется с интервалом 5° (рис. 43). Точки 0° , 5° , 10° , 15° и остальные, отмеченные через 5° на круге, соединяются с центром. На каждом из этих радиусов в масштабе откладывается число галек, азимут которых лежит в пределах соответствующего азимутального интервала. Концы полученных на радиусах отрезков соединяются прямыми, и получается фигура. Для наглядности ее закрашивают или штрихуют. Максимумы отвечают основным направлениям падения галек.

Ориентировку трещин можно анализировать с помощью полукруговых роз-диаграмм. Азимуты простирания отмечаются в северной половине азимутального круга. Если замер был сделан по южной половине круга, то его следует пересчитать на северное направление вычитанием из замеренного азимута 180° .

В описании роз-диаграммы указывают характер узора диаграммы (зубчатый, в виде лучей, компактный и др.), наличие максимумов и минимумов ориентировки, преобладающие направления распространения и т. д. Роз-диаграмма с описанием помещается в соответствующий раздел отчета.

Круговые диаграммы в изолиниях хотя и более трудоемкие в составлении, однако имеют преимущество по сравнению с роз-диаграммами. Они позволяют четко определить упорядоченность ориентировки, выявить основные

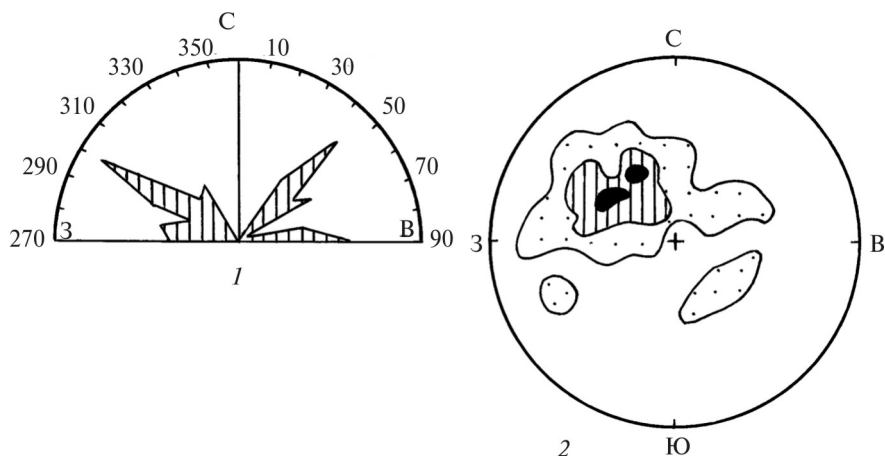


Рис. 43. Способы графического изображения результатов замеров удлиненных галек:
1 — роз-диаграмма; 2 — круговая диаграмма в изолиниях

и дополнительные максимумы, легко оценить преобладающее направление наклонов и их величину, использовать полученные результаты для выделения фациальных разновидностей морен и др.

При построении круговых диаграмм основными инструментами являются стереографическая сетка Вульфа и планисфера Пронина (прил. 6, 7). Стереографическая сетка напоминает проекцию земного полушария с меридианами и параллелями. Меридианы и линия экватора называются дугами больших кругов. Параллели сетки отвечают дугам малых кругов с центрами в полюсах сетки. На внешнем круге сетки показаны азимуты углов с увеличением значений по ходу часовой стрелки. Азимут 0° соответствует северу, 180° — югу, 90° — востоку, 270° — западу. Сетку Вульфа и планисферу Пронина студенты изготавливают диаметром 20 см на картоне. В центр сетки снизу вбивается кнопка. С помощью картонной заплаты она приклеивается к сетке. Из кальки изготавливается круг диаметром, несколько превышающим размер сетки. Калька одевается на штырь и может вращаться вокруг него. На кальку наносится азимутальный круг сетки, черточками на круге обозначают север, восток, юг, запад, а крестиком — центр сетки. При совмещении севера на кальке с 0° на сетке занимают исходное положение.

Элементы залегания плиток или слоистости наносят на сетку. Например, плитка имеет координаты залегания: простирание СВ 45° , угол падения 60° . Отмечаем на кальке черточкой азимут 45° . Поворачиваем кальку против часовой стрелки и совмещаем черточку с 0° на сетке. Отсчитываем от правого края сетки (востока) 60° и проводим дугу большого круга. Эта дуга будет отвечать плоскости простирания плитки. В случае если падение плоскости было юго-восточным, отсчет градусов нужно вести от левого края. При совмещении крайних точек дуги большого круга с нулевым меридианом полюс пS будет располагаться

на линии экватора на угловом расстоянии от плоскости в 90° . На сетку наносят именно полюса pS , а не сами плоскости. Таким способом на стереографической сетке отмечают остальные замеры элементов залегания плиток.

Длинные оси галек (линейность) наносят на сетку следующим образом. В обнажении было замерено, что длинная ось гальки падает по азимуту 250° под углом 30° . Отмечаем на кальке черточкой азимут 250° . Поворотом кальки совмещаем черточку с центральным меридианом (180°). Отсчитываем от отметки 0° по центральному меридиану 30° и ставим точку. При падении линейности в южных румбах отсчет производится от отметки 0° , при падении в северных румбах — от отметки 180° . Последовательно наносится вся масса замеров ориентировки длинных осей галек.

В результате нанесения ста замеров в виде точек на стереографическую сетку получается точечная диаграмма (рис. 44). В дальнейшем точечная диаграмма обрабатывается путем проведения изолиний, выделяющих поля различной плотности точек, выраженных в процентах. Кальку с точками накладывают на планисферу Пронина. На ней выделены круги, равные 1 % площади планисферы. Выделяем на кальке центры кругов и количество точек, приходящихся на их площадь. Проводим изолинии равных плотностей аналогично горизонталям на топографической карте. Они проводятся через точки, соответствующие определенным процентам плотности. Для перехода от абсолютных значений плотности к процентным выражениям делается простой перерасчет. Пусть при составлении диаграммы было использовано 100 замеров, что соответствует 100 %. Количество замеров X , отвечающее n % от общего числа замеров, составит

$$X = \frac{100 \times 1}{100 \%}.$$

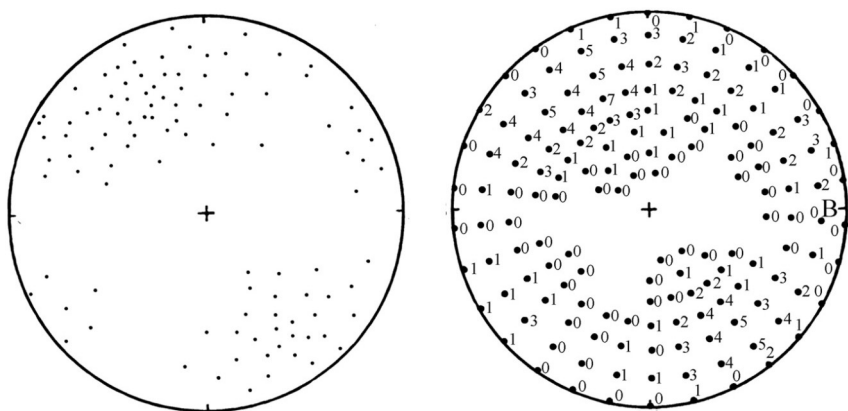


Рис. 44. Стадии составления структурной диаграммы (100 замеров):

1 — нанесение точек на стереографическую сетку; 2 — обработка точек с помощью планисферы; 3 — проведение изолиний концентраций через значения 1—2—3—4—5—6 %; 4 — раскраска площадей одинаковых концентраций

При 100 замерах 1 % — 1 точка, 2 % — 2 точки, 3 % — 3 точки. Через точки, отвечающие цифрам, проводятся изолинии методом интерполяции. На диаграмме необходимо провести 4—5 контуров изолиний. Площади одинаковых концентраций раскрашиваются. При этом с увеличением концентраций надо сгущать раскраску, как показано на рис. 44.

Применение структурных диаграмм. Структурные диаграммы можно использовать: а) для вычисления координат максимумов плитчатости (слоистости) и удлиненных галек и установления направления движения ледника; б) для определения типа морены.

Вычисление координат максимума плитчатости решается следующим образом. Накладываем кальку со структурной диаграммой плитчатости на стереографическую сетку Вульфа. Необходимо вывести максимум плотности плиток на линию экватора. Отсчитываем от него по линии экватора 90° вправо и проводим дугу большого круга, которая будет соответствовать плоскости протирания максимума плиток. Простирание плоскости максимума плиток определяется ее пересечением с внешним кругом сетки в северном полушарии. Угол падения соответствует углу между плоскостью и внешним кругом сетки либо равному ему углу между полюсом максимума плиток и центром сетки.

Координаты максимума удлиненных осей галек определяются по структурной диаграмме линейных элементов, наложенной на стереографическую сетку. Выводим точку с максимумом на центральный меридиан и отсчитываем от 0° угол падения. Ставим черточку центрального меридиана в противоположной части сетки (на отметке 180°). Поворачиваем кальку со структурной диаграммой в исходное положение и читаем отсчет азимута падения.

Азимуты падения удлиненных осей галек и плитчатости указывают направление, откуда продвигался ледник при формировании моренных отложений.

Определение фацимальных разновидностей морен осуществляется по форме узора линий плотности на диаграммах ориентировки галек и плиток, слоистости. При различных движениях — вязкопластическом, по внутренним сколам, сползании и оплывании — в морене проявляются разные типы ориентировки галек, которые четко отражаются структурными диаграммами.

В фациях донной морены (массивной, плитчатой, чешуйчатой, слоистой и др.) длинные оси галек располагаются в одном или двух направлениях. Диаграммы для галек из донной морены характеризуются одним четким максимумом. Одной или двумя парами отчетливых максимумов. На диаграммах максимумы с более высокими значениями плотности могут фиксировать основное направление деформации. Чтобы надежно определить разновидность морены и способ ее образования, надо сопоставить максимум азимутов падения линейности с максимумом азимутов по плитчатости или слоистости. В донной морене направление падения длинной оси обломков в целом совпадает с направлением падения плитчатости или различается на 90° или близкую к ним величину. Если обломки дают серию мелких максимумов, значения которых не превышают 3—4 % плотности, и разбросаны по всей площади диаграммы, то такое отсутствие упорядоченности ориентировки расценивается как дока-

зательство того, что фации моренных отложений являются абляционными, или измененными основными моренами. Окончательный вывод о происхождении соответствующих отложений принимается только с учетом строения и текстуры морены. Диаграммы с отсутствием упорядоченной ориентировки нельзя использовать для определения направления движения льда.

ОБРАБОТКА ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Ископаемые остатки, собранные в маршрутах из различных обнажений, нужно разложить на столе или в ящиках по стратиграфическим горизонтам. В пределах каждого горизонта фауна и флора разделяются по систематическим группам или классам. Составляется карточный каталог разобранной коллекции. На каждой карточке указывается в заголовке: бригада, взявшая образец; местоположение и номер обнажения; слой, предполагаемый возраст и стратиграфическое подразделение. Для надежного определения материала рекомендуется произвести, по возможности, препарирование, т. е. освободить от вмещающей породы.

Определение ископаемых означает установление их систематической принадлежности. Систематика живых и вымерших организмов в простейшем виде состоит из следующего ряда таксонов (от крупных к мелким, в скобках латинское название таксона):

Царство животных (<i>regnum animale</i>)	Царство растений (<i>regnum vegetabile</i>)
Тип (<i>phylum</i>)	Тип (<i>divisio</i>)
Класс (<i>classis</i>)	Класс (<i>classis</i>)
Отряд (<i>ordo</i>)	Порядок (<i>ordo</i>)
Семейство (<i>familia</i>)	Семейство (<i>familia</i>)
Род (<i>genus</i>)	Род (<i>genus</i>)
Вид (<i>species</i>)	Вид (<i>species</i>)

Каждый вид животного или растения обязательно относится к определенному роду, семейству, отряду, классу, типу. Всем таксономическим группам животных и растений дается латинское название или латинизированное слово. Например, класс *Mammalia* (Млекопитающие). Названия семейств образуются путем прибавления к основе родового названия животных окончания *-idae* (у растений — окончания *-aceae*), и после названия ставится фамилия ученого, впервые их установивших. Кроме того, в научных работах в названиях таксонов от семейства и ниже после фамилии автора добавляется год опубликования работы, в которой дано первое описание. Например, семейство Кошачьи *Felidae*. Род Кошки *Felis*. *Linnaeus*, 1758.

Для каждого вида животного и растения применяется латинское название, состоящее из двух слов — родового и собственно видового. Название рода обязательно пишется с прописной буквы, а название видов животных — всегда со строчной буквы. Например: Лесная кошка *Felis silvestris*. *Schreber*, 1777.

Определение ископаемого заключается в установлении его тождества с известными, ранее описанными типичными формами. Положение его в системе животного или растительного мира устанавливается последовательно от высших таксонов к низшим таксонам [31]. Принадлежность остатка к крупным систематическим единицам до семейства включительно определяется с помощью учебников по палеонтологии и палеонтологических справочников [25—27]. Род и вид остатков организмов можно определить по специальным работам, в которых описываются отдельные группы ископаемых определенного стратиграфического интервала и конкретного региона [5; 13], а также руководящие ископаемые отдельных регионов. Для этой же цели могут быть использованы атласы руководящих форм и определители фауны и флоры [1—3]. По палеонтологическим работам с помощью рисунков и фотографий намечаются похожие виды, к которым могут быть отнесены найденные экземпляры. По описаниям выясняются характерные признаки каждого из них. Обнаружив такие признаки у своих экземпляров, можно уточнить видовое название. Сделанные определения проверяются путем непосредственного сравнения с музейными коллекциями и сборами других исследователей. На всех этапах студенты консультируются у специалистов-палеонтологов.

В случаях когда органические остатки точно определить не удастся, применяется открытая номенклатура, т. е. названия могут в дальнейшем уточняться и изменяться (табл. 13).

Таблица 13

Основные обозначения открытой номенклатуры [31]

Неустановленная категория	Используемое латинское обозначение	Примеры
Семейство и выше	incertae familiae (семейство неизвестно); incerti ordinis (отряд неизвестен)	Ammonitida insertae familiae — отряд аммонитида, семейство неизвестно
Все таксоны	insertae sedis (неопределенное место)	Species insertae sedis — виды неясного систематического положения
Род или вид	indeterminatus, -ta, tum (неопределенный, -ая, ое)	Pachydiscidae genus indeterminatus — семейство установлено, род нельзя определить; Pachydiscus species indeterminatus — род установлен, вид неизвестен, распознать его нельзя
Вид	cf. (Conformis — похожий, схожий с каким-нибудь видом)	Inoceramus cf. Balticus Boehm
Новый вид из плохой сохранности материала	aff. (Affinis — родственный, близкий какому-нибудь виду)	Inoceramus aff. Balticus Boehm
Группа близких видов	Ex. Gr. (Ex. Grege — из группы)	Inoceramus ex. Gr. Balticus Boehm

Определенные ископаемые организмы Минского полигона

№ п/п	Phylum/divisio	Classis	Ordo	Familia	Genus	Species	Система
1. 2. 3.	Regnum animale						
1. 2. 3.	Regnum vegetabile						

Результаты определения ископаемого материала сводятся в таблицу. В ней по вертикали обозначаются названия организмов, по горизонтали — таксономические подразделения и относительный возраст (табл. 14). Рекомендуется произвести заключение по результатам определения ископаемой фауны и флоры. В описании необходимо указать общее количество определенных организмов, сколько среди них представителей царства животных и растений. Приводятся краткая характеристика ископаемых остатков фауны, а затем флоры. В фауне определяют видовое разнообразие организмов, выделяют морские и континентальные виды. Отмечают типичных представителей морской и континентальной фауны. Среди них находят руководящие формы. Указывают относительный возраст остатка. Во флоре отмечается ее богатство, количество определенных видов, экзотичность, наличие вымерших форм, местные виды и растения, ныне живущие за пределами Беларуси. Определяется присутствие руководящих форм. Делается заключение об экологическом облике флоры и ее возрасте.

СОСТАВЛЕНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ КОЛОНОК, СКВАЖИН И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ

Стратиграфическая колонка представляет собой чертеж, который условными знаками в принятом масштабе изображает последовательность напластований горных пород и характер контактов между смежными стратиграфическими подразделениями. Стратиграфические колонки вычерчиваются для построения геологических разрезов. Исходными материалами для колонок служат описания буровых скважин и пунктов наблюдений вдоль линии геологического разреза. Мощности всех слоев делаются в колонке в одинаковом масштабе. Вертикальный масштаб всех колонок на площади полигона выбирается с учетом отражения в колонках выделенных в буровых скважинах и обнажениях слоев. Удобным является вертикальный масштаб 1 : 10, т. е. когда в одном сантиметре колонки помещается десять метров горных пород. Колонки вычерчиваются на полосках ватмана шириной 6—8 см.



Рис. 45. Стратиграфическая колонка буровой скважины. Условные обозначения приведены на рис. 7

В колонках вертикальный масштаб должен быть равным горизонтальному масштабу. Однако для отложений полигона, залегающих горизонтально, допускается превышение вертикального масштаба над горизонтальным мас-

штабом. Колонки имеют лицевую и тыльную стороны. На тыльной стороне пишется адрес скважины или обнажения, фамилия и инициалы исполнителя, номер отчета, из которого взята скважина, год издания. На лицевой стороне отступается сверху пять сантиметров и карандашом вычерчивается контур колонки шириной 1,5—2 см и длиной обычно до 25—50 см, в зависимости от глубины скважины. Для удобства на колонке черточками через один сантиметр отмечают глубины скважины, подписывая через 20 м: 0, 20, 40 ... 120 м и т. д. Над колонкой указываются номер скважины или пункта геологических наблюдений, абсолютная отметка ее устья и общая глубина. На колонках сверху вниз обозначается мощность каждого слоя в вертикальном масштабе и наносится специальными условными обозначениями состав отложений, отмечаются фауна и флора, гумусированность, места взятия образцов на различные виды анализов (рис. 45).

Также на колонке слева напротив каждого слоя намечаются индексами генезис, геологический возраст, а справа — краткое описание слоя.

Геологический разрез — графическое изображение на вертикальной плоскости условий залегания горных пород, соотношения горных пород различного возраста и состава, формы геологических тел и изменения их мощности и др. Для составления геологических разрезов используются стратиграфические колонки буровых скважин и обнажений. Строятся обычно два-три геологических разреза: поперечный (субмеридиональный) и продольный (субширотный). Субмеридиональный разрез должен пересекать территорию вкост простирания конечных морен и захватывать наиболее типичные места полигона, субширотный — вдоль простирания конечных морен. На вертикальной плоскости разрезы размещаются с расчетом, чтобы слева был север (для субмеридиональных направлений) либо запад (для субширотных). На геологических разрезах вертикальный масштаб должен быть равным горизонтальному масштабу. Однако для отложений полигона, залегающих горизонтально, допускается превышение вертикального масштаба над горизонтальным мас-

штабом. Например, вертикальный масштаб 1 см : 10 м, а горизонтальный — 1 см : 2 км.

Процесс построения геологического разреза следующий. На листе масштабной бумаги по центру отводится место для разреза. Слева отведенного места проводятся вертикальная линия — ось ординат, а внизу перпендикулярно ей — горизонтальная линия — ось абсцисс. На оси ординат делают сантиметровые отметки и подписывают абсолютные высоты в вертикальном масштабе (1 : 10 м). Подпись высот начинают с отметки, лежащей ниже забоя самой глубокой стратиграфической колонки. Заканчивают подпись высот отметкой, лежащей несколько выше самой высокой точки на линии разреза.

На оси абсцисс также наносят сантиметровые отметки. Ниже каждой пятой или десятой черточки проставляется соответствующее расстояние в километрах от начала оси абсцисс (точки пересечения ее с осью ординат) в принятом горизонтальном масштабе. По линии геологического разреза строится гипсометрический профиль земной поверхности. С топографической карты на геологический разрез переносятся точки, соответствующие горизонталям. Эти точки ставят на уровне абсолютной высоты горизонталей и соединяют плавной линией. В местах пересечения линией профиля рек, озер, водохранилищ и вершин гор пунктиром вверх выносят их названия.

На линию разреза наносятся стратиграфические колонки скважин и разрезов, построенные в одном масштабе. Скважины следует располагать точно, используя карту фактического материала и данные об абсолютной отметке их устья. Сверху подписывают порядковые номера скважин. В верхних левом и правом углах листа показывают направление разреза относительно стран света.

Границы слоев между колонками скважин следует проводить, начиная с самого древнего слоя, последовательно переходя затем к проведению верхних границ более молодых слоев. Слои сопоставляются между собой по маркирующим горизонтам, сходству и различиям в литологическом составе горных пород, окраске, ископаемым флористическим и фаунистическим остаткам, текстурным и другим коррелятивным признакам. Следует также учитывать возраст слоев, происхождение горных пород, особенности залегания морских и континентальных отложений, фациальные изменения.

На территории полигона разновозрастные породы обычно залегают на близких гипсометрических уровнях почти горизонтально, но часто бывают на разных глубинах. Слои могут также выклиниваться. Выклинивания слоев показываются таким образом, чтобы молодые породы причленились к более древним.

При сопоставлении стратиграфических колонок не следует изгибать слои в виде крутых складок. Однако их кровля и подошва могут быть неровными и иметь выпуклости, вогнутости и наклоны. Одновозрастные морские и флювиогляциальные отложения претерпевают по латерали фациальные изменения за счет постепенного перехода от одного типа пород к другому.

Установив одновозрастность горизонтов в соседних колонках, их кровля и подошва соединяются сплошными утолщенными линиями. Внутри горизонтов слои различного генезиса отделяются тонкими линиями. Обязательно указыва-

ются все установленные несогласия. Черной штриховкой показывается литологический состав слоев горных пород, а индексами — их происхождение и возраст. Разрез должен вычерчиваться простым мягким карандашом и проверяться преподавателем. После этого геологический разрез вычерчивается черной тушью. Каждый горизонт раскрашивается в соответствии с принятой в геологии легендой. Под разрезом помещают условные обозначения, включающие литологические, генетические, стратиграфические знаки и др.

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ И СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В процессе практики студент должен научиться определять геологические запасы полезных ископаемых. Наиболее простым является объемный способ определения запасов. Этим способом можно подсчитать запасы строительных материалов, размещение которых контролируется отрицательной или положительной структурой (формой рельефа). Для определения запасов на топографической карте оконтуривается площадь распространения полезной залежи. Ее контур проводится по подножью в случае положительной формы либо по бортам отрицательной структуры. Площадь подсчитывается методом треугольников ($S = 1/2 h$). Определение мощности производят из расчета равенства толщины пласта относительной высоте (глубине) формы. Мощность вычисляется методом среднего арифметического. Затем полученная площадь распространения залежи умножается на ее мощность, и получается объем запасов полезного ископаемого.

В камеральных условиях все обнаруженные в поле проявления полезных ископаемых, их месторождения и участки площадного распространения наносятся на карту полезных ископаемых. Для этого пользуются стандартными условными знаками. Сопоставляя размещения различных полезных ископаемых с геологической картой, можно выявить общие закономерности их распространения по площади полигона и выделить наиболее перспективные участки на тот или иной вид сырья. Контуры перспективных участков наносятся на карту и показываются штриховкой или цветом.

СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА

В конце камерального периода бригадой студентов должен быть написан отчет о полевой геологической практике. Для составления отчета необходимо иметь все данные полевых и камеральных исследований — готовую бригадную геологическую карту, исправленные дневники, различные иллюстрации, коллекцию горных пород и ископаемой фауны и флоры и т. д. Отчет о геологической практике содержит следующие разделы:

Введение

Глава 1. Физико-географический очерк

Глава 2. Методика проведения работ

Глава 3. Результаты геологических исследований

Глава 4. Геологическое строение Минского полигона

Глава 5. Рациональное использование ресурсов

Заключение

Список использованной литературы

Приложение

Введение. В нем указываются административное положение учебного полигона, сроки проведения практики. Формулируются цель и задачи практики. Приводятся краткое содержание отчета и фактические материалы, положенные в основу его составления. Рассматриваются состав бригады, личный вклад каждого студента при обработке материала и исполнении отчета.

Глава 1. Физико-географический очерк. В ней описывается орография района практики. Рассматриваются внешний вид рельефа, максимальные и минимальные высоты, амплитуда его расчленения, степень обнаженности района. Кратко характеризуется гидрографическая сеть полигона: длина главных рек в пределах района, основные левые и правые притоки, глубина, ширина и скорость течения рек, озера и болота, их размеры. Обязательно даются очень краткие сведения о климатических особенностях, растительном покрове района, а также об экономике, населенных пунктах и дорогах с точки зрения геологических интересов. Иллюстрируется эта глава обзорной орографической схемой с обязательным указанием района практики, населенных пунктов, гидросети, основных дорог.

Глава 2. Методика проведения работ. Описывается комплекс методов изучения геологических объектов, рекомендованный в главах 4 и 5 данного учебно-методического пособия. Разъясняется роль использованных приемов и способов в получении геологической информации и выводов. Дается схема изучения геологических объектов на полигоне: подготовительный, полевой, камеральный этапы. Раскрывается сущность каждого этапа исследований.

Глава 3. Результаты полевых геологических исследований. В ней излагаются основные фактические сведения, полученные в результате изучения геологических объектов по маршрутам, даются описания обнажений горных пород, различных геологических явлений и процессов. Прилагаются карта фактического материала, зарисовки и фотографии обнажений, данные о замерах элементов залегания, сведения о собранных образцах и результатах их обработки.

Глава 4. Геологическое строение Минского полигона. Текстовая часть главы состоит из подразделов: тектоника, стратиграфия, генетические типы четвертичных отложений, геоморфология, современные геологические процессы, гидрогеология.

В подразделе «Тектоника» рассматриваются тектонические структуры, к которым относится полигон практики: присводовый участок Белорусской антеклизы и Ошмянский разлом. Отмечается выражение этих структур в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле, указываются признаки активности разлома, приводятся данные о связи тектонических структур с геологическим строением и рельефом территории полигона. Данную часть отчета полезно сопроводить картой субчетвертичной поверхности с обозначением тектонических структур, случаев местных землетрясений.

При работе над подразделом «Стратиграфия» следует перечислить главные возрастные толщи в изученном районе, указать их положение в разрезе и площадь распространения. Далее приводятся подробные сведения о комплексах кристаллического фундамента от древних к молодым: название, распространение данного комплекса в районе, петрографический состав, текстурные и структурные особенности, формы залегания, соотношения интрузий с вмещающими породами, характер их контактов и возраст. Отмечается наличие кор выветривания на породах кристаллического фундамента.

Описание стратиграфических подразделений осадочного чехла ведется снизу вверх, от древнейших рифейских образований, и заканчивается четвертичными отложениями. Для каждого подразделения указываются глубины и абсолютные отметки кровли, распространение, перерывы и несогласия в залегании. Дается сжатая литологическая характеристика, особенно указываются остатки фауны и флоры. Далее определяется возраст и мощность геологических тел.

Иллюстрациями к этой части служат стратиграфическая схема и геологические разрезы отложений района практики, геологические карты территории работ, зарисовки и фотографии характерных отложений, карты мощностей и поверхностей горизонтов, гляциоморфологическая схема.

В подразделе «Генетические типы четвертичных отложений» указываются основные группы (формации): ледниковая, термогенная и криогенная. Перечисляются отложения, занимающие ведущее место в каждой формации. Далее приводится описание важнейших генетических типов, отмечающихся на территории полигона. В характеристике каждого генетического типа пород указывается его распространение, мощность, гипсометрические отметки кровли, подстилающие и перекрывающие отложения, окраска, структурно-текстурные особенности, минералого-петрографический состав. Также следует обращать внимание на гляциодислокации, наличие новообразований, изменения фаций по литорали. К подразделу прилагаются зарисовки и фотографии обнажений, конгломератов, структурные диаграммы.

В части «Геоморфология» описывается расположение полигона практики в зоне сочленения различных по рельефу и возрасту конечно-моренных поясов Минской возвышенности. Показывается своеобразие рельефа района. Характеризуются основные морфогенетические типы и виды форм рельефа. Эти материалы иллюстрируют геоморфологическая карта, зарисовки и фотографии форм рельефа.

«Современные геологические процессы» — подраздел, в котором приводится краткая характеристика современных эндогенных и экзогенных процессов, которые создают примечательные особенности рельефа и коррелятных отложений. Среди таких процессов и явлений следует, например, описать активизацию разломов, овражную эрозию, склоновую эрозию и аккумуляцию, суффозионные процессы, подтопление, заболачивание. Указываются меры по предотвращению опасного развития этих процессов. К тексту прилагается карта опасных геологических процессов, зарисовки их проявления.

В подразделе «Гидрогеология» рассматриваются водоносные горизонты и комплексы зоны активного водообмена и затрудненной циркуляции вод, приводятся сведения о химизме и режиме подземных вод, дебите скважин.

Глава 5. Рациональное использование ресурсов. Обосновывается пригодность территории полигона для поисков и разведки полезных ископаемых и охраны природы. Дается обзор основных типов полезных ископаемых. Подробно описывается каждый вид минерального сырья в районе практики. Указывается расположение и происхождение (тип) месторождений или проявлений, показываются условия залегания полезной толщи, форма и площадь залежей. Характеризуются особенности вещественного состава, наличие включений других пород, гляциодислокации и мощность полезного ископаемого. Отмечается способ разработки. При наличии карьеров дается их характеристика. Указывается, для каких целей вывозится сырье. Делается прогноз возможности нахождения новых месторождений и видов полезных ископаемых. Эта глава сопровождается картой полезных ископаемых и фотографиями карьеров, разрабатываемых горными предприятиями.

В подразделе «Охрана геологических памятников природы» следует обосновать актуальность выделения и охраны геологических памятников природы в наши дни, определить критерии для их выделения и типы. Необходимо дать краткую характеристику не только охраняемых уникальных и наиболее типичных геологических памятников, но и собрать данные для выявления объектов неживой природы для их охраны. В качестве иллюстраций к подразделу можно построить схему расположения особо охраняемых природных территорий и геологических объектов полигона, приложить фотографии охраняемых валунов, конгломератов, форм рельефа и др.

Заключение. В нем приводятся основные итоги учебной общегеологической практики на полигоне. Можно также выработать рекомендации по улучшению организации труда на практике.

Список использованной литературы. В библиографических ссылках даются только использованные в отчете источники, которые располагаются в алфавитном порядке и нумеруются. Сначала пишутся фамилия автора, затем инициалы, название работы, издательство, год издания и количество страниц. Для статей в журналах и сборниках вначале указывается фамилия автора, инициалы, название статьи, название журнала, том и номер, год издания

и страницы. Если авторов работы более трех, то сначала отмечается название работы, далее указываются ФИО одного автора и в квадратных скобках сокращение [и др.], например: И. И. Иванов [и др.]. В тексте ссылки на источник даются в квадратных скобках, например: [3].

Приложения. Обязательными приложениями к отчету служат: карта фактического материала, тектоническая схема, геологическая карта, карта полезных ископаемых, геоморфологическая карта. При необходимости сюда могут быть помещены геологические разрезы, таблицы подсчета запасов полезных ископаемых, списки определенных горных пород и минералов, палеонтологических ископаемых остатков. Все приложения нумеруются, а в тексте даются ссылки на номер приложений.

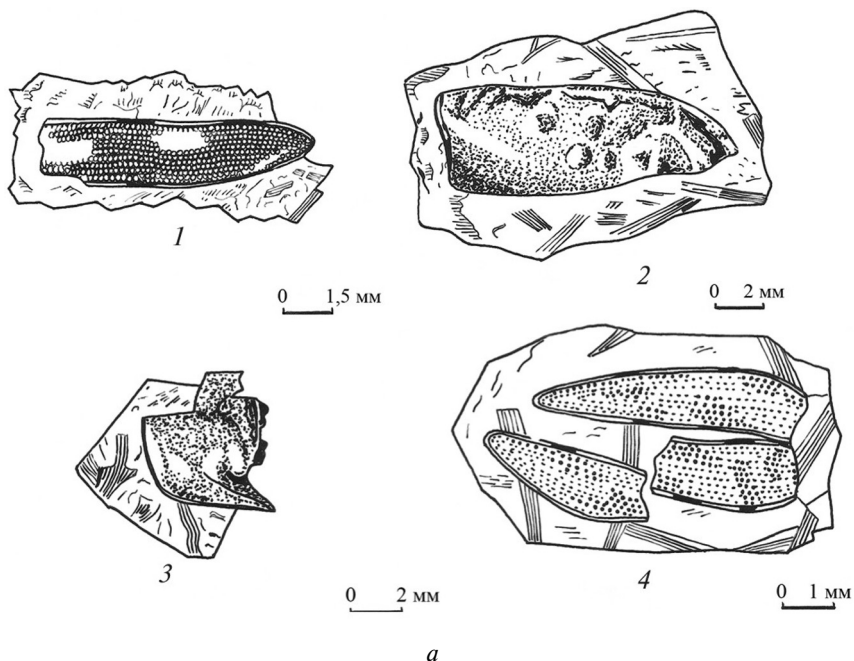
Зачет по учебной полевой геологической практике принимает комиссия, состоящая из нескольких преподавателей. На сдачу зачета допускается вся бригада студентов. Она представляет комиссии в обязательном порядке следующие материалы: полностью оформленный отчет, собранные и обработанные коллекции образцов и их каталог, полевые дневники всех членов бригады. Комиссия проверяет материалы, оценивает их, а полевые дневники возвращает.

Для проверки знаний студентов применяется индивидуальный дифференцированный зачет. Сначала начальник отряда делает краткое сообщение о результатах работы. Затем члены комиссии проверяют знания каждого члена бригады. Проверяются знания геологии района практики, умение описывать геологические обнажения и слои горных пород, знание горного компаса, приобретенные навыки определения минералов и горных пород и др. После опроса комиссия коллективно выставляет индивидуальную оценку зачета по практике каждому члену бригады и работе бригады в целом.

Оценка работы студента складывается с учетом его работы в полевых маршрутах, правильности и аккуратности ведения полевого дневника, личного вклада в подготовку отчета и ответа на зачете.

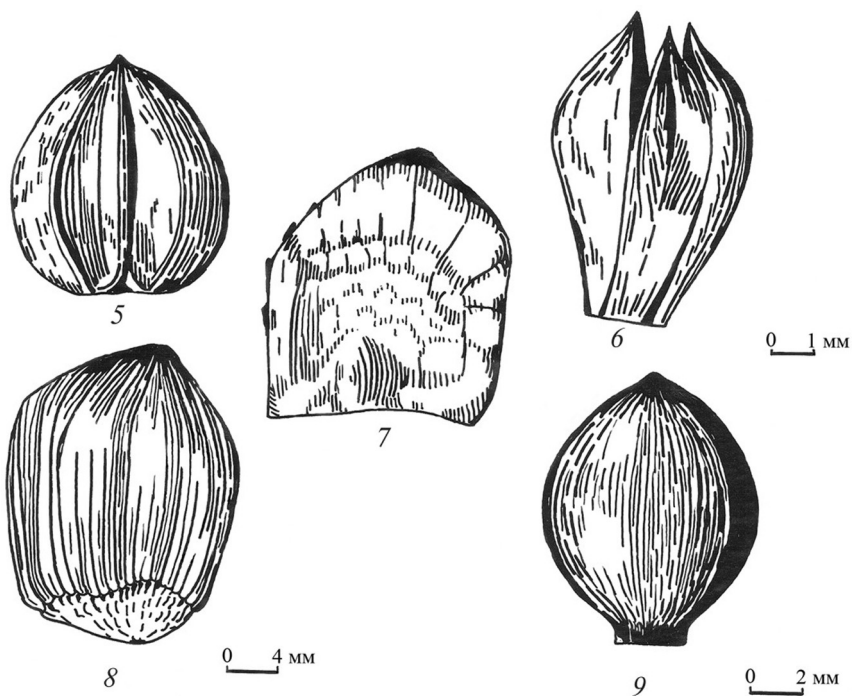
ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Палеоэнтомофауна (а) и палеофлора (б) термического оптимума муравьиного межледниковья из Заславского обнажения



Фрагменты жуков:

- 1 — *Chlaenius tristis*; 2 — жужелица *Oodes gracilis*;
3 — *Pterostichus ovoideus*; 4 — *Donacia polita*

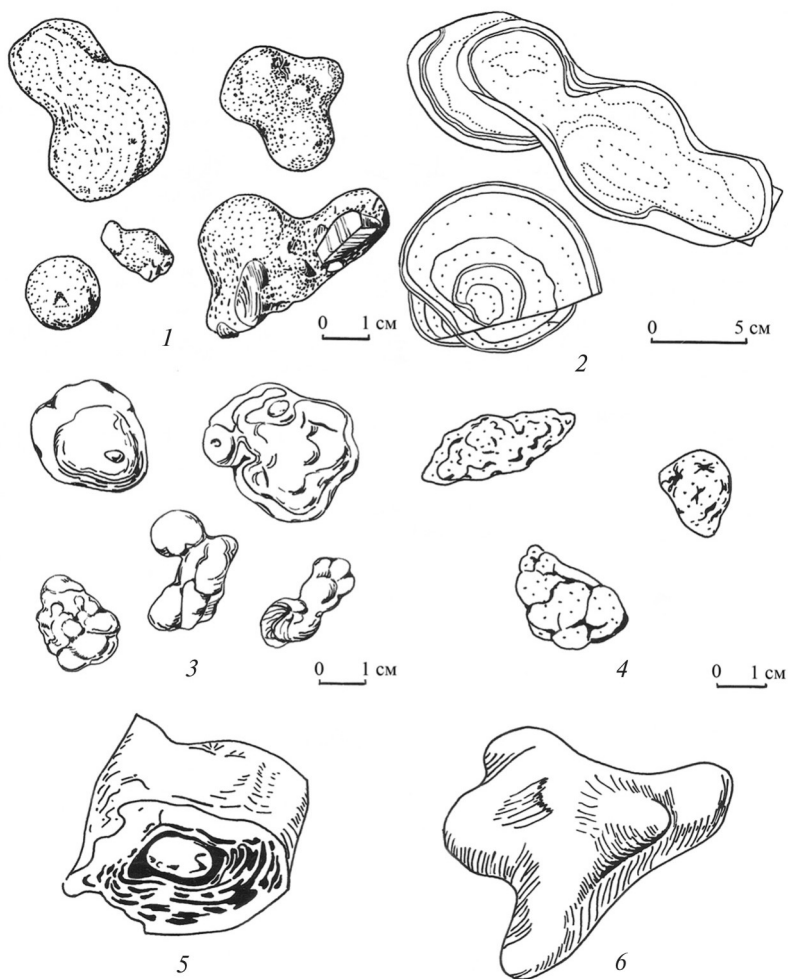


б

Семена:

5 — *Carpinus betulus* L.; 6 — *Scirpus* sp.; 7 — *Acer campestre*;
8 — *Corylus avellana*; 9 — *Aldrovanda vesiculosa*

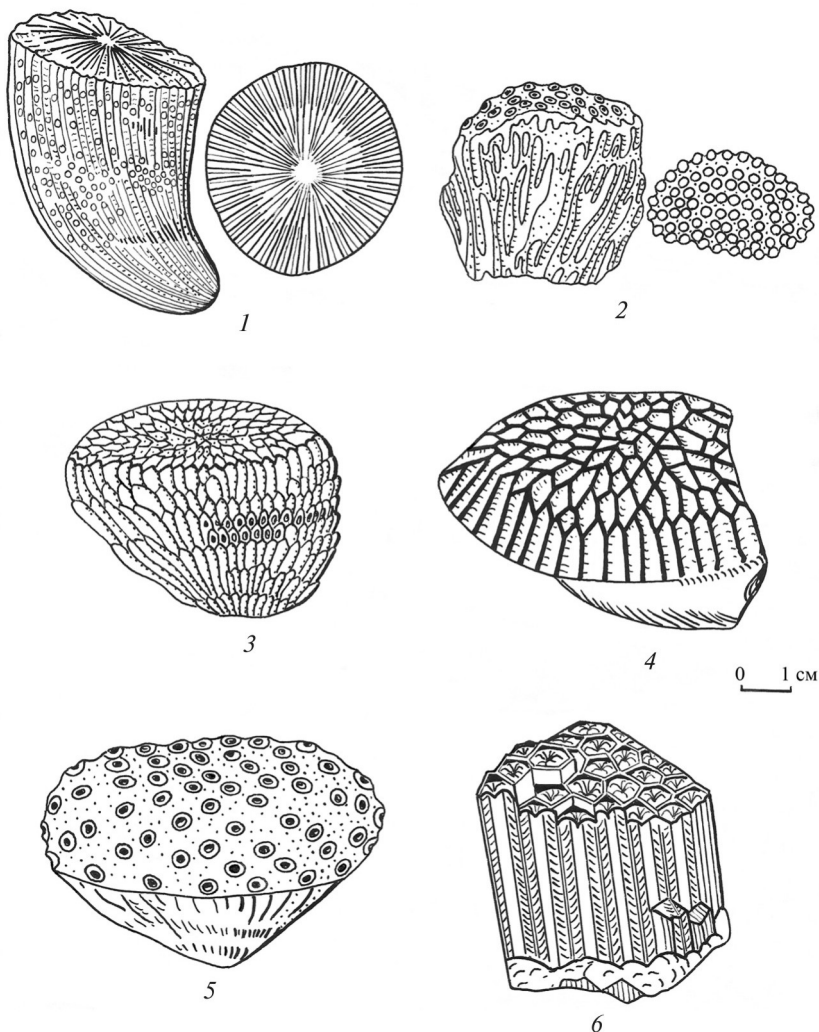
2. Минеральные новообразования в осадочных горных породах



Карбонатные конкреции:

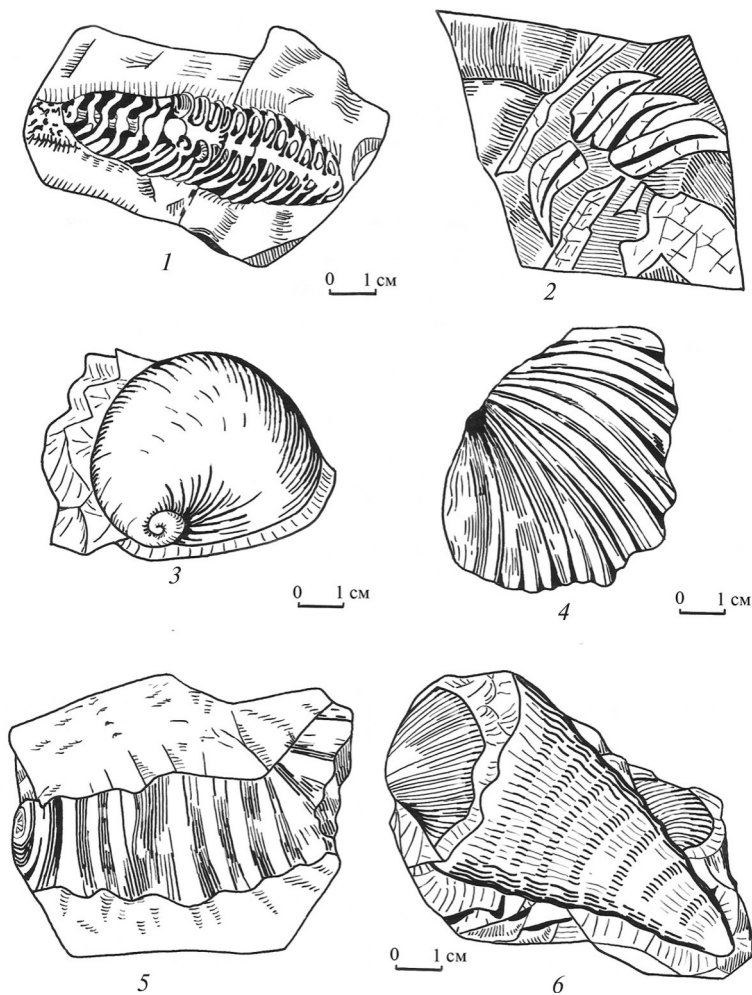
1 — песчаник шаровидной и удлинённой формы; 2 — песчаник, имеющий форму пластин; 3 — лепешки; 4 — почковидные фосфоритовые конкреции; 5 — конкреция лимонита скорлуповатого строения; 6 — конкреция кремня

3. Ископаемые кораллы палеозойских отложений



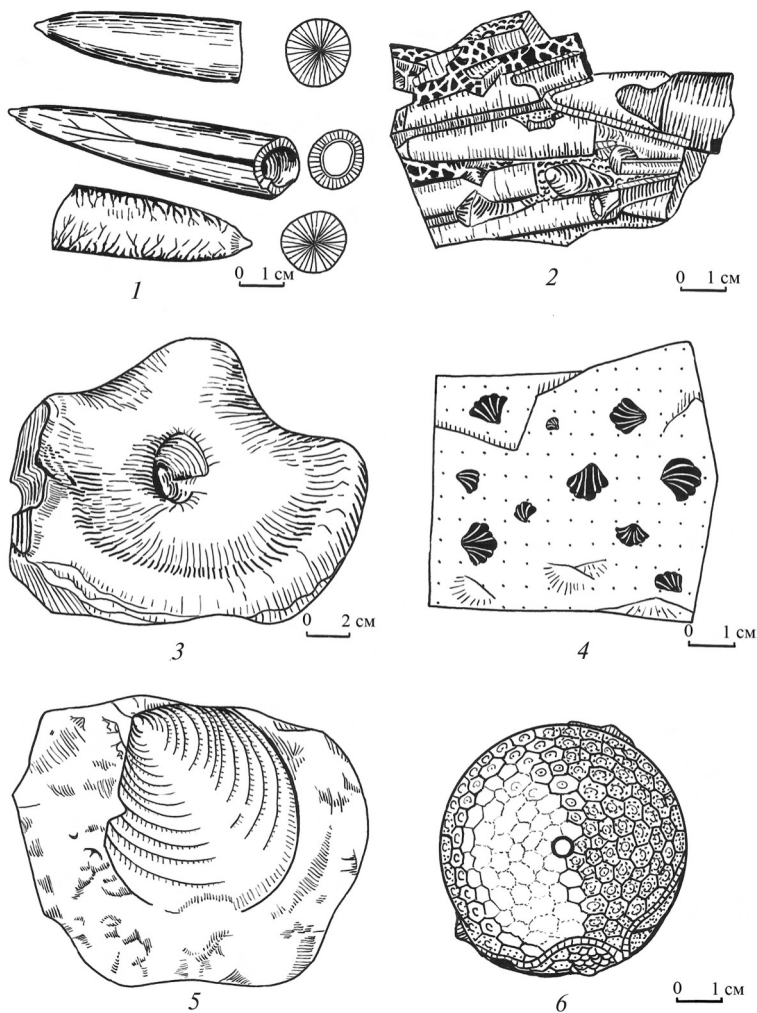
1 — ламбеофилум (*Lambeophyllum profundum* Conrad; O₂); вид сбоку и сверху; 2 — сирингопора (*Syringopora*; O₃ — C); вид сбоку и сверху; 3 — фавоситес (*Favosites*; O₃ — D₂); 4 — катенипора (*Catenipora*; O₃ — S₁); 5 — пропоратубулата (*Proporatubulata*; O₃ — S); 6 — фавистина (*Favistina*; O₂ — S)

4. Ископаемые палеозойской эратемы



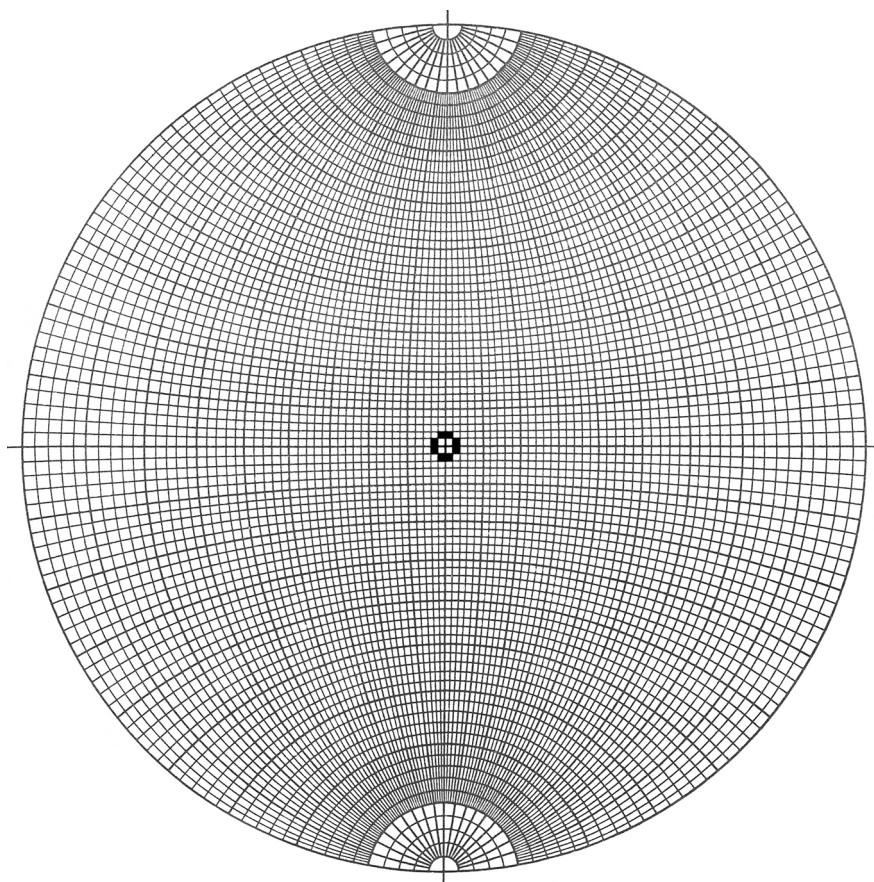
Трилобиты: 1— *Placoparia zippei* (D); 2 — фрагменты конечностей и хвоста.
 Моллюски: 3 — *Bellerophon* sp. (S — T); 4 — *Gigantoproductus* Prentice (C — P);
 5 — *Cyrtendoceras hircus* Holm (O₁₋₂); 6 — *Actinoceras beloitense* (Whitfield)
 и *Porambonites reticularis* Pander (O)

5. Ископаемые остатки из мезозойских отложений

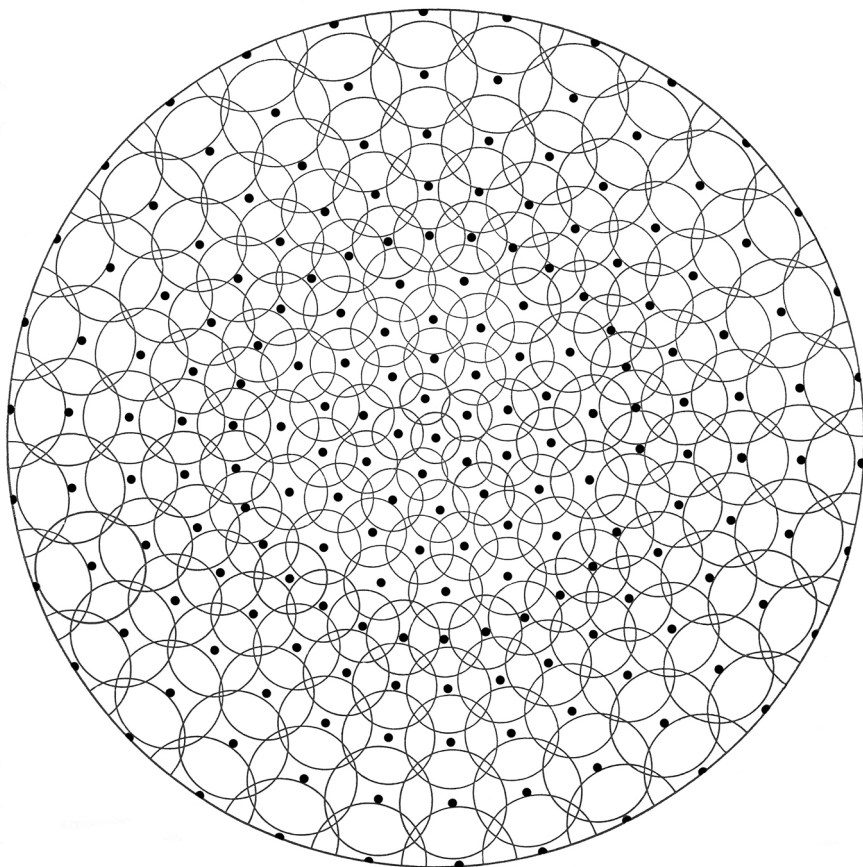


Моллюски: 1 — *Belemnites quadratus* Blainville (J — K); 2 — скопление ориентированных ростров *Orthoceras regulare* Schlotheim (K); 3 — *Chalmasia caillaudi* (J — K); 4 — *Russirhynchia fischeri* (Roulliev) (J₃k); 5 — *Inoceramus* Sowerby (J₃—K). Морской еж: 6 — *Classis Echinoidea*

6. Стереографическая сетка Вульфа



7. Планисфера Пронина



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Атлас породообразующих организмов / сост. В. П. Маслов. М., 1973.
2. Бондаренко О. Б., Михайлова И. А. Краткий определитель ископаемых беспозвоночных. 2-е изд. М., 1984.
3. Бодылевский В. И. Малый атлас руководящих ископаемых. 5-е изд. Л., 1990.
4. Краевые образования Белорусской гряды / М. А. Вальчик [и др.]. Минск, 1990.
5. Величкевич Ф. Ю. Плейстоценовые флоры ледниковых областей Восточно-Европейской равнины. Минск, 1982.
6. Войлошиников В. Д. Полевая практика по геологии : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по геогр. спец. 2-е изд., перераб. М., 1984.
7. Губин В. Н., Карабанов А. К., Ковхута А. М. Геологическая съемка и картографирование. Полевая практика : учеб. пособие. Минск, 2002.
8. Геология антропогена Белоруссии / Э. А. Левков [и др.]. Минск, 1973.
9. Геология Беларуси / под ред. А. С. Махнач [и др.]. Минск, 2001.
10. Геоэкология Минского региона / В. Н. Губин [и др.]. Минск, 2005.
11. Гилевич Р. В., Гладкая Т. Н., Кухарчик Ю. В. Определитель минералов и горных пород : учеб.-метод. пособие для вузов. Минск, 1999.
12. Гурский Б. Н. Практикум по общей геологии. Минск, 1978.
13. Калиновский П. Ф. Териофауна позднего антропогена и голоцена Белоруссии. Минск, 1983.
14. Комаровский М. Е. Минская и Ошмянская возвышенности. Минск, 1996.
15. Комплексная геолого-съемочная практика : учеб. пособие для вузов / А. А. Бакиров [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1989.
16. Комаровский М. Е. Контролируемые самостоятельные работы по общей геологии : метод. руководство. Минск, 2006.
17. Кудельский А. В., Ясоев М. Г. Минеральные воды Беларуси. Минск, 1994.
18. Лаврушин Ю. А. Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М., 1976.
19. Лаврушин Ю. А., Гептнер А. Р., Голубев Ю. К. Ледовый тип седименто- и литогенеза. М., 1986.
20. Левков Э. А. Гляциотектоника. Минск, 1980.
21. Ледавіковыя валуны Беларусі : Эксперыментальная база вывучэння валуноў / С. Д. Астапава [і інш.]. Мінск, 1993.
22. Логвиненко Н. В. Петрография осадочных пород с основами методики исследования : учеб. для студентов геологич. спец. вузов. М., 1984.
23. Логвиненко Н. В., Сергеева Э. И. Методы определения осадочных пород : учеб. пособие для вузов. Л., 1986.

24. *Матвеев А. В., Гурский Б. Н., Левицкая Р. И.* Рельеф Белоруссии. Минск, 1988.
25. *Михайлова И. А.* Палеонтология : учебник : в 2 ч. М., 1997. Ч. 1.
26. *Михайлова И. А., Бондаренко О. Б.* Палеонтология : учебник : в 2 ч. М., 1997. Ч. 2.
27. Основы геологической практики : учеб. пособие для вузов / В. С. Мильничук [и др.]. М., 1978.
28. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР : в 15 т. / гл. ред. Ю. А. Орлов. М., 1958—1964. 15 т.
29. Поиски и разведка месторождений минерального строительного сырья: на примере четвертичных отложений : учеб. пособие / В. И. Ярцев [и др.]. Минск, 2002.
30. Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию Бел НИГРИ / П. З. Хомич [и др.]. Минск, 2002.
31. Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии : учеб. пособие для вузов / В. И. Павлинов [и др.]. М., 1988.
32. *Бурдин О. А., Бурдин В. Г., Климин В. Г.* Правила безопасности при геолого-разведочных работах. М., 1991.
33. Руководство по геологической практике : учеб. пособие для студентов второго курса МГУ / под ред. Н. В. Короновского и М. М. Москвитина. М., 1974.
34. Справочник по литологии / Н. Б. Вассоевич [и др.]. М., 1983.
35. Учебные полевые практики на географической станции «Западная Березина» : пособие для студентов геогр. фак. БГУ / под ред. проф. Р. А. Жмойдяка. Минск, 2007.
36. *Швецов М. С.* Петрография осадочных пород : учеб. пособие. М., 1958.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Г л а в а 1. Содержание общегеологической практики	5
Место проведения практики	5
Цель и задачи учебной практики.....	7
Программа практики	7
Г л а в а 2. Подготовительный период	10
Организация учебного процесса	10
Полевое снаряжение.....	11
Средства полевой геологической документации.....	13
Техника безопасности	13
Г л а в а 3. Геологическое строение района практики	16
История исследований	16
Тектоника	20
Стратиграфия	23
Генетические типы четвертичных отложений.....	50
Подземные воды	64
Геоморфология	68
Современные геологические процессы	75
Полезные ископаемые.....	81
Геологические памятники природы	86
Г л а в а 4. Полевые наблюдения	89
Геологические наблюдения на маршрутах	89
Документация геологических наблюдений	91
Изучение пунктов геологических наблюдений	96
Определение местонахождения пунктов геологических наблюдений	96
Полевое изучение горных пород	97
Отбор образцов горных пород и окаменелостей	123
Изучение условий залегания горных пород.....	126
Измерение мощности горных пород.....	129
Основные типы залегания горных пород.....	131
Дислокации горных пород.....	134
Изучение рельефа и современных геологических процессов	140
Изучение полезных ископаемых.....	145

Г л а в а 5. Камеральная обработка материала	146
Подготовка коллекций минералов и горных пород	147
Петрографический анализ гравия и гальки	148
Изучение ориентированных обломков, текстур и разрывов горных пород	149
Обработка палеонтологического материала	153
Составление стратиграфических колонок, скважин и геологических разрезов	155
Подсчет запасов и составление карты полезных ископаемых	158
Составление отчета	158
Приложения	163
Библиографические ссылки	172

Учебное издание

Комаровский Михаил Евгеньевич

**УЧЕБНАЯ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА
НА МИНСКОМ ПОЛИГОНЕ**

**Учебно-методическое пособие
для студентов географического факультета**

Редактор *Н. Ф. Акулич*

Художник обложки *Т. Ю. Таран*

Технический редактор *Т. К. Раманович*

Корректор *Е. Д. Кукор*

Компьютерная верстка *А. А. Микелевича*

Электронный ресурс 26 Мб

Режим доступа: <http://www.elib.bsu.by>, ограниченный

Дата доступа:

Белорусский государственный университет.

ЛИ № 02330/0494425 от 08.04.2009.

Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.