– ОГЛ ✕

Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова
Музей землеведения

Н.И. Белая, Е.П. Дубинин, С.А. Ушаков

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Учебное пособие
для учителей и школьников

Научный редактор профессор
С.А. Ушаков

КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

1755-2005

**Издательство
Московского университета
2001**

УДК 55
ББК 26.3
Б43

Б43 **Белая Н.И., Дубинин Е.П., Ушаков С.А.**
Геологическое строение Московского региона. Геологические практики: Учебно-методическое пособие. М.: Изд-во МГУ, 2001. — 104 с.
ISBN 5–211–04502–5

Учебно-методическое пособие предназначено в качестве дополнительного материала по курсу «Москвоведение», «География России», а также для организации различных форм внешкольной работы, связанной с получением дополнительных геологических знаний. Пособие состоит из трех частей. В первой части рассмотрено геологическое строение Подмосковья и минеральные ресурсы на основе опубликованных ранее фундаментальных монографий и экспозиционных материалов Музея землеведения МГУ. Во второй представлено описание эталонных геологических маршрутов, которые используются при проведении учебных геологических практик для студентов и школьников, и даны рекомендации по их организации. В третьей части рассмотрены вопросы формирования учебных геологических коллекций для школьных музеев.

Пособие предназначено для учителей средних учебных заведений и учащихся старших классов.

УДК 55
ББК 26.3

ISBN 5–211–04502–5

© Учебно-научный музей землеведения, МГУ, 2001

ВВЕДЕНИЕ

Подмосковье относится к районам относительно хорошо изученным.

Кроме большого количества статей по отдельным районам Подмосковья было издано несколько крупных монографий. В начале века вышла в свет книга основателя московской школы геологов А.П. Павлова «Геологический очерк окрестностей Москвы». Несмотря на то что с момента ее издания прошло много десятилетий, она до сих пор не потеряла своего значения. Жаль, что книга стала библиографической редкостью, она написана простым языком, содержит почти все необходимые сведения, и форма подачи материала наиболее соответствует уровню школьного учителя. Вторая монография — книга Б.И. Даньшина, изданная к 800-летию Москвы, носит более специальный характер и предназначена, скорее, для геологов. Для школьного учителя в этой книге определенный интерес могут представлять разделы «Полезные ископаемые» и в меньшей степени «Геологическая история».

Несколько книг посвящено геологическим экскурсиям по Подмосковью, из них можно отметить книги В. Малинко, Г.Г. Астровой, В.Н. Семихатова, изданные соответственно в 1933, 1949 и 1955 гг. Наибольшую популярность среди геологов получила книга В.А. Апродова и А.А. Апродовой «Движения земной коры и геологическое прошлое Подмосковья». В ней детально описаны наиболее популярные геологические маршруты Подмосковья, подробно изложены история геологического развития и геологическое строение. Небольшой раздел посвящен современным геологическим процессам. Удачным оригинальным разделом книги стали главы, посвященные тектоническим процессам, роли поднятий и опусканий земной коры в формировании рельефа и геологических структур. В.А. Апродов долгие годы работал в Музее землеведения МГУ, где создал прекрасный раздел, посвященный геологическим экскурсиям и геологии Подмосковья. Материалы, представленные на стендах и витринах, в отличие от книги, доступны не только геологам, но и специалистам широкого профиля, а также школьникам.

В доступной для широкого читателя форме написана книга «Подземные кладовые Подмосковья», авторы Ю.А. Бурмин и В.Л. Зверев, 1982 г.

Предлагаемое пособие предназначено прежде всего для учителей средних учебных заведений в качестве дополнительного материала по курсу «Москвоведение». Книга также рекомендуется для любознательных школьников. Все разделы адаптированы для широкого круга читателей. Основные геологические термины и понятия по возможности даются с пояснениями, чтобы максимально сократить необходимость пользования справочной литературой. Все это продиктовано стремлением обратить внимание читателя на важнейшую часть природной среды — геологическое строение и желанием сделать изучение данной темы доступным и менее абстрактным.

Пособие состоит из трех частей. Первая часть «Геология Подмосковья» в основном базируется на экспозиционных материалах Музея землеведения МГУ, а также на дополнительных, используемых в лекциях по данной теме. Второй источник — опубликованные материалы, краткий перечень которых приведен выше, атласы и карты.

Вторая часть основана в первую очередь на описании эталонных маршрутов, детально изученных в течение длительного времени. По сравнению с известными геологическими работами в предлагаемом пособии характеристика маршрутов дается в упрощенном и сжатом виде. Кроме того, внесены соответствующие изменения в связи с исчезновением некоторых геологических разрезов в результате городских застроек или прекращения добычи и рекультивации старых карьеров. Во вторую очередь использованы материалы, основанные на личном опыте проведения студенческих геологических практик и школьных экскурсий одного из авторов.

Третья часть написана на основании личного опыта проведения практических занятий по геологии со школьниками. Для написания были использованы различные справочники и собственные разработки.

Каждая часть данного пособия может читаться самостоятельно. Часть 3 рекомендуется не только для школьного курса «Москвоведения», но может использоваться учителями географии в курсе физической географии России.

Авторы выражают признательность сотрудникам Музея землеведения МГУ А.Н. Филаретовой, А.А. Свешникову за помощь в техническом оформлении пособия, а также К.А. Скрипко и Е.Л. Кирсановой за ценные замечания.

ЧАСТЬ 1

ГЕОЛОГИЯ ПОДМОСКОВЬЯ

Подмосковье — центральный район России, густонаселенный, с высокой концентрацией промышленности и сельского хозяйства. Его экономическое развитие, как и любой другой территории, во многом зависит от геологического строения. Геологическое строение и история развития определяют природу местности, прежде всего характер рельефа, подземных вод, структуру и распределение ландшафтов, особенности почв. От него целиком зависит разнообразие и богатство полезных ископаемых. Без знания геологии невозможно грамотное и рациональное понимание экологических проблем.

С геологической точки зрения Подмосковье — сравнительно небольшой район, и его особенности определяются более крупными геологическими структурами. Подмосковье расположено в центре Русской платформы. Когда-то Русская платформа входила в состав большого материка Лавразия и прошла сложный путь геологического развития.

Русская платформа в центральной части имеет достаточно мощный осадочный чехол, представленный разнообразными осадочными отложениями. Среди этих отложений присутствуют почти все типы осадочных горных пород. Преобладают морские карбонатные отложения — известняки, доломиты. Второе место занимают терригенные отложения — пески и глины. Встречаются прослои гипсов, углей, углистых сланцев, линзы кремней и др. Скважины, вскрывшие фундамент, показали, что фундамент платформы в этой части представлен практически теми же магматическими и метаморфическими породами, которые выходят на поверхность в кристаллических щитах платформы — Украинском и Балтийском.

Глава 1.1. РЕЛЬЕФ И ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Рельеф

Подмосковье как часть Восточно-Европейской равнины, по направленности современных геологических процессов относится к аккумулятивно-денудационному типу территорий. Основные формы его рельефа созданы на неотектоническом этапе развития при преобладании процессов денудации, протекающих более интенсивно на возвышенностях; на более низких уровнях рельефа доминируют процессы аккумуляции.

В целом рельеф Подмосковья неоднороден. Непосредственно к северу и северо-западу от Москвы рельеф расчлененный, в отдельных районах напоминает низкогорно-холмистый рельеф Южного Урала. На востоке и северной окраине области расчлененность слабее, долины рек здесь слабо врезаны в плоскую низменность.

В северной части Московской области с юго-запада на северо-восток на 220–230 км протянулась восточная оконечность Смоленско-Московской возвышенности. В пределах Московской области Смоленско-Московская возвышенность веерообразно расходится на Клинско-Дмитровскую гряду и Московско-Окский водораздел с примыкающей к нему Теплостанской возвышенностью. Максимальные абсолютные отметки водораздельных поверхностей — 270–300 м. Самая высокая точка Московской области (310 м) находится примерно в 25 км западнее Можайского водохранилища.

Смоленско-Московская возвышенность является водоразделом правых притоков верховьев Волги (р. Лобь, Сестра, Яхрома, Дубна), берущих начало на северных склонах возвышенности, и верховьев Москвы-реки с притоками Руза, Истра и Клязьма, дренирующих южные склоны. Общая высота водораздела снижается с запада на восток. В этом же направлении увеличивается расчлененность рельефа.

В западной части Смоленско-Московская возвышенность сохранилась в виде относительно цельного массива. Водораздельные пространства часто представляют собой пологие холмы, разделенные плоскими западинами и ложбинами. Разница в высотах между вершинами холмов и поверхностями западин составляет 15–20 м.

В центральной и западной части возвышенности речные долины глубоко врезались в древние водораздельные поверхности и расчленили их на отдельные массивы. Верховья некоторых

рек — Яхромы, Истры — пересекли осевую часть водораздела и начинаются на противоположном склоне Смоленско-Московской возвышенности. В соответствии с этим глубина эрозионного вреза максимальна в тех местах, где р. Яхрома, р. Истра пересекают осевые части Клинско-Дмитровской гряды. Холмисто-западинный характер вершинных поверхностей сохранился здесь не повсеместно.

Еще большую расчлененность имеют Окско-Москворецкий водораздел и Теплостанская возвышенность. Средняя высота водораздельной поверхности здесь примерно на 50 м ниже, чем на Клинско-Дмитровской гряде. Теплостанская возвышенность современными и древними долинами рек расчленена на несколько небольших массивов — эрозионных останцов. Отрогами Теплостанской возвышенности в пределах г. Москвы являются Воробьевы горы и Крылатские холмы.

Западная часть Смоленско-Московской возвышенности, Клинско-Дмитровская гряда и Теплостанская возвышенность представляют собой различные стадии расчленения междуречий.

Окско-Москворецкий водораздел снижается к устью Москвы-реки и уже в верховьях р. Пахры плавно переходит в Москворецко-Окскую равнину. Преобладающие абсолютные высоты междуречий здесь составляют 150–200 м, и лишь самые центральные части находятся выше отметки 200 м. Москворецко-Окская равнина расположена на периферии области распространения московского оледенения, и поверхности междуречий по сравнению с северными районами Подмосковья почти не сохранили черт древнего ледникового рельефа. Здесь меньше мощность моренных отложений, чрезвычайно редки бессточные западины.

Долина р. Оки асимметрична. Левый борт долины с притоками Нара, Лопасня, Каширка невысокий, южные склоны Окско-Москворецкого водораздела очень пологие. Правый борт долины крутой; эта часть бассейна Оки находится уже в пределах Среднерусской возвышенности. На очень небольшой территории на юге Подмосковья, примыкающей к Тульской области, высота водоразделов снова повышается до 200–250 м. Долины р. Бол. Смедва и р. Осетр глубоко врезаны и напоминают реки Клинско-Дмитровской гряды.

Немного больше трети территории Подмосковья занимают низменности — Мещерская и Верхневолжская. Низменности имеют небольшие абсолютные высоты — 150–170 и 130–150 м соответственно.

В Московскую область входит небольшая южная часть Верхневолжской низменности. Река Волга протекает в Тверской области, а в Московской области находятся только ее мелкие правые

притоки — Лобь, Лама, Сестра, Яхрома. Эти реки берут свое начало на северном склоне Клинско-Дмитровской гряды, и там, в их верхнем течении, эрозионный врез превышает 80 м, а кое-где и более 100 м. В пределах Верхневолжской низменности реки меняют свой характер, эрозионные врезы уменьшаются до 20—40 м, причем в западной половине низменности, где средние отметки водоразделов примерно на 40 м выше, эрозионный врез больше. При таких малых перепадах высот реки плохо дренируют местность, много болот. Междуречья представляют собой обширные плоские слабоволнистые поверхности, осложненные кое-где невысокими моренными холмами и грядами. Сложена низменность водно-ледниковыми отложениями большой мощности. Характер отложений часто можно определить по растительности, которая служит своеобразным индикатором. Так, на песчаных почвах появляются сосновые леса, в то время как на Смоленско-Московской возвышенности сосен почти нет. Там, на глинистых ледниковых моренных отложениях, растут ели.

Мещерская низменность по характеру рельефа напоминает Верхневолжскую низменность, но в среднем на 20—30 м ниже. Сложена Мещера, как и Верхневолжская низменность, преимущественно водно-ледниковыми песчанистыми отложениями, к которым также приурочены сосновые леса. В то же время низменность знаменита своими болотными ландшафтами. Широкое развитие болот, как и на Верхневолжской низменности, связано с небольшими перепадами высот рельефа, неглубокими эрозионными врезами долин и как следствие плохой дренированностью местности.

По Мещерской низменности протекают самые крупные реки Подмосковья — Москва-река в среднем и нижнем течении, р. Клязьма и на юге р. Ока. Крупные притоки р. Клязьмы — р. Шерна, р. Поля, левые притоки Москвы-реки — р. Нерская, р. Цна протекают в неглубоко врезанных долинах. Склоны долин очень пологие и плавно переходят в водораздельные поверхности. Хорошо сохранились древние террасы Москвы-реки и р. Клязьмы. Древнеаллювиальные отложения по характеру не отличаются от водно-ледниковых. Перекрытых мореной холмов немного, они невысокие с пологими склонами.

Прослеживается связь рельефа Подмосковья с его тектоническим строением; в рельефе наблюдается неясная тенденция к снижению высот с юго-востока на северо-запад. В этом же направлении происходит падение геологических слоев. В то же время крупные формы рельефа, такие, как Смоленско-Московская и Клинско-Дмитровская возвышенности, представляют собой древние водоразделы пра-рек Русской равнины и не являются тектоническими структурами.

Глубинные разломы оказали влияние на направление и ориентировку рек. Даже при беглом анализе топографической карты видно, что реки в плане состоят из почти прямолинейных отрезков, разделенных крутыми коленообразными изгибами. Так, например, Москва-река в верхнем течении, р. Пахра в среднем и нижнем течении имеют почти субширотное направление и параллельны отрезку р. Оки на юге Московской области. В среднем и нижнем течении Москва-река имеет юго-восточное направление и вместе с р. Истрой образует несколько параллельных сегментов, каждый из которых смещен влево вниз по течению от вышележащего сегмента на 5—20 км.

Рельеф Подмосковья в целом сформировался под действием разных факторов. Равнинный характер рельефа предопределен геологическим строением — почти горизонтально лежащими геологическими слоями и малоамплитудными тектоническими движениями.

Величина денудационного среза на равнине зависит от климатических факторов и распределения высот местности, а за длительный геологический промежуток времени — от скорости и характера тектонических движений. В результате многократных изменений климата и направленности тектонических движений земная поверхность в Подмосковье меняла свой характер. Неоднократно перестраивались линии водоразделов, разделяющих бассейны стока рек, текущих в разном направлении. Современный главный водораздел области — Смоленско-Московская возвышенность — формировался примерно с конца мелового периода. Заметное преобразование рельефа (для такого короткого геологического отрезка времени) произошло в четвертичном периоде во время нескольких оледенений. Ледники на время сгладили неровности рельефа, оказали влияние на некоторую перестройку речной долинной сети.

Оледенения четвертичного периода оставили после себя ледниковые отложения разного возраста, которые сплошным чехлом покрыли водоразделы и долины. В пределах обширных понижений, прежде всего в Верхневолжской и Мещерской низменностях, а также в ложбинах Смоленско-Московской и Клинско-Дмитровской возвышенностей накапливались водно-ледниковые отложения.

Ледник отступил на большей части территории Подмосковья 70—100 тыс. лет назад (на северо-западе области около 10 тыс. лет назад). После схода ледников реки размыли и уничтожили часть ледниковых отложений. Речные долины преимущественно

сформировались в понижениях, соответствовавших древним долинам, и таким образом продолжалось их унаследованное доледниковое развитие. Вблизи крупных водных артерий рельеф существенно перестроен, но чем дальше в глубь междуречий, тем лучше сохранился ледниковый рельеф — моренные холмы и западины.

Тектоническое строение

Русская платформа представляет собой древний участок земной коры архейско-протерозойского возраста. В Подмосковье платформа имеет двухъярусное строение: нижний ярус — фундамент и верхний — осадочный чехол. Фундамент сложен магматическими породами, они метаморфизованы, смяты в складки, разбиты разломами, трещинами. Большинство разломов и трещин «залечены». Чехол платформы сложен осадочными породами. Мощность осадочного чехла в среднем 1–3 км, в районе столицы примерно 1,5 км (рис. 1).

В результате длительного развития центральной части Русской платформы на ее докембрийском основании к настоящему времени сформировались крупные выступы (своды) и впадины,

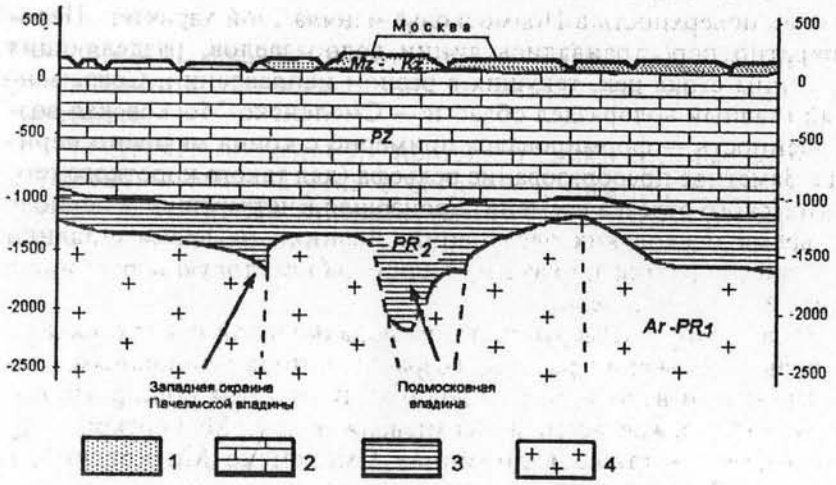

Рис. 1. Тектоническое строение Русской платформы в Подмосковье.

Платформенный чехол: 1 — верхний структурный этаж (обломочные отложения — пески, глины и др.); 2 — средний структурный этаж (карбонатные отложения — известняки, доломиты, глины и др.); 3 — нижний структурный этаж (обломочные отложения — алевролиты, плотные и окаменевшие глины, конгломераты и др.). Кристаллический фундамент платформы: 4 — граниты, мигматиты, гнейсы

погребенные под чехлом палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений.

К востоку от Москвы, между Нижним Новгородом и Пензой, находится под толщей палеозоя Токмовский свод. К югу от Москвы — Воронежский свод, занимающий территорию между Орлом, Курском, Воронежем, Павловском. Между этими двумя сводами расположен погребенный Рязано-Саратовский прогиб, ориентированный в юго-восточном направлении. К северу и северо-востоку от Москвы протягивается огромная Московская синеклиза (рис. 2), представляющая собой широкую, вытянутую и открытую на северо-восток впадину, заполненную палеозойскими

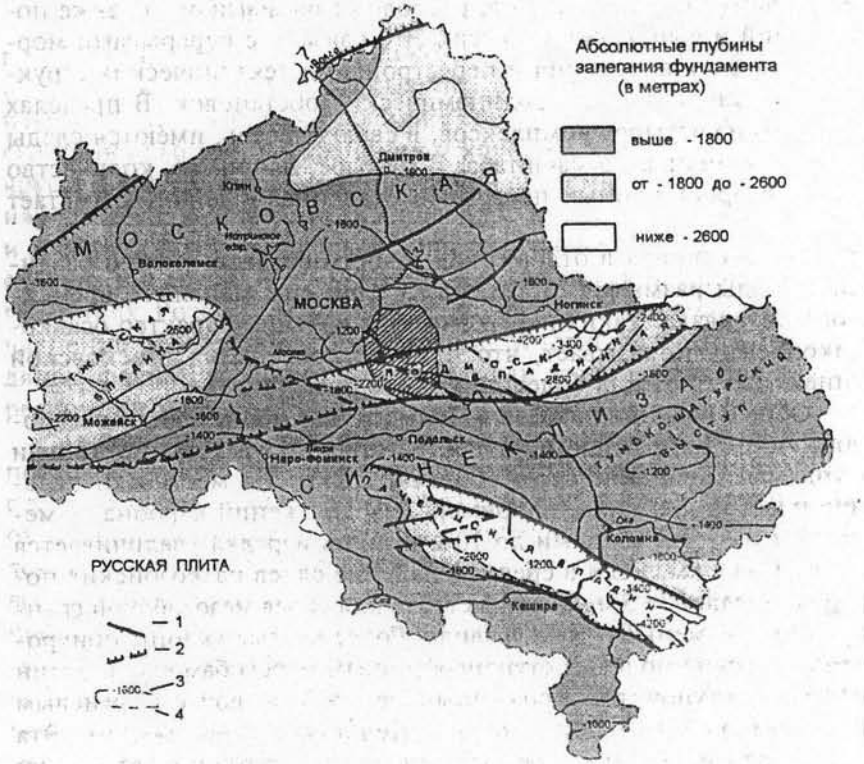

Рис. 2. Тектоническая карта.

Разломы кристаллического фундамента: 1 — установленные по геологическим и геофизическим данным, 2 — предполагаемые. Штрих направлен в сторону опущенного крыла там, где его положение определено. Глубина залегания кристаллического фундамента в метрах: 3 — установленная, 4 — предполагаемая. Московская синеклиза — пологая вогнутая складка осадочного чехла; Гжатская, Подмосковная, Пачелмская впадины — крупные опущенные по разломам участки кристаллического фундамента, Тумско-Шатурский выступ — приподнятый по разломам участок кристаллического фундамента

и мезозойскими отложениями. Ее северным ограничением являются южные склоны огромного свода Балтийского кристаллического щита.

Москва и ближнее к ней Подмосковье расположены на юго-западной окраине Московской синеклизы.

Московская синеклиза образовалась еще в докембрии и в процессе своего развития постепенно заполнилась палеозойскими и мезозойскими осадками. В геологическом разрезе центральной части Русской платформы резко обособляются друг от друга четыре толщи: 1) рифейский комплекс, 2) кембрийско-ордовикский, 3) девоно-карбоновый и 4) юрско-меловой комплексы отложений (рис. 1). Они залегают с небольшим несогласием (т.е. изменяются наклон пластов, расположение изгибов, а также понижений и выпуклостей слоев). Это связано с перерывами морского осадконакопления и перестройками тектонических структур в периоды смены геодинамических обстановок. В пределах каждого из четырех комплексов, в свою очередь, имеются следы размывов меньшего масштаба. В мезозое, например, количество таких второстепенных перерывов осадконакопления возрастает до шести.

На местности в отложениях разного возраста можно различить следы размывов, отделяющих слои еще меньшего временного интервала. Таких перерывов еще больше. Характер осадконакопления показывает, что процесс прогибания Московской синеклизы протекал более или менее ритмично.

Общее падение пластов в Подмосковье происходит в северо-восточном направлении, и соответственно углубление кровли фундамента изменяется от 600 м до 2,5 км. На местности падение пластов невелико, например, для отложений карбона — менее 4 м на 1 км, местами до 10 м и лишь изредка увеличивается до 50 м на 1 км. Если в среднем падение слоев палеозойских пород составляет 3–5 м на километр, то для слоев мезозойской группы оно еще меньше. Как правило, более крутые уклоны приурочены к весьма пологим ступенеобразным перегибам слоев. Один из таких уступов, расположенный между Москвой и Сергиевым Посадом, связан с Пироговско-Щелковским поднятием. Эта структура имеет глубинное заложение, и ей соответствует выступ фундамента.

Рельеф кровли фундамента осложняется выступами и впадинами. Наиболее крупные впадины — Пачелмский прогиб-авлакоген, Подмосковная впадина и Гжатская впадина (рис. 2).

Для большинства крупных форм рельефа Подмосковья (низменностей и возвышенностей) прямая связь со структурными элементами платформы не очень очевидна и затушевана. Встречаются формы рельефа, несогласные с глубинными структурами. Например, в наиболее приподнятой части Клинско-Дмитровской гряды юрские отложения образуют плавный прогиб. Аналогичная картина наблюдается на Теплостанской возвышенности.

В Московской синеклизе слои имеют наклон к северо-востоку. В этом направлении происходит последовательная смена отложений — выходящие на поверхность по периферии синеклизы древние породы сменяются более молодыми. Если двигаться с юго-запада на северо-восток, можно постепенно, ярус за ярусом, система за системой, исследовать отложения разного возраста. В пределах одного разреза (за исключением оползневых участков) возраст отложений увеличивается сверху вниз.

В естественных обнажениях и карьерах в разных местах центрального Подмосковья наблюдениям доступны отложения не старше нижнекаменноугольных. Более древние отложения можно изучать только в скважинах или в соседних областях. Из-за своего широкого распространения и хорошей изученности многие ярусы и горизонты каменноугольной системы получили международные наименования по местным названиям Подмосковья и соседних областей (московский, серпуховской, гжельский, касимовский ярусы и др.). Именно в Московской и в соседних губерниях России геологами прошлого века проводилось расчленение отложений этого возраста. Многие разрезы и руководящая фауна Русской платформы стали эталонными для других регионов мира.

Тектоническое строение обусловливает выход на дневную поверхность пород разного возраста. Геологические разрезы, доступные наблюдениям, имеют разную мощность в зависимости от глубин врезов речных долин и наличия карьеров. Если мысленно «снять» с земной поверхности растительность, почвы и все молодые (четвертичные) отложения, то под ними на поверхности окажутся породы разного возраста и разного типа. Несмотря на постепенные изменения абсолютных и относительных высот геологических слоев, можно выделить пять принципиально различных вариантов геологического строения рельефа в Подмосковье.

1. На дневную поверхность выходят отложения только каменноугольной системы, преимущественно известняки, доломиты. На востоке и юге области отложения этой системы слагают как водоразделы, так и нижние ярусы рельефа.

2. Карбонатные толщи каменноугольной системы перекрываются глинами юрской системы. Выше они местами перекрываются песками той же системы.

3. Кровля известняков в Подмосковье после многочисленных древних размывов неровная, и черные юрские глины встречаются на разных высотных отметках. Такое строение имеют районы г. Подольска и г. Домодедова.

4. Юрские глины выходят в нижнем ярусе рельефа, прорезаются современными реками. Средние и верхние ярусы рельефа слагаются юрскими песками, а на самых высоких водоразделах перекрываются песками меловой системы. Такое строение характерно для столицы и близлежащих районов.

5. На дневную поверхность выходят отложения только меловой системы — различные пески, реже черные глины. Такое строение характерно для многих районов Клинско-Дмитровской гряды.

Глава 1.2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Осадочные отложения, как правило, залегают слоями разной мощности. По характеру отложений и встречающимся в них окаменелостям (остаткам древних животных и растений) можно установить, в каких условиях они образовались — в море, в прибрежной зоне или на суше. На равнинах, как правило, нижние слои старше, верхние моложе. Так определяется *относительный возраст* отложений. Редкими исключениями в условиях Подмосковья являются оползни, в которых древние отложения могут сползти на молодые и перекрыть их.

С помощью радиоактивных методов можно установить *абсолютный возраст* отложений.

Толща осадочных, магматических и метаморфических пород земной коры в Подмосковье представлена отложениями всех пяти *геологических групп*: архейской, протерозойской, палеозойской, мезозойской и кайнозойской. Архейские, протерозойские, большая часть палеозойских отложений не выходят на дневную поверхность, они изучены по скважинам, образцы можно увидеть в геологических музеях (в частности, в Музее землеведения МГУ).

Группы делятся на *геологические системы*. Системы делятся на отделы, отделы — на ярусы и ярусы — на горизонты (табл. 1).

Таблица 1

Интервалы геологического времени и соответствующие им комплексы горных пород

Геологическое время	Эра	Период	Эпоха	Век
Комплексы пород	Группа	Система	Отдел	Ярус

Таблица 2

Геохронологическая шкала

Эра (Группа)		Начало и конец (млн лет)	Длительность (млн лет)
Фанерозой	кайнозойская	0–65	65
	мезозойская	65–248	183
	палеозойская	248–570	322
Протерозойская		570–2500	1900–2000
Архейская		2500–3800	1900
Катархейская		3800–4600	600–700

Таблица 3

Геохронологическая шкала фанерозоя (закрашены стратиграфические подразделения, встречающиеся в Подмосковье)

Группа (эра)	Система (период)	Начало и конец (млн лет тому назад)	Длительность (млн лет)
Кайнозойская KZ	Четвертичная Q	0–1,6	1,6
	Неогеновая N	1,6–24	23,0
	Палеогеновая P	24–65	40,4
Мезозойская MZ	Меловая K	65–144	79,6
	Юрская J	144–213	69,0
	Триасовая T	213–248	35,0
Палеозойская PZ	Пермская P	248–286	38,0
	Каменноугольная C	286–360	74,0
	Девонская D	360–408	48,0
	Силурийская S	408–438	30,0
	Ордовикская O	438–505	67,0
	Кембрийская Є	505–570	65,0

Периодам (системам) и векам (ярусам) присвоены собственные наименования, закрепленные в геохронологической таблице. Эпохи имеют одинаковые названия. Они делят периоды на

два или три интервала, соответственно различают раннюю, среднюю и позднюю эпоху. Аналогично системы делятся на верхний, средний и нижний отделы и обозначаются индексами 1, 2, 3.

В настоящее время принято выделять шесть эр. Самая древняя эра носит название катархея. Архей и протерозой подразделяются на ранний и поздний; а палеозойская, мезозойская и кайнозойская эры объединяются в фанерозой.

Различать отложения по возрасту помогают окаменевшие остатки организмов, характерные для этих отложений, так называемая руководящая фауна.

Отложения многих геологических систем в Подмосковье отсутствуют. Палеозойская группа представлена отложениями только кембрийской, девонской и каменноугольной систем. Мезозойская — юрской и меловой системой, кайнозойская — неогеновой и четвертичной системой (рис. 3).

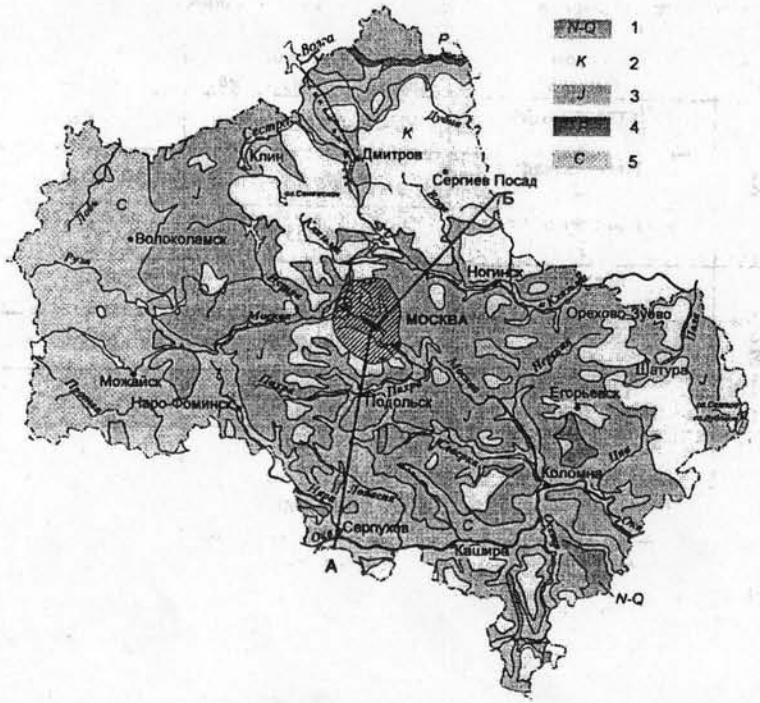

Рис. 3. Геологическая карта.

1 — НЕОГЕНОВАЯ–ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМЫ (*N–Q*). Пески и глины; 2 — МЕЛОВАЯ СИСТЕМА (*K*). Пески с фосфоритами, песчаники, глины, трепелы; 3 — ЮРСКАЯ СИСТЕМА (*J*). Темные глины и пески с фосфоритами, песчаники; 4 — ПЕРМСКАЯ СИСТЕМА (*P*). Глины, доломиты, известняки; 5 — КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА (*C*). Известняки, доломиты, пестрые глины и мергели

На обычной геологической карте четвертичные отложения малой мощности не показываются — «снимаются», для них составляется специальная карта четвертичных отложений. Для четвертичных отложений кроме возраста на этой карте обычно указывается их генезис.

Ниже приводится описание обобщенного геологического разреза Подмосковья. Принято рассматривать отложения снизу вверх, т.е. от древних к молодым. Самые молодые отложения — четвертичные описаны более подробно.

Архейская группа (AR)

Архейские породы в Подмосковье известны по глубоким скважинам. Они представлены гнейсами, гранитами, иногда сиенитами и некоторыми другими разновидностями магматических и метаморфических пород. Слагают фундамент платформы (рис. 4).

Протерозойская группа. Нижний отдел (PR_1)

Породы нижнего протерозоя слагают фундамент платформы. Практически породы архея и нижнего протерозоя не разделяются.

Протерозойская группа. Верхний отдел (PR_2)

Отложения протерозоя представлены ***рифейской*** **(R)** ***и вендской*** **(V)** ***системами.*** Начинаются отложения прибрежно-морскими конгломератами. Их мощность составляет около 14 м. Наличие в кровле размытого фундамента конгломератов — характерная черта территории на начальном этапе развития платформы. Выше лежат морские песчаники с гравием, слюдисто-глинистые сланцы мощностью около 80 м. Еще выше — окаменевшие глины.

Общая мощность рифейских отложений в Подмосковье значительна: в Москве 416 м, в Редкино 527, в Серпухове 200, в Туле 4 м. Отложения рифейской системы типично морские мелководные. Они накопились в прогибе, ось которого располагалась к северу от Москвы.

Палеозойская группа (PZ)

В Подмосковье отложения этого возраста представлены кембрийскими, девонскими и каменноугольными отложениями. Преимущественно это морские карбонатные породы, переслаиваю-

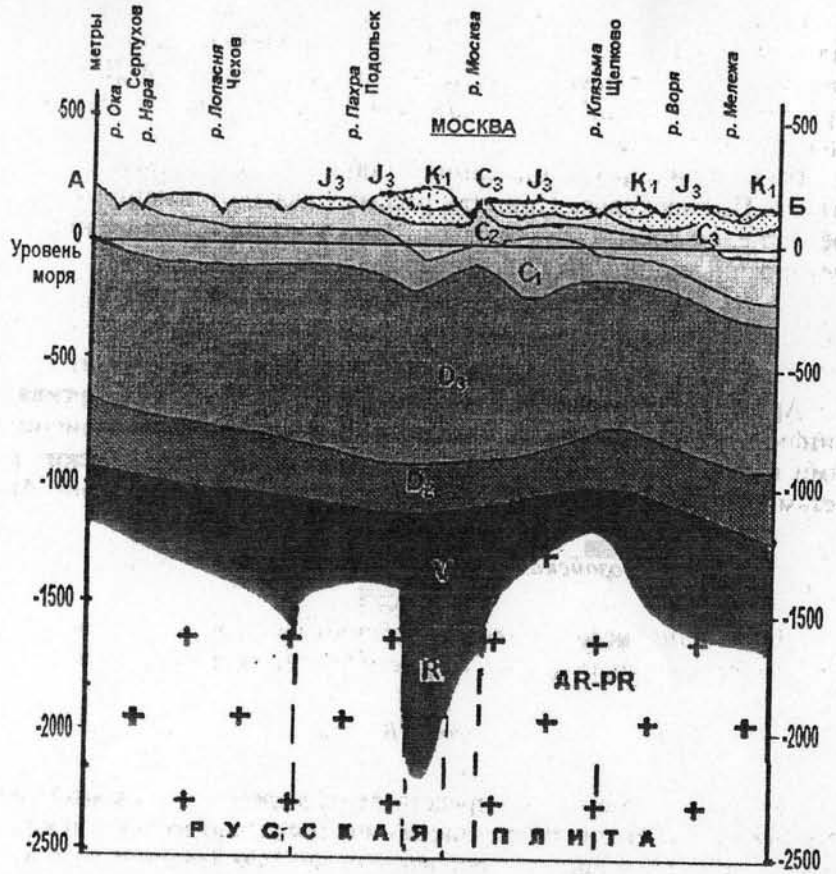

Рис. 4. Геологический профиль к геологической карте (см. рис. 3) по линии А-Б (р. Ока — Москва — р. Мележа)

щиеся с глинами, реже песками, углями. Встречаются слои с очень богатой фауной, иногда слои биогенных пород. Очень много одиночных и колониальных кораллов, губок, двухстворчатых моллюсков, брахиопод.

Кембрийская система представлена нижним и средним отделами. В скважинах в Москве к ним отнесены глины красно-коричневого и зеленовато-серого цвета — отложениями мелкого с меняющейся глубиной моря. Мощность кембрийских отложений в Подмосковье непостоянна.

Ордовикские **(O)**, ***силурийские*** **(S)** ***и нижнедевонские*** **(D_1)** отложения полностью отсутствуют.

Девонская система **(D)**. Отложения среднего девона в большей части Подмосковья лежат на кембрийских отложениях. К югу

от Москвы — на архейских, а к северо-западу — на ордовикских отложениях. В Подмосковье они повсеместно залегают глубоко и нигде не выходят на дневную поверхность. Общая мощность среднедевонской толщи колеблется от 200 до 350 м. Верхнедевонские отложения имеют общую мощность примерно 550 м.

В Москве девонские отложения вскрываются скважинами на отметках около 350 м, в районе Подольска примерно на 250 м. Представлены девонские отложения преимущественно известняками и доломитами, реже мергелями, глинами, песчаниками.

Каменноугольная система **(C)**. Отложения каменноугольной системы выходят на поверхность в разных местах Подмосковья. Слои представлены преимущественно карбонатными породами — известняками, доломитами, мергелями, а также глинами. Другие отложения имеют меньшее распространение, в частности, к ним относятся пласты бурых углей. Известняки имеют богатую фауну (рис. 5). В черте г. Москвы верхнекаменноугольные отложения в настоящее время недоступны для наблюдения. Средне- и верхнекаменноугольные отложения широко распространены на юге и востоке области.

Известняки и доломиты каменноугольной системы разнообразны по прочности, цвету и пр. Крепкие известняки использовались при градостроительстве, доломиты и известняки разрабатываются и сейчас (для производства цемента, известковой муки и др.). Глины используются для производства кирпича, огнеупорные — для производства посуды и технического фарфора.

Пермская система **(P)**. Отложения пермской системы отсутствуют почти на всей территории, и только к северу от р. Дубна они перекрывают каменноугольные отложения, вскрываются скважинами и выходят на поверхность на небольших участках в узкой полосе протяженностью около 90 км.

Мезозойская группа (MZ)

Мезозойские отложения резко отличаются от нижележащих палеозойских отложений. Карбонаты полностью отсутствуют. Господствуют пески и черные глины. Характерно наличие слоев с фосфоритами и глауконитом. Отложения часто содержат богатую фауну головоногих моллюсков — аммонитов и белемнитов.

Триасовая система **(T)**. Отложения триасовой системы, равно как и нижнего и большей части среднего отделов юрской системы, на территории Подмосковья отсутствуют.

Юрская система **(J)**. В Москве и ее окрестностях отложения этого возраста слагают нижние ярусы рельефа и выходят на

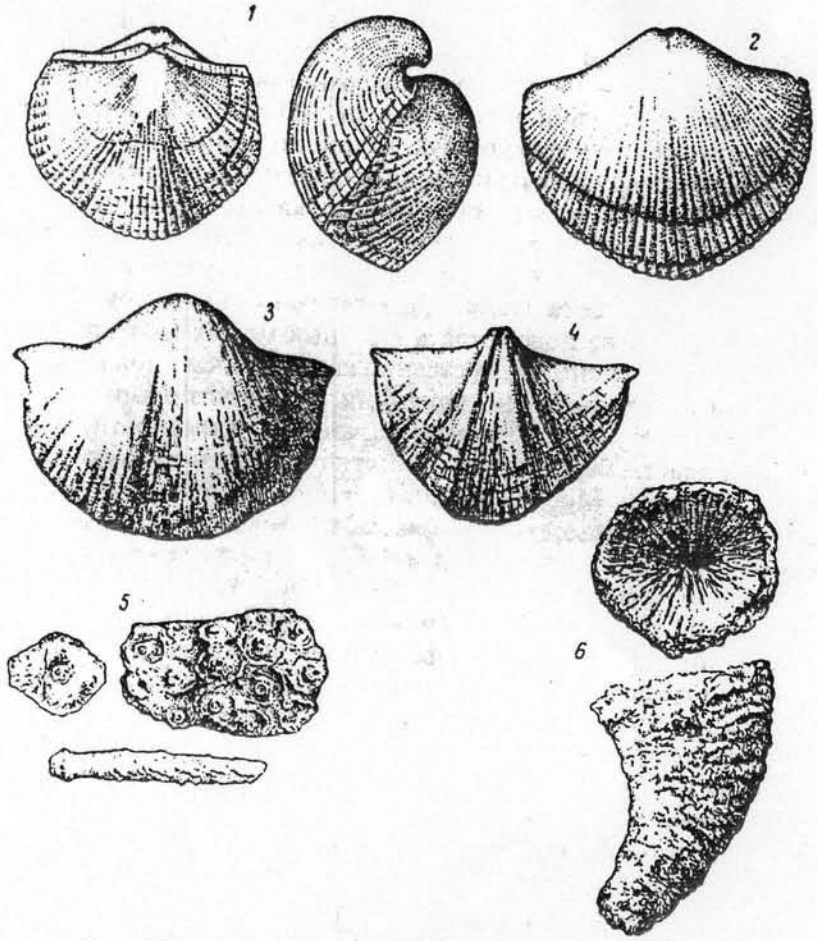

Рис. 5. Представители руководящей фауны среднего карбона.
1–4 — брахиоподы (плеченогие); 5 — морской еж (часть панциря и иголка); 6 — одиночный коралл

поверхность в нижних частях склонов долины Москвы-реки. К югу и востоку от столицы юрские отложения расположены выше и слагают верхние ярусы рельефа. Залегают юрские отложения на неровной поверхности кровли каменноугольных отложений, которая сохранила следы континентального длительного размыва и выветривания (в карстовых полостях иногда встречаются бокситы).

Характерными отложениями юрской системы являются морские черные и темно-серые слюдистые глины с мелкими конкрециями пирита и фосфоритов, а также морские и прибрежно-морские пески. Морские пески разнообразны по цвету и составу: серые, светло-желтые и белые кварцевые с линзами песчаников,

темно-зеленые глауконитовые. Подчиненное значение имеют косослоистые светло-желтые прибрежно-морские пески и пятнистые желтые континентальные пески.

Меловая система **(K)**. Отложения широко распространены на востоке области, прежде всего в Мещерской низменности, на Клинско-Дмитровской гряде, и пятнами в южной части дальнего Подмосковья. Так же как и юрская, меловая система представлена слоями различных песков. В белых кварцевых песках попадаются линзы очень крепких белых кварцевых песчаников, в рыжих железистых песках встречаются рыхлые ожелезненные песчаники, есть слои с большим включением конкреций фосфорита, конкреций пирита. Черные слюдистые глины имеют меньшее распространение, они очень похожи на юрские глины и носят местное название — «парамоновские» глины.

Самыми характерными представителями ископаемой фауны для юрской и меловой систем являются аммониты и белемниты (рис. 6).

Кайнозойская группа (KZ)

Палеогеновая система на территории Подмосковья отсутствует — не сохранилась из-за небольшой мощности континентальных отложений и последующего размыва.

Неогеновая система **(N)**. Отложения очень маломощны — 2–3 м (до 24 м) и сохранились очень небольшими пятнами (в бассейне р. Северка, в р-не г. Воскресенска, в устье р. Пахры). Они представлены белыми крупнозернистыми песками.

Обобщенный и упрощенный стратиграфический разрез палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений приведен в табл. 4.

Четвертичная система **(Q)**. По возрасту отложения четвертичной системы подразделяются на четыре отдела — древнечетвертичные (Q_I), среднечетвертичные (Q_{II}), позднечетвертичные (Q_{III}) и современные (Q_{IV}). Эти отделы имеют и другое название: три нижних — *плейстоцен*, верхний — *голоцен*.

Отложения четвертичной системы сплошным чехлом перекрывают более древние отложения. Лишь на крошечных участках — на крутых склонах — они отсутствуют. Отложения четвертичной системы характеризуются большой изменчивостью, пятнистым распространением и очень сложным строением. Это объясняется большой изменчивостью осадконакопления, что вообще характерно для континентальных областей. Отложения склонов не похожи на речные отложения, речные пойменные не похожи на русловые. Особый тип отложений четвертичного возраста представляют ледниковые.

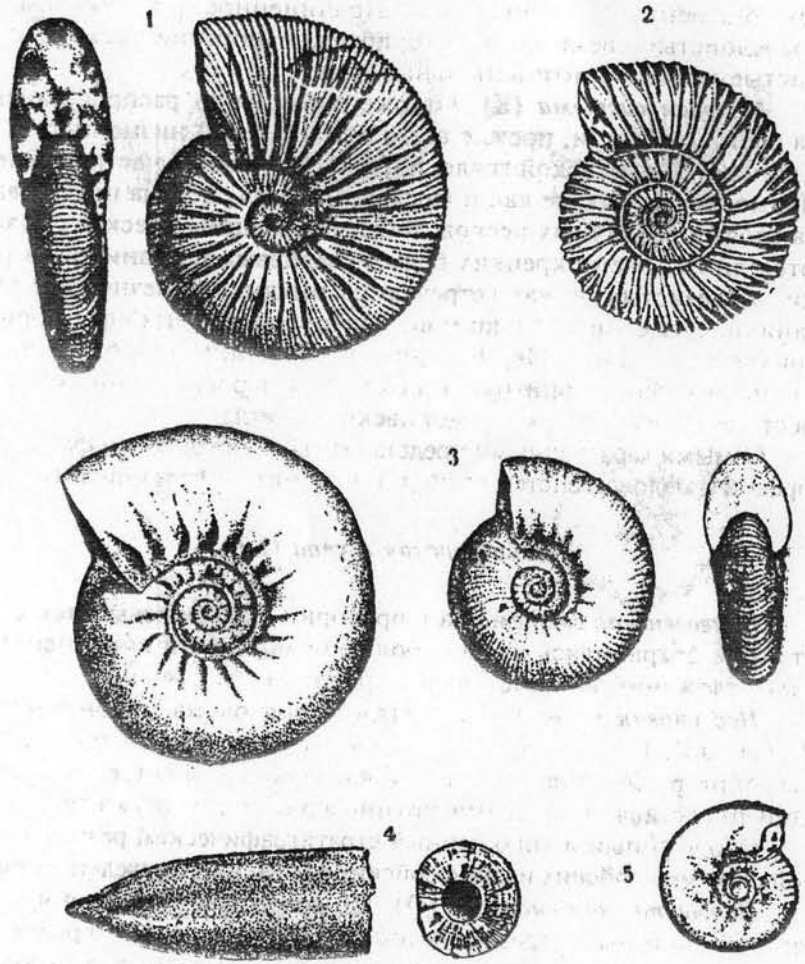

Рис. 6. Представители руководящей фауны верхней юры.
1–3, 5 — аммониты; 4 — белемнит

Четвертичные отложения Подмосковья представлены разнообразными типами отложений. Практически повсеместно встречаются:

ледниковые (гляциальные) отложения нижне-, средне- и верхнечетвертичного возраста;

водно-ледниковые (флювиогляциальные) среднечетвертичного возраста;

речные (аллювиальные) — современные отложения русла, поймы; аллювиальные отложения террас и древние погребенные аллювиальные отложения;

Таблица 4

Стратиграфический разрез палеозойских и мезозойских отложений

Возраст (индекс)	Мощность (м)	Литология пород
K_2	3–40	пески и песчаники с фосфоритами
K_1	5–90	пески (белые, серые, зеленовато-серые), глины бурые, черные (парамоновские) с глауконитом и фосфоритами
J_3	3–80	пески кварцевые и глауконитовые, глины черные и темно-серые с фосфоритами
J_2	3–15	пески и черные глины
C_3	10–50	известняки хемогенные и органогенные, доломиты, глины красные с прослоями сизых глин
C_2	50–150	известняки серые и белые органогенные и хемогенные, доломиты плотные (подольский мрамор), глины красные
C_1	50–150	известняки, доломиты, глины с прослоями углистых глин
D_3	600–800	доломиты, известняки, мергели, глины, алевриты, гипс
D_2	200–220	алевролиты, глины, известняки
ϵ	340	глины синие, алевролиты, песчаники
PR_2	100–500	конгломераты, песчаники с гравием, сланцы, глины

покровные суглинки;

озерные и озерно-болотные отложения;

склоновые отложения;

антропогеновые (техногенные) отложения.

Нижнеплейстоценовые отложения (Q_I). Нижнечетвертичные (нижнеплейстоценовые) отложения почти не сохранились. Они представлены ледниковыми отложениями самого древнего Окского оледенения и водно-ледниковыми отложениями Окско-Днепровского межледниковья.

Ледниковые (гляциальные) отложения. Ледниковые отложения Окского ледника практически не выходят на поверхность. Они описаны всего в нескольких обнажениях и вскрываются на небольших участках в центральных частях водоразделов в скважинах. Как и более молодые, ледниковые отложения представлены суглинками с включениями гравия, гальки и валунов. Эти отложения носят название «морена».

Окская морена отличается от молодых аналогичных отложений составом валунов и цветом. Она более темного цвета, в ней больше валунов местных пород — каменноугольных

известняков, кремней, фосфоритов. Валуны магматических и метаморфических пород редки.

Водно-ледниковые и озерно-ледниковые отложения.

Среднеплейстоценовые отложения (Q_{II}) имеют очень широкое распространение в Подмосковье. Они слагают водоразделы и средние ярусы рельефа и обычно перекрываются более молодыми четвертичными отложениями.

Ледниковые (гляциальные) отложения. Представлены моренными отложениями Днепровского и Московского оледенения. Моренные отложения разного возраста различаются с трудом. По сравнению с окской в днепровской и московской моренах содержится большое количество гальки и валунов кристаллических пород (граниты, гнейсы, диабазы, кварциты), которые составляют до 30% всех пород. Достаточно много также глинистых сланцев, алевритов и ярких, часто яшмовидных, кремней, также принесенных из Скандинавии и Карелии.

Днепровская морена часто имеет более темный бурый или серовато-бурый цвет. В ней по сравнению с московской несколько больше валунов и гальки местных пород, светлых серых и черных кремней, известняка и доломитов.

Московская морена имеет везде бурый цвет с характерным красноватым оттенком. Типичная московская морена содержит большое количество валунов и гальки, среди которых много красных гранитов. Иногда в разрезах верхняя часть московской морены, лежащая под покровными суглинками, почти не содержит валунов и гальки и отличается от покровных суглинков только редкими включениями гальки известняков.

Довольно часто днепровская, как и московская, морена разделяется линзами и слоями водно-ледниковых валунных песков.

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) отложения среднечетвертичного возраста имеют очень широкое распространение. Водно-ледниковыми песками сложены большие площади за границами распространения Московского оледенения, в частности в Мещерской низменности. В других частях Подмосковья часто замещают моренные отложения в неглубоких удлиненных понижениях на междуречьях — древних долинах стока талых ледниковых вод, а также в речных долинах. Кроме того, они часто разделяют моренные отложения разного возраста.

Флювиогляциальные отложения представляют собой разнозернистые пески с большим включением гальки и валунов. Иногда попадаются валуны до одного метра в диаметре.

Речные (аллювиальные) отложения. Они широко развиты и представлены разнозернистыми песками с гравием, галькой. Пески косослоистые, отмытые, прослои глинистых песков имеют

подчиненное значение. На верхних террасах аллювиальные отложения не сохранились или перекрыты мореной.

Верхнеплейстоценовые отложения (Q_{III}). К ним относятся покровные суглинки (верхнеплейстоцен-голоценового возраста) и аллювиальные отложения первых надпойменных террас. На севере Подмосковья к ним относятся также ледниковые и водно-ледниковые отложения, сформировавшиеся во время последнего — Валдайского оледенения.

Аллювиальные отложения. Первые надпойменные террасы встречаются практически на всех подмосковных реках. В отличие от более древних террас они сложены не только русловыми косослоистыми песками, но часто перекрыты небольшими по мощности пойменными отложениями.

Ледниковые отложения последнего Валдайского оледенения распространены лишь на очень небольших по площади участках Верхневолжской низменности (области сплошного распространения отложений этого возраста распространены севернее Московской области).

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) отложения Валдайского оледенения образуют покров мощностью в несколько метров и больше на Верхневолжской низменности и формируют так называемую зандровую равнину. Водно-ледниковые отложения очень похожи на русловые аллювиальные отложения, так как сформированы также водными потоками. Это всегда косослоистые пески с галькой и гравием. Отличаются от аллювиальных большим количеством крупных валунов и большей площадью распространения.

Озерно-аллювиальные отложения распространены в Шатурском районе Мещерской низменности.

Покровные суглинки имеют обычно мощность от первых десятков сантиметров до 1 м и более. Лежат непосредственно под почвами на водоразделах и склонах, отсутствуют только на поймах и первых надпойменных террасах.

Голоценовые (современные) отложения (Q_{IV}). Они очень разнообразны по характеру, имеют разную мощность и площади распространения.

Речные (аллювиальные) отложения выстилают русло реки, слагают поймы и старицы. Русловые, пойменные и старичные отложения резко отличаются друг от друга. Типичные русловые отложения — косослоистые разнозернистые пески с гравием и галькой, иногда галечники. Пойменные отложения в большинстве подмосковных рек слагают не всю пойму, а только верхнюю часть, нижняя часть поймы обычно сформирована русловыми отложениями. Пойменные отложения — это, как правило,

коричневые супеси и суглинки с неясной горизонтальной слоистостью. Старичные отложения — темно-коричневые суглинки, часто с горизонтами погребенных почв, старичные отложения встречаются реже.

Отложения оврагов. Различают отложения днищ оврагов — русловые и пойменные — и отложения конусов выноса. Первые похожи на аллювиальные. Вторые имеют небольшие размеры и слагают устьевую часть оврага.

Склоновые отложения распространены повсеместно, как правило, имеют небольшую мощность (сантиметры и первые десятки сантиметров). Чаще всего представляют собой коричневые суглинки с включением гравия и гальки.

Отложения озер в Подмосковье имеют небольшое распространение. Озерные отложения представлены горизонтально-слоистыми песками, суглинками и глинами.

Отложения болот развиты повсеместно. Небольшими пятнами отложения торфа встречаются на водоразделах и поймах. Большие торфяные массивы распространены в Мещерской и Верхневолжской низменностях. Они имеют не только голоценовый, но и верхнеплейстоценовый возраст.

К современным своеобразным геологическим отложениям относятся **почвы**.

Антропогенные (техногенные) отложения получили широчайшее распространение в Подмосковье. Не всегда в обнажении удается отличить некоторые разновидности техногенных пород (слежавшиеся отложения отвалов и др.) от природных отложений. Мощность антропогенных отложений составляет от нескольких сантиметров до нескольких метров и более. Особенно велика мощность техногенных отложений в городах, в местах добычи полезных ископаемых и на территориях, где велось интенсивное строительство. Техногенные отложения очень разнообразны. Для них характерно не только совершенно иное залегание по сравнению с природными геологическими слоями, но и состав. В техногенных отложениях в огромном количестве присутствуют новые вещества, химические соединения, не свойственные природным процессам.

Глава 1.3. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПОДМОСКОВЬЯ

История геологического развития Подмосковья по сравнению с другими регионами России изучена относительно хорошо. Но, как и для всякого региона, чем дальше от нас отстоят

геологические события, тем меньше поддается расшифровке его история. Кроме того, геологи гораздо больше знают о периодах тектонических опусканий территории, так как морские отложения сохраняются значительно лучше и содержат ископаемую фауну. Континентальные отложения маломощны, имеют временный характер, так как размываются в периоды поднятий, и сохраняются значительно хуже и реже. Для геологов континентальные этапы развития — «белые пятна» истории, и знания о них фрагментарны.

В последнее время многие аспекты геологической истории пересматриваются в связи с появлением новой геологической теории — тектоники литосферных плит. Еще 20—30 лет назад изменение климата в палеозое, мезозое в одной и той же области объяснялось, прежде всего, колебаниями солнечной активности. Теперь доказывается, что главная причина потепления и похолодания связана с перемещением континентов из умеренных широт Южного полушария в экваториальные и тропические широты, а затем в умеренные широты Северного полушария.

Пересматриваются причины вертикальных движений земной коры. Ранее, например, тектонические опускания отдельных участков на Русской платформе связывались с образованием Уральских, Кавказских, Карпатских гор и формированием прогибов на прилегающих к ним территориях платформы. Сейчас считается, что процессы деформации земной коры в основном происходят на границах литосферных плит. Поднятия и опускания земной коры на удаленных от границ плит участках имеют меньшую амплитуду. Они имеют тесную взаимосвязь с тектоническими движениями на границах плит, потоками вещества в мантии, «горячими точками» и др.

Доплатформенный этап развития Подмосковья

Русская платформа как тектоническая структура относится к древнейшим участкам земной коры. Ее фундамент, сложенный метаморфизованными и магматическими породами, формировался в течение очень длительного времени — в архее и протерозое. Первоначально на месте современной Восточно-Европейской равнины не существовало жесткого блока земной коры в виде единой платформы. Земная поверхность имела сильно расчлененный рельеф — морские впадины, перемежающиеся с островными горными сооружениями. В результате геологических процессов земная кора сминалась в складки, разбивалась на отдельные

блоки глубинными разломами. Интенсивно проходили процессы магматизма, которые наращивали мощность земной коры. Процессы метаморфизма изменили первичные магматические и осадочные породы, превратили их в гнейсы и сланцы. Впоследствии горные массивы были денудированы (разрушены), впадины заполнились осадками и на их месте возникли равнинные пространства. Литосфера потеряла свою прежнюю гибкость и подвижность и превратилась в жесткий блок земной коры — **платформу**.

Весь этот цикл эволюции литосферы, ранее называвшийся геосинклинальным процессом, ныне с позиции тектоники литосферных плит получил иную интерпретацию и назван циклом Уилсона, по имени ученого, впервые его предложившего.

В цикле Уилсона пять главных стадий эволюции литосферы. Первая для Русской платформы началась, вероятно, в середине — конце раннего протерозоя. Тогда единый позднеархейский материк Моногея начал подвергаться расколу в результате континентального рифтинга — растяжения, утонения и раскола континентальной литосферы.

В результате такого раскола между фрагментами Моногеи образовались океанские впадины. Разрастание этих впадин относится ко второй стадии цикла. Процесс раздвижения и наращивания океанической коры (спрединга), вероятно, происходил около 2,2 млрд лет назад.

В третью стадию происходит сокращение площади впадин в результате погружения океанической литосферы в мантию и пододвигания под континенты (субдукция). В результате формируются сейсмически активные континентальные окраины с характерными вулканическими островными дугами и глубоководными желобами.

Четвертая стадия характеризуется столкновением между собой островных дуг и континентальных окраин или двух континентальных блоков. На этой стадии, называемой коллизионной, происходит формирование и развитие планетарного пояса сжатия (аналогично образованию современного Альпийско-Гималайского пояса). Наиболее вероятное время этого события — 1,8 млрд лет назад.

В дальнейшем по мере ослабления сжимающих напряжений происходил переход горного пояса к платформенному развитию — пятая, заключительная стадия цикла Уилсона.

Не исключена вероятность того, что современная Русская платформа является результатом развития не одного, а двух, может быть, и трех таких циклов.

Платформенный этап развития

Позднее, с конца протерозоя, в платформенный этап своего развития, характер тектонических движений на Русской платформе изменился. Земная кора подвергалась очень медленным поднятиям и опусканиям то в одном, то в другом месте.

Такие же процессы происходят в различных регионах мира и сейчас. Например, в Нидерландах, где побережье медленно опускается и море наступает на сушу. Если бы не строительство дамб, многие поселки и сельскохозяйственные угодья стали дном мелкого моря.

За время таких периодов опусканий, несмотря на маленькие скорости (всего миллиметры и доли миллиметров в год) на Русской платформе отложились слои осадочных пород. Затем эти, первоначально горизонтальные, слои изгибались, образуя очень пологие, плавные, вогнутые и выпуклые структуры, которые носят соответственно названия синеклиз и антеклиз. Примером может служить Московская синеклиза. В течение фанерозоя (что составляет более 0,5 млрд лет) земная кора на территории Подмосковья трижды прогибалась. Когда поверхность суши опускалась ниже нулевых отметок, на всей территории современного Подмосковья, а чаще на его отдельных участках, появлялись морские бассейны.

Этапы прогибания земной коры сменялись поднятием. На территории бывшего моря появлялись реки, морские отложения размывались, формировался расчлененный рельеф. Отложение континентальных осадков носило с точки зрения геологической истории временный характер, так как основная тенденция в развитии рельефа на суше — денудация (снос рыхлых отложений). Размываются и уничтожаются не только старые морские отложения, но и недавно сформированные континентальные. В итоге доля континентальных отложений в строении осадочного чехла невелика.

Тектонические движения в пределах Русской платформы меняли свое направление. В соответствии с этим менялось расположение морских бассейнов.

Крупные циклы поднятий и опусканий (их принято называть мегациклами) осложняются более мелкими поднятиями и опусканиями. Во время мелких циклов менялись очертания и глубина морей, а иногда море кратковременно отступало. Геологами подсчитано, что в фанерозое в Подмосковье произошло более 150 смен морского и континентального режима.

Другая возможная интерпретация таких мегациклов — глобальные трансгрессии и регрессии вод Мирового океана. Эти

глобальные наступления вод океана на сушу и их отступления были обусловлены изменениями средней глубины океанского дна во времени. Одна из возможных причин — вариации средних скоростей движения океанских плит литосферы Земли.

Территория современного Подмосковья все это время находилась вдали от границ литосферных плит. Тем не менее процессы внутриплитной тектоники были связаны с движениями плит: расколом Мезогеи, формированием Лавразии и Гондваны, образованием и распадом Пангеи. Менялись границы и очертания плит и континентов на планете, а вместе с этим изменялся рельеф, абсолютные и относительные высоты внутри континента. На границах столкновения плит формировались горы — Урал, Кавказ, Карпаты. На их окраинах с внутренней стороны континента возникали предгорные прогибы. Опускание земной коры не ограничивалось прогибами, а распространялось на смежные участки Русской платформы. В понижениях рельефа возникали моря, они появлялись не сразу, медленно завоевывая все большие области суши и так же медленно отступая назад. В девоне и карбоне центральная часть Русской платформы находилась в низких широтах, на дне моря откладывались карбонаты — отложения теплых морей, а также глины. В мезозое эта территория оказалась в умеренных широтах, в морях стали формироваться другие отложения — пески, черные глины.

Окончательно море покидает территорию Подмосковья в конце мелового периода. С этого времени начинает формироваться современный континентальный рельеф.

Рассмотрим историю развития Подмосковья в фанерозое немного подробнее.

В конце протерозоя север Русской платформы оказался вовлеченным в грандиозное погружение земной коры. Территория Подмосковья оказалась окраинным морем, куда реки стали сносить с повышенных мест платформы песчано-глинистый материал (рис. 7). Мощность этой нижней части чехла достигла в Московской синеклизе 500 м, а в Пачелмском прогибе — 800 м. В холодном море широкое развитие получают простейшие организмы. На соседних территориях (в частности, на Урале) найдены простейшие растения.

В кембрийском периоде море начинает медленно отступать на север (рис. 7). В морской воде появились брахиоподы, головоногие, иглокожие, трилобиты, морские лилии.

В конце кембрийского периода на территории Подмосковья устанавливается континентальный режим, он продолжается в ордовикском периоде. В силурийском периоде климат становится более сухим и жарким, появляются новые растения — псило-

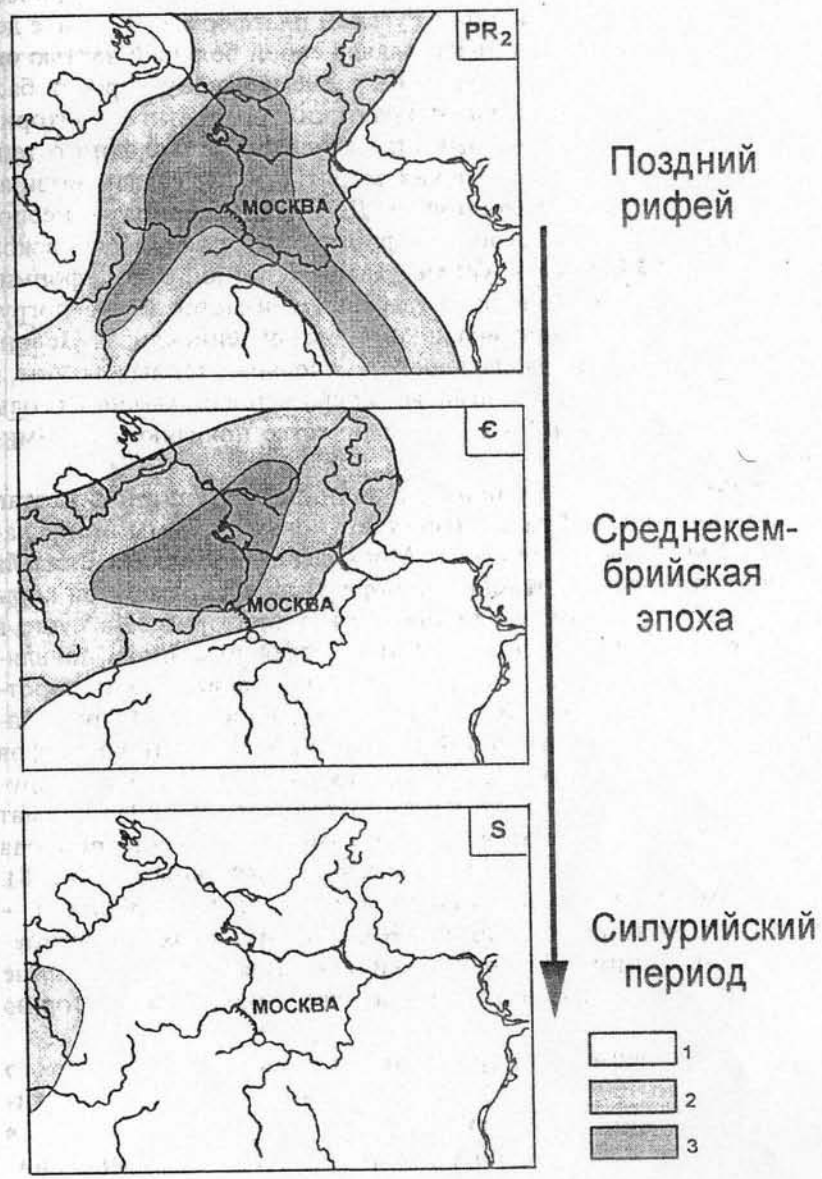

Рис. 7. Палеогеографические схемы северной части Русской платформы. Позднерифейский — раннепалеозойский мегацикл.

1 — суша; 2 — мелководное море; 3 — глубоководное море

фиты. Продолжается размыв континента. В начале девонского периода становится еще более жарко.

Девонский период — время крупнейших палеогеографических изменений на территории Русской платформы. В начале девона Русская платформа представляла собой большей частью огромный пустынный континент. К среднему девону морской бассейн, наступавший с востока от Уральских гор, достиг территории Подмосковья, которое оказывается в центре мелководного теплого моря (рис. 8). В девонских морях откладывалась мощная толща карбонатов — известняков. Девонский период — неспокойное время для Русской платформы. К югу от Московской синеклизы образуются крупные разломы земной коры, формируется Днепровско-Донецкий грабен. Начинается новое погружение Пачелмского прогиба и Московской синеклизы. Девонское море временами распадалось на отдельные теплые лагуны, в которых накапливались доломиты, гипсы, мергели, каменная соль.

Впервые в море в большом количестве появляются примитивные панцирные рыбы.

В каменноугольном периоде начинается герцинский этап горообразования на Урале, возникают новые разломы и опускания земной коры в Донбассе. Московская синеклиза сначала сильно опустилась, ее заполнило море. Прогибание земной коры осложнялось временными поднятиями территории. На суше в условиях влажного жаркого климата в отдельные эпохи появляются тропические вечнозеленые леса из древовидных папоротников, гигантских хвощей — лепидодендронов и сигилярий, занимающих низкие заболоченные места. Впоследствии из торфов образовались каменные угли Подмосковного бассейна. В другие континентальные эпохи каменноугольного периода климат был более сухим. В целом в течение каменноугольного периода морские условия преобладали над континентальными (рис. 8). В теплых морях накапливались преимущественно карбонаты — известняки, доломиты, мергели. В отдельные эпохи формируются красные глины. В морях появились первые акулы. В конце каменноугольного периода море надолго покидает территорию Подмосковья.

В течение пермского, триасового и большей части юрского периода (около 100 млн лет) в Подмосковье существовал континентальный режим. В пермский период на суше появились, а в мезозое получили широчайшее распространение пресмыкающиеся и голосеменные растения.

В пермском периоде на востоке Русской платформы формируется глубокий Предуральский прогиб, мощные подвижки происходят на Донбассе. Оживилась тектоническая деятельность и

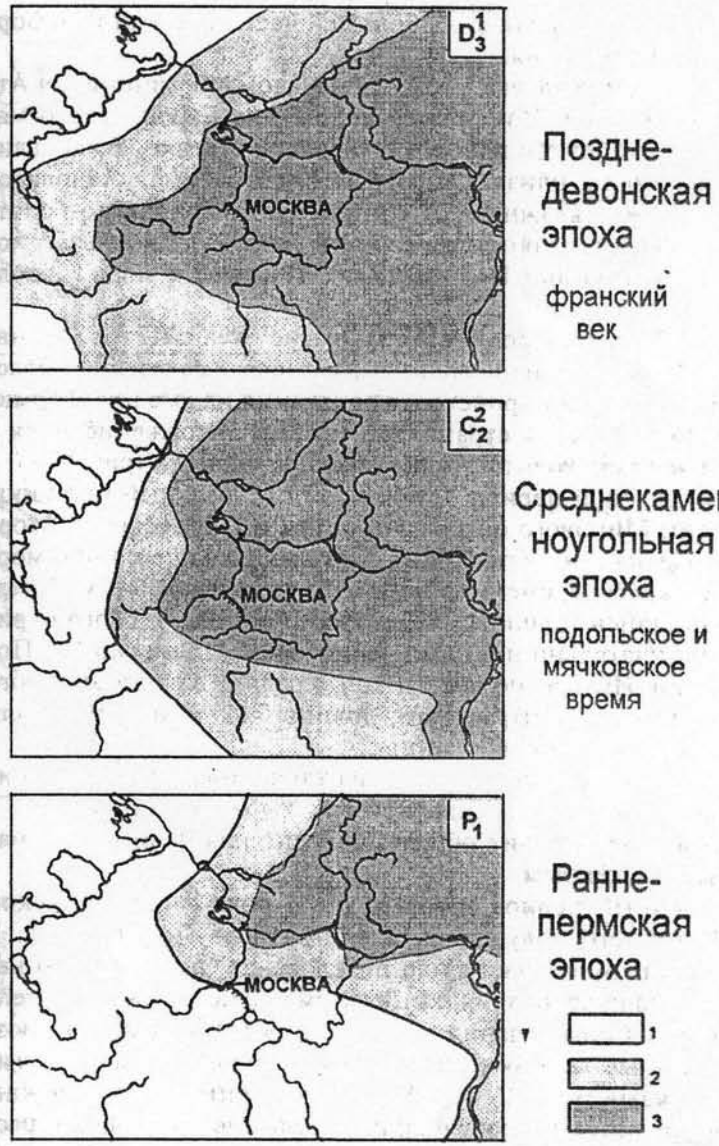

Рис. 8. Палеогеографические схемы северной части Русской платформы. Палеозойский мегацикл.

1 — суша; 2 — мелководное море; 3 — глубоководное море

на Русской платформе — в древнем Пачелмском прогибе: возникают крупные поднятия — своды Татарский, Вятский и др.

В триасовом периоде устанавливается жаркий сухой климат. Экваториальная зона в это время проходила по линии Франция — Узбекистан. Как и в девоне, на большей части Русской платформы преобладает пустыня.

Юрский период характеризуется началом формирования Атлантического океана. Изменяется положение Европейского материка и происходит его поворот по часовой стрелке. Устанавливается зональность, близкая к современной. Климат становится более холодным и влажным. В континентальных озерно-болотных лагунах накапливаются торфяники (такие угленосные отложения известны на юге Подмосковья). На суше и море господствуют рептилии.

В это же время продолжается закрытие океана Тетис. Активное горообразование происходит в Крымско-Кавказской области. Синхронно с ними происходят опускания на юге платформы, море постепенно распространяется к северу. Вторжение моря в Подмосковье происходит в конце юрского периода (рис. 9).

Юрско-меловой период — последний глобальный мегацикл. Трансгрессии Мирового океана затронули и Подмосковье. Море в эту пору здесь было неглубоким, часто меняло очертания, морской режим кратковременно сменялся континентальным. В морях откладывались толщи глин, песков. В конце мелового периода море окончательно покидает территорию Подмосковья. Появляются реки. Интересно отметить, что рельеф в конце мелового периода был более контрастным, долины рек в то время были более глубокими, чем современные.

Палеогеновый период характеризуется спокойным тектоническим режимом. Рельеф нивелируется, выравнивается.

В неогене происходит общее поднятие платформы. Климат был теплым и влажным.

Четвертичный период играет особую роль в геологической истории Северного полушария, и в том числе Подмосковья. В четвертичном периоде наступило похолодание, причем было несколько циклов похолодания, которые сменялись волнами потепления. Во время похолодания в северных областях материка возникали огромные ледники, которые спускались на равнину гигантскими языками. Север Русской равнины четырежды покрывался ледниками, получившими название по границам распространения: Окское, Днепровское (максимальное), Московское и Валдайское (рис. 10).

Территория Подмосковья покрывалась ледовыми покровами первых трех ледников. Последний, Валдайский ледник не

Рис. 9. Палеогеографические схемы северной части Русской платформы. Мезозойский мегацикл.

1 — суша; 2 — мелководное море; 3 — глубоководное море

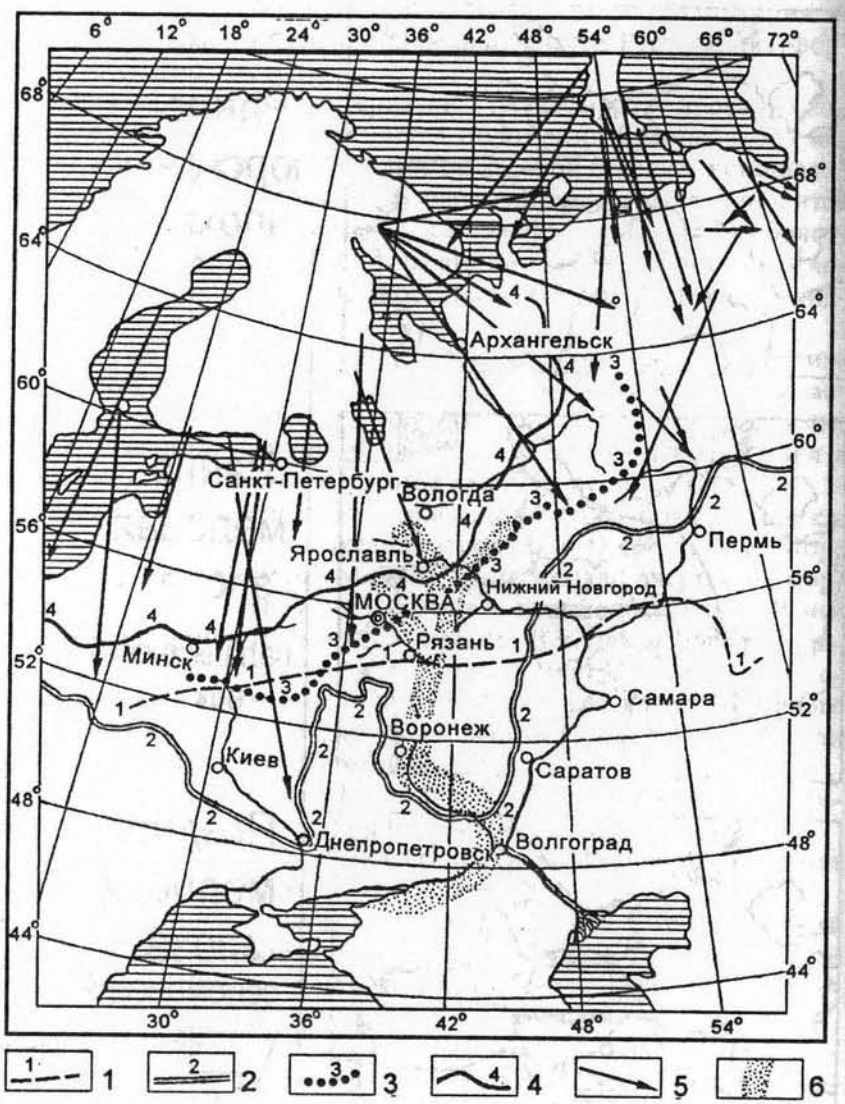

Рис. 10. Границы оледенений европейской части России в четвертичном периоде.

Границы оледенений: 1 — окского, 2 — максимального, 3 — московского, 4 — наибольшего распространения валдайского, 5 — направление разноса ледниковых валунов, 6 — система пра-Дона и Ергень-реки в конце плиоцена — начале четвертичного периода

дошел до Подмосковья, и его влияние сказалось только севернее Клинско-Дмитровской гряды, где сформировалась обширная равнина, сложенная потоками талых ледниковых вод (зандровая равнина). Южнее воздействие Валдайского оледенения отразилось только на изменении геологических процессов, в частности на соотношении аккумулятивных и эрозионных процессов в реках.

Количество покровных оледенений, выделяемых специалистами, не является общепризнанным: некоторые признают только три (считая Днепровское одной из стадий Московского). Другие исследователи допускают, что в нижнем плейстоцене существовало не одно, Окское, а несколько оледенений. Есть и другие схемы и представления.

В эпохи потепления и таяния ледовых покровов на месте ледников возникали тундровые, лесные ландшафты. Потепления происходили и во время оледенений. Наиболее изучены фазы среднего — Московского оледенения. В результате колебаний температуры изменялись границы ледников. В такие этапы ледники сокращались в размере, на их периферии появлялись водные потоки, образованные талыми ледниковыми водами. Иногда потепление было столь значительным, что на месте ледников появлялись леса. Вновь начинали течь реки. Как правило, реки осваивали старые речные долины или долины стока талых ледниковых вод. Анализ древних врезов показал, что был период, когда р. Москва и ее притоки имели более глубокий врез, нежели современный. Впоследствии произошло частичное заполнение древних долин осадками.

Каждое оледенение, особенно первые три, имело сложный характер. Внутри одного оледенения имелись стадии похолодания и потепления, ледник не исчезал совсем, но сокращался в своих размерах. Особенно сказалось в рельефе Подмосковья потепление во время Московского оледенения, когда по территории Подмосковья протекали мощные водно-ледниковые потоки.

Оледенение оказало большое воздействие на формирование рельефа Подмосковья. Двигаясь с севера на юг, ледник «сдирал» и небольшие куски прочных горных пород, и рыхлые отложения. С Карелии и Скандинавии ледник принес на Восточно-Европейскую равнину обломки магматических и метаморфических пород, из других мест он притащил песок, глину, обломки известняков и др. После таяния льдов вся территория, охваченная оледенением, покрылась чехлом ледниковых отложений, так называемой мореной. Морена состоит из глины с большим количеством песка, гравия, гальки и валунов.

Окончательно рельеф Подмосковья сформировался и принял современные очертания после схода ледников. Процессами денудации часть ледниковых отложений была уничтожена. Реки углубили и частично перестроили свои долины.

Никогда ранее в истории Земли ее поверхность, ландшафты, рельеф, геологические процессы не изменялись с такой скоростью и интенсивностью, как в антропогеновый период под влиянием человека. Время воздействия человеческой деятельности на ландшафт не сопоставимо с геологическим временем, тем не менее можно констатировать, что к настоящему времени в Подмосковье почти не сохранилось естественных природных ландшафтов. Темпы изменений, связанных с антропогенной деятельностью, постоянно возрастают, а сами изменения становятся все более разнообразными.

Глава 1.4. СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОТЛОЖЕНИЯ

Подмосковье — небольшой участок Восточно-Европейской равнины с холмистым рельефом. Основные неровности рельефа Подмосковья в основном сформированы деятельностью рек. Реки создали их, как бы вырезав и унеся прочь часть отложений из почти горизонтально залегающих древних геологических слоев. Постоянные и временные водные потоки (реки и ручьи) расчленили поверхность на отдельные холмы, гряды, отделив их друг от друга вытянутыми понижениями — долинами рек и оврагами. При отсутствии рек территория Подмосковья представляла бы собой относительно плоскую ровную поверхность.

Реки — не единственный фактор преобразования рельефа. Экзогенные геологические процессы едины, связаны между собой, представляют собой сложный многоликий механизм. Породы на земной поверхности разрушаются, перемещаются, как на конвейере, изменяются, создаются новые вещества — экзогенные породы и минералы.

В Подмосковье современные экзогенные процессы включают в себя выветривание, склоновые процессы, плоскостной смыв, аллювиальные процессы (работа рек), геологические процессы в небольших озерах и болотах, деятельность подземных вод.

С каждым десятилетием возрастает интенсивность антропогенных процессов. Геологические процессы, происходящие под воздействием человека, по суммарному эффекту сравнялись с природными процессами.

Выветривание

Выветриванием называется процесс разрушения горных пород и минералов на поверхности Земли. По характеру процессов принято различать физическое, химическое и биологическое выветривание. **Физическое** разрушение пород происходит вследствие колебаний температуры и влажности, замерзания и оттаивания воды в трещинах. **Химическое** выветривание включает в себя растворение, медленные химические реакции — разрушение одних минералов и образование новых. При **биогенном** выветривании разрушение горных пород происходит под воздействием живых организмов — растений, микроорганизмов, в какой-то степени животных. В природе чаще всего эти процессы происходят одновременно, и правильнее говорить о преобладании одного из типов выветривания в конкретных условиях.

Очень часто ошибочно считают, что выветриваются только прочные скальные породы. Предлагается следующая общая схема этапов выветривания. Массивы гранитов, песчаников и других крепких прочных пород разбиваются трещинами на крупные отдельности — так происходит первичное выветривание. Затем магматические породы в результате главным образом физического выветривания разрушаются на мелкие частицы до размеров песка. Одна из причин разрушения породы на составные части — неравномерное расширение и сжатие различных минералов при колебаниях температуры. На контактах минералов возникают напряжения, которые приводят к разрушению пород. Роль воды в процессах выветривания ошибочно ограничивают только растворением пород. По этой схеме процессы выветривания сводятся к простому физическому разрушению скальных пород, растворению карбонатов и других солей.

В действительности выветривание продолжается и в песках и в глинах, но разрушение рыхлых осадков незаметно, его трудно увидеть и отделить от других геологических процессов. Разрушаются песчинки в древних отложениях, лежащие на разной глубине. Продолжают измельчаться обломки, скатываясь вниз по склону, перекатываясь по дну реки, и чем больше изменен обломок выветриванием, тем легче он раскалывается от соударения с дном и другими обломками и тем легче и быстрее обтачивается его поверхность. Трудно отделить процессы выветривания от деятельности подземных вод, так как химическое растворение — одна из его важнейших составных частей.

В Подмосковье увидеть на местности результаты выветривания не просто. Может быть, единственным исключением являются выветрелые обломки гранитов и других пород, которые

встречаются иногда в ледниковых отложениях. Иногда попадаются валуны и галька гранитов, которые сохраняют первичную форму обломка, но буквально рассыпаются в руках на отдельные зерна — песчинки. Причем в молодых ледниковых отложениях выветрелые обломки встречаются исключительно редко, в древних их гораздо больше. Разница в возрасте древних и молодых ледниковых слоев от нескольких десятков до сотен тысяч лет. Это время дает некоторое представление о скорости выветривания. Для человеческой истории такие процессы разрушения кажутся необыкновенно медленными. Для геологической истории десятки и сотни тысяч лет лишь миг.

Другой пример — разрушение известняков. Иногда на крутых склонах некоторых рек на юге и востоке области, например р. Пахра у села Новленское, можно увидеть выветрелые известняки и доломиты. Они имеют желтый цвет, покрыты мелкими кавернами и трещинами, резко отличаются от аналогичных малоизмененных пород, вскрытых карьерами.

Проще всего с результатами выветривания можно познакомиться, изучая декоративные плиты в облицовках зданий и памятники.

Некоторые геологи предполагают, что покровные суглинки на Русской равнине также образовались в результате выветривания верхней толщи ледниковых отложений в условиях арктического или субарктического климата.

Очень сложные и интенсивные процессы физического, химического и биогенного выветривания происходят в почвах.

Минералы, образовавшиеся на большой глубине и оказавшиеся на поверхности земли, обладают разной устойчивостью к процессам выветривания. Основные породообразующие минералы магматических и многих метаморфических пород — кварц, полевой шпат и слюда. Кварц и слюда — устойчивые минералы, недаром в морских отложениях они преобладают. Полевой шпат разрушается быстрее (хотя, разумеется, много медленнее карбонатов). При разрушении полевых шпатов в результате химических реакций происходит образование новых химических соединений — глинистых минералов. Таким образом, глины — продукт не только простого измельчения обломков, но и химического выветривания.

Суммарный эффект выветривания можно выразить в цифрах. Подмосковье относится к климатической зоне, где скорость денудации за счет выветривания составляет примерно 0,25 мм/год. При этом химическое выветривание в несколько раз выше физического.

Антропогенные процессы привели к загрязнению атмосферы, поверхностных и подземных вод новыми химическими соединениями; в результате резко повысилась агрессивность среды и многократно, часто на несколько порядков, возросла скорость процессов выветривания.

Склоновые процессы

Почти вся территория Подмосковья представляет собой сочетание склонов различной крутизны (горизонтальные поверхности с углами наклона 0—2° занимают небольшую площадь).

На любое тело, находящееся на наклонной поверхности, действует сила, подчиняющаяся простому физическому закону: $F = k \cdot mg \cdot \sin\alpha$ (где α — угол наклона склона, а k — коэффициент трения).

Только на достаточно крутых склонах (выше 35—40°) можно наблюдать, как отдельные обломки свободно скатываются вниз под действием силы тяжести, здесь могут образоваться **осыпи**. На более пологих склонах скатывание обломков невозможно. Не скатываются обломки и на задернованных, покрытых растительностью склонах. Лишь на ничтожных по площади участках (составляющих доли процента от всех склонов) в Подмосковье образуются осыпи. Практически все они находятся вдоль обрывистых берегов рек и оврагов. Осыпные склоны видны издалека. Они крутые, лишены растительности. Верхняя часть (там, где происходит разрушение склона) круче, часто почти отвесна, нижнюю часть прикрывают скопления обломков, образующих осыпь, здесь склон более пологий.

На остальных склонах движение грунта тоже происходит, но оно незаметно и представляет собой сползание, оплывание и медленное движение связного грунта.

Сила, приводящая в движение отложения на других, не осыпных, склонах, та же — $F = k \cdot mg \cdot \sin\alpha$. Однако скорость, характер и интенсивность движения на склонах зависят от смещаемого грунта и силы трения. Так как склоны в Подмосковье сложены осадочными породами с различными физико-механическими свойствами, то и характер склоновых процессов различен. С повышением содержания глинистых частиц увеличивается так называемая «связность» грунтов. Для сильноглинистых отложений характерно медленное сползание маломощного слоя по поверхности склона.

Пожалуй, наиболее хорошо описаны в литературе и учебниках **оползни**. Они, так же как и осыпи, имеют ограниченное

распространение в Подмосковье, и также в основном приурочены к крутым склонам речных долин и оврагов. Наиболее благоприятные условия для развития оползневых процессов создаются там, где имеются водоупорные горизонты в нижних частях склонов. В Подмосковье ими являются преимущественно юрские и меловые черные глины. Несмотря на относительно небольшое распространение, оползни всегда привлекали к себе внимание, так как чаще всего в Подмосковье они происходят как раз в тех местах, где расположены промышленные предприятия и населенные пункты. Неожиданное развитие или активизация оползня часто приносит ощутимый вред.

Чаще всего образование оползня происходит вследствие того, что река подрезает высокий и крутой берег, он постепенно теряет свою устойчивость, и рыхлые сцементированные породы крупными блоками начинают смещаться вниз по склону. Оползневые процессы, как правило, связаны с наличием грунтовых вод, которые снижают трение вдоль поверхности скольжения, играя роль своего рода смазки. Размеры оползней могут быть самыми различными — от небольших, имеющих около 1 м в поперечнике и несколько метров в длину, до блоков длиной в десятки метров и высотой 5—15 м, реже больше.

Там, где происходит образование оползней, по берегам можно различить террасовидные поверхности, зачастую похожие на речные террасы (рис. 11). В верхней части склонов в местах отрыва возникают вогнутые подковообразные понижения.

Усиливает распространение оползней антропогенная деятельность, в частности дополнительные нагрузки, возникающие при строительстве различных сооружений. Развитие оползней под цехами заводов, крупными постройками вдоль берегов рек — обычная картина. С другой стороны, разработаны способы борьбы с этими нежелательными геологическими процессами.

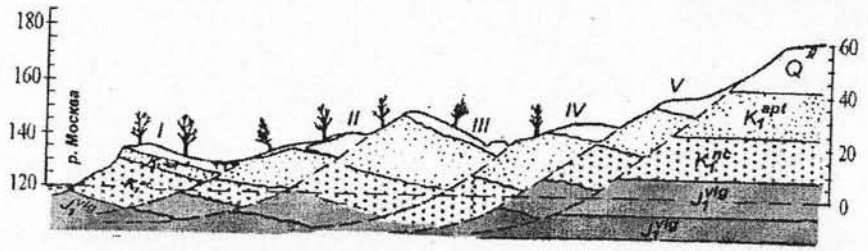

Рис. 11. Строение оползневого берега в районе Воробьевых гор (г. Москва)

Самыми же распространенными склонами в Подмосковье (как и на большинстве равнинных территорий) являются склоны, формируемые сползанием чехла обломочного материала (так называемые **склоны массового сноса**). Несмотря на то что склоны массового сноса имеют решающее значение для развития рельефа равнин, о них знают только специалисты, а в популярной литературе и школьных учебниках такие процессы не описываются. Одной из причин является то, что, в отличие от обвалов, осыпей, оползней, которые наблюдать сравнительно легко, процессы перемещения материала на склонах массового сноса незаметны. Во-вторых, они не приносят такого вреда, как осыпи и оползни, поэтому они и изучены хуже. В-третьих, для склонов с медленным смещением материала труднее определить скорость движения, темпы размыва и сноса.

Медленное смещение склоновых отложений происходит и на задернованных участках, и даже под лесом. Деревья могут служить индикатором описываемых склоновых процессов: иногда на склонах среди прямостоящих деревьев можно увидеть деревья с искривленными стволами. Участки леса с такими искривленными стволами называют в народе «пьяным лесом». Чаще всего «пьяный лес» можно встретить в оврагах или на берегах рек, на крутых склонах с уклонами 30—35° (иногда и на пологих склонах при наличии подземных вод, которые ускоряют склоновые процессы).

Также указывает на движение грунта на задернованных склонах характер отложений. В склоновых отложениях можно встретить частицы из всех геологических слоев, лежащих выше этого места вверх по склону. В Подмосковье в тех местах, где на поверхность выходят черные глины, склоновые отложения состоят из глинистых частиц, песка, из вышележащих древних морских отложений, гальки и валунов, из ледниковых отложений, частичек почвы и др. В результате образуются совершенно новые рыхлые отложения. Толщина склонового чехла обычно невелика и составляет в средней части 10—20 см, в нижней части склона, там, где происходит аккумуляция (накопление) склоновых отложений, мощность увеличивается.

Силы гравитации в экзогенных процессах играют очень важную роль, и не только в склоновых процессах. Интенсивность перемещения обломков с верхних отметок рельефа вниз резко возрастает под воздействием воды. Общеизвестна геологическая деятельность рек и ручьев, осуществляющих громадную работу по переносу осадков, а ведь движущей силой водных течений также является сила тяжести. Вода является основным фактором и в таком процессе, как плоскостной смыв.

Плоскостной смыв

Своеобразным склоновым процессом является смещение частиц почвы и других рыхлых отложений струйками воды после дождя и в период снеготаяния. Такой процесс носит название плоскостного смыва, так как происходит на большой поверхности — плоскости, иногда его называют делювиальным смывом. Развивается он на незадернованных склонах. До появления человека в неизмененных ландшафтах Подмосковья таких склонов почти не было. Человек стал обрабатывать землю, появились пашни. Весной, до появления всходов, с распаханной земли начинает смываться плодородный верхний слой. Важно отметить, что скорость эрозии на таких склонах во много раз выше, чем на естественных склонах. Именно плоскостной смыв вносит максимальный вклад в эрозию почв.

Этот процесс хорошо изучен геологами, географами и агрономами. Существуют обязательные правила агротехники при обработке земли. Однако не все их соблюдают, не знают о них горожане и некоторые сельские жители, возделывающие свои сады и огороды. Особенно это становится актуально сейчас, когда аграриями становятся люди, не сведущие в сельском хозяйстве. Приведем только одну типичную ошибку. При пахоте лошадью или трактором иногда удобнее делать борозды вдоль склона, но именно такие продольные неглубокие рытвины резко усилят плоскостной смыв. Рачительный хозяин будет пахать поперек склона, в таком случае часть смываемой почвы будет задерживаться в поперечных углублениях. Эрозия почв будет резко снижена.

Деятельность подземных вод

Так же как и склоновые процессы, подземные воды осуществляют большую работу, и она также почти не видна. Подземные воды растворяют и переносят множество химических соединений и выносят растворенные вещества в реки и нижележащие горизонты подземных вод.

Больше всего подвержены растворению карбонатные породы. Там, где известняки лежат близко к дневной поверхности, иногда появляются небольшие ямы, они носят название карст. Образованию поверхностного карста часто способствуют строительство, небольшие разработки полезных ископаемых, уничтожение дернины и почвенного слоя. В Подмосковье известны и подземные карстовые пустоты.

Подземные воды могут выносить не только растворенные вещества, но и мелкие частицы из водоносных горизонтов. Особенно легко этот процесс происходит в «несвязных» грунтах, которыми являются хорошо отмытые от глинистых частиц пески одной крупности. Этот процесс имеет научное название — суффозия, он менее известен, чем карст, хотя достаточно широко распространен в Подмосковье. Именно с этим процессом связано образование воронок и провалов как в городах, так и в сельской местности. Несведущие люди, некоторые журналисты ошибочно такие явления объясняют действием тектонических процессов, активизацией разломов.

Во многом благодаря деятельности подземных вод происходит формирование песчаников из песков, железистых песков, конкреций фосфоритов и др. Растворенные вещества сначала осаждаются на поверхности частиц грунта, а затем могут постепенно заполнить все поры между ними.

Циркуляция подземных вод в водоносных горизонтах происходит по-разному. В песках вода заполняет поры — промежутки между песчинками, — в результате чего образуется водоносный слой.

В известняках вода заполняет трещины. Подземные воды в карбонатных породах являются трещинно-пластовыми. Формирование пустот в карбонатных породах — процесс длительный, продолжается он и сейчас. В монолитных известняках подземные воды сначала растворяют небольшие кусочки в зонах интенсивной трещиноватости. Обычно трещины в известняках вертикальные и горизонтальные. Вот по этим вертикальным и горизонтальным трещинам и циркулирует вода, постепенно расширяя трещины. В обнажениях известняков видно, как они разделены трещинами и промоинами шириной от нескольких миллиметров до многих сантиметров. Эти пустоты созданы подземными водами, и по ним же происходит циркуляция воды.

Образование оврагов

Овраги — верхние звенья речных систем. Они образуются в результате многих геологических процессов, но наиболее важным из них является поверхностный струйный сток воды — маленький ручеек, текущий по дну оврага. Трудно себе представить, что такой маленький поток, замерзающий зимой, смог вынести в реку огромное количество материала, и не только глину и песок, но гальку и большие валуны.

Зарождение оврага начинается с небольшой борозды на склоне после сильных ливней или стока талых весенних вод. Эрозионная борозда в течение нескольких недель, лет или десятилетий углубляется, удлиняется, становится рытвиной. Рытвина постепенно превращается в небольшой овраг.

Большинство молодых оврагов закладывается вдоль крутых берегов крупных рек поперек склона (перпендикулярно руслу реки).

Овраг проходит в своем развитии несколько этапов — юную, зрелую и дряхлую стадии.

Зрелый овраг отличается от молодого не только своими размерами, но и тем, что тальвег оврага (которым практически является уровень дна) вскрывает горизонт грунтовых вод. Днище оврага при этом расширяется, становится плоским. В зрелый овраг впадает много притоков. В некоторых местах видны небольшие терраски одного или двух уровней — следы древних днищ (как и речные террасы, только маленькие).

Так называемые дряхлые овраги образуются на заключительной стадии, когда дно оврага заполняется наносами, ручей не справляется с ними, а со склонов продолжают поступать наносы, и постепенно склоны выполаживаются. Овраг приобретает корытообразную форму и постепенно превращается в балку. Уровень грунтовых вод располагается ниже днища, и уже значительно меньший объем подземных вод подпитывает ручей.

В результате деятельности человека формирование оврага происходит иногда очень быстро — за несколько лет, а иногда и месяцев. Главная (не единственная) причина — многочисленные промышленные и бытовые стоки, сконцентрированные в одном месте в виде единого потока — струи.

Необходимо отметить, что деятельность человека не только стимулирует появление и развитие оврагов, но часто приводит к прямо противоположным результатам. В городах и сельской местности с оврагами постоянно ведется борьба, один из наиболее эффективных приемов — посадка деревьев и кустарников по кромке оврага. В городах почти все овраги засыпаны. В некоторых местах сокращается наземный сток, и рост оврага прекращается сам собой. Кроме того, следует отметить, что Подмосковье расположено в лесной зоне, а здесь густота оврагов и их развитие под воздействием человека гораздо меньше, чем в лесостепной и степной зонах.

Геологическая работа рек

В настоящее время в Подмосковье имеется множество рек, речушек и ручейков. Всего в Подмосковье около 2 тыс. больших и малых рек. Трудно представить себе, что такие реки, как Ока, Клязьма, Москва, по характеру геологической деятельности не отличаются от небольших речушек. Процессы эрозии и аккумуляции, перенос материала, формирование основных долинных

форм рельефа — все одинаково. Малые реки, как в миниатюре, повторяют большие. Меняются лишь размеры, пропорции, объемы водного потока и переносимого материала.

Реки совершают огромную работу. Они уносят поступающие со склонов и водоразделов наносы. Уносят в виде: а) растворенных веществ, б) тонких взвесей и в) влекомых наносов (перемещаемых по дну). Среди взвешенных наносов преобладают карбонаты и сульфаты. В речной воде в Подмосковье совсем немного растворенных веществ — всего в среднем 100—200 мг/л. Количество тонких пылеватых и глинистых частиц, переносимых реками в виде взвеси, также невелико и сравнимо с растворенными веществами.

Объем растворенных и взвешенных речных наносов непостоянен и сильно зависит от времени года и погодных условий. Зимой и летом вода рек почти прозрачна (если не замутнена промышленными стоками). После дождей, а особенно весной в период таяния снегов, вода в небольших речках Подмосковья становится мутной, коричневатой, как слабо- или сильнозаваренный чай. Такой вид придают речной воде прежде всего частички почвы, смытые со склонов (особенно там, где нет растительности) и с пашен. Но размываются не только почвы, размываются и разрушается грунт, лежащий под почвами, эродируются (т.е. разрушаются и сносятся) разнообразные отложения на склонах. Они смещаются под действием силы тяжести вниз по склону до тех пор, пока не оказываются в руслах ручейков и рек. Так в реки попадают не только глинистые частицы, приносится песок и крупные обломки различных горных пород. Песок, галька, валуны выстилают дно русел рек и ручьев, и вода медленно перекатывает их по дну, постепенно перемещая вниз по течению.

Более трети области дренируется бассейном р. Москва, соответственно с этой площади сносится рыхлый материал и поступает в Оку. Бассейну Оки принадлежит меньше трети территории и примерно столько же — бассейнам Клязьмы и верховьям Волги.

Все реки Подмосковья имеют равнинный характер — небольшие уклоны, небольшие скорости течения, составляющие несколько десятков сантиметров в секунду. Уклоны рек закономерно уменьшаются от верховьев к устью, таким образом, продольный профиль рек представляет собой вогнутую линию правильной формы. Этим равнинные реки отличаются от горных рек или рек активных тектонических районов с так называемым невыработанным профилем. Для Подмосковья пороги и водопады не характерны, встречаются только на небольших речках.

Русла всех рек имеют извилистый характер. За счет излучин путь, который проходит поток воды от истоков к устью, увеличивается более чем в два раза.

Излучины рек бывают свободными и вынужденными. Вынужденные изгибы совершает обычно река, когда встречает на пути участки, сложенные прочными породами, и «вынужденно» обходит их, смещаясь в сторону более податливых пород. После этого изгиба река образует еще несколько извилин по инерции, которые, по сути, представляют собой затухающие колебательные движения. Это лишь самый простой пример и самая простая причина образования излучин реки. Природа образования свободных излучин реки очень сложна. Достаточно лишь сказать, что для струйных течений вообще характерен колебательный характер движения. В Подмосковье вынужденные излучины очень редки, они образуются только в тех местах, где река подрезает коренной берег, сложенный известняками и глинами. Таких участков немного, большая часть течения рек проходит посредине днища долины. Излучины не статичны, они смещаются. Скорость течения в русле реки не одинакова по всей ширине, больше всего скорость течения у вогнутого участка берега. В вогнутой части русла к тому же течение направлено к берегу и река подрезает этот береговой уступ (рис. 12).

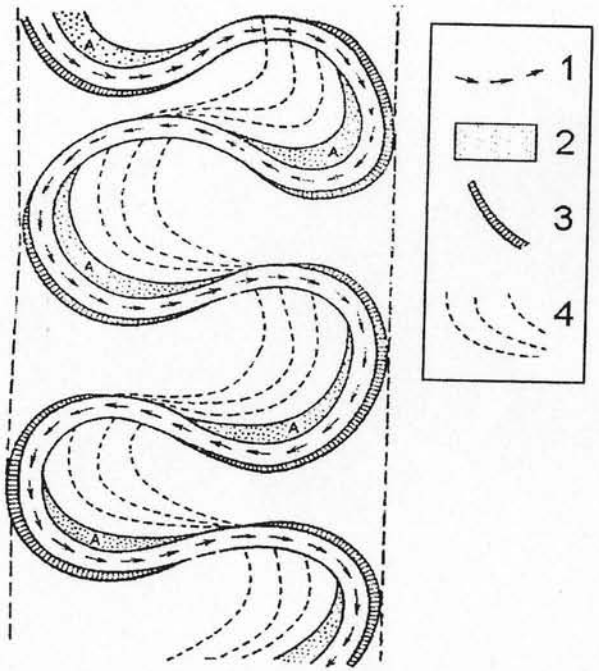

Рис. 12. Эволюция меандр реки в результате размыва вогнутого берега и аккумуляции на выпуклом участке берега.

1 — направление течения; 2 — аккумулятивные участки берега; 3 — эрозионные уступы; 4 — положение старых аккумулятивных берегов

Способность потока переносить отложения зависит от скорости течения, причем эта зависимость не линейная (если скорость увеличивается в несколько раз, количество переносимого материала будет возрастать в квадрате). У выпуклой стороны излучины скорость падает, речной поток не способен справиться с таким количеством материала. Здесь начинается аккумуляция речных отложений (рис. 12). Именно в выпуклой части излучин формируются речные пляжи, здесь всегда располагаются широкие поймы, иногда сохраняются низкие террасы.

Излучины разных рек Подмосковья имеют небольшие отличия. Иногда попадаются участки долин, где все излучины выдержаны по ширине и кривизне и смещение их происходит равномерно — вниз по течению. Другие изменяют свою кривизну и проходят несколько стадий развития. Сначала изгиб очень небольшой, пологий, затем кривизна увеличивается, пока не станет напоминать петлю (рис. 13). В конце концов (обычно это происходит во время половодья) река прорывает узкое место петли и образует новое русло. Старое русло постепенно отмирает, здесь образуется старица — понижение подковообразной формы. В крупных реках на месте бывших стариц появляются небольшие озера. Старичных озер много на всех крупных реках Подмосковья. В старицах начинает

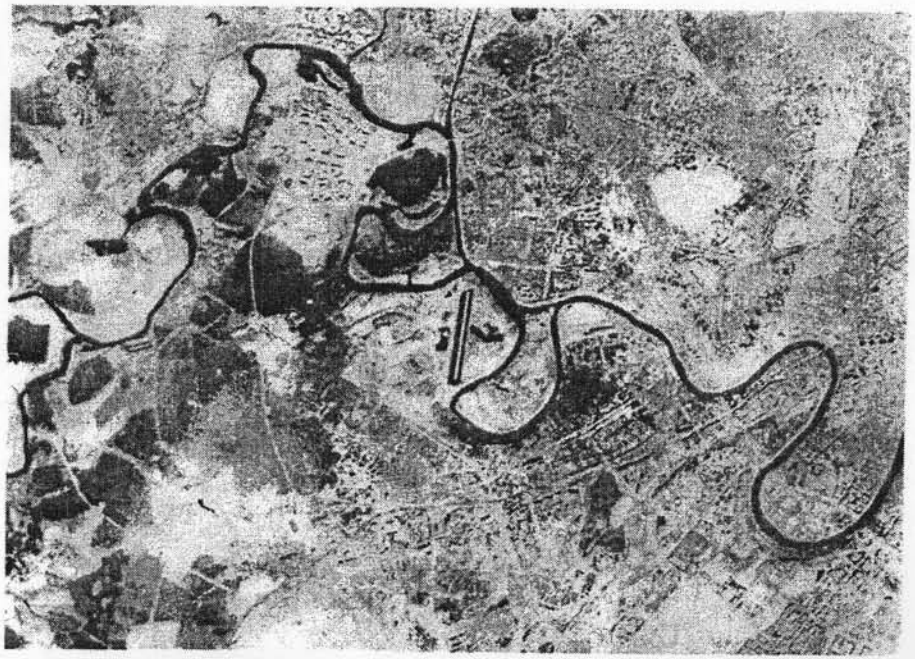

Рис. 13. Москва-река в западной части столицы (космический снимок)

4 Зак. 4671

откладываться глинистый материал, по составу и внешнему виду отличающийся от пойменных отложений.

Иногда говорят, что в одной долине текут как бы две реки, совершенно не похожие друг на друга, — одна в половодье, другая в межень. Действительно, весной в половодье реки выходят из берегов и заливают часть днища. Широкая, полноводная, слабоизвилистая, не имеющая постоянных берегов река с мутной водой на короткое время приходит на смену постоянному потоку. После схода весенней воды на заливаемой части днища — пойме остается слой ила с примесью песка. Пойма редко сложена такими отложениями целиком, обычно лишь несколько десятков сантиметров, реже один-полтора метра или более. Как правило, снизу песчанистый пойменный ил подстилается обычными речными отложениями — разнозернистым песком с гравием и галькой.

Количество осадков в зимний период непостоянно. Меняются начало и продолжительность снеготаяния. В полноводные годы вода в крупных подмосковных реках может подниматься на 10 м и более, но такие годы редки. Все реки Подмосковья принадлежат бассейну Волги и находятся в одинаковых климатических условиях, поэтому все реки имеют похожее строение днища, одинаковый пойменный и террасовый комплекс. Поймы Подмосковья разделяют на три уровня — низкая, средняя и высокая. Низкие поймы обычно имеют 2,5–3 м над урезом воды. Средняя пойма — 4–5 м, а высокая — 6 и более метров. Низкая пойма заливается ежегодно, средняя — тоже очень часто, высокая пойма может по 10 и более лет не покрываться водой.

Как уже говорилось, объем транспортируемого материала зависит от водности потока и уклона реки. Если в реку сносится меньше материала, чем она может переносить, река может начать размывать свои же собственные отложения — песок, гальку, выстилающие русло реки, начнет врезаться в нижележащие коренные породы и размывать их. Этот процесс получил название глубинной речной эрозии. При такой ситуации высота поймы над урезом постепенно увеличится, пойма перестанет заливаться водой в половодье и превратится в надпойменную террасу.

Процесс врезания реки носит цикличный характер — этапы врезания сменяются этапами аккумуляции. Так происходит врезание рек, углубление долин и образование нескольких уровней террас. Чем выше терраса, тем, как правило, она старше (рис. 14).

Другой процесс речной эрозии — расширение долины за счет боковой эрозии. Происходит это следующим образом. Русло реки постоянно мигрирует, перемещаясь по дну долины. В некоторые моменты своего развития на отдельных участках река оказывает-

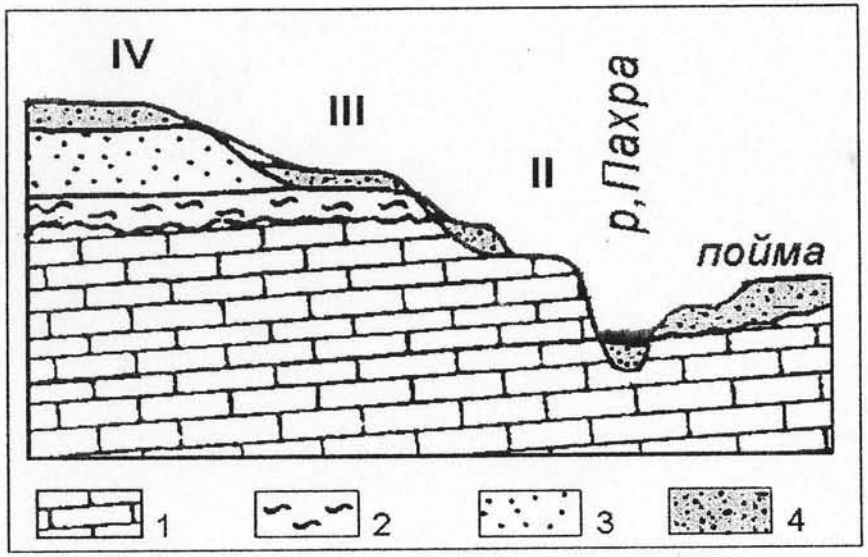

Рис. 14. Строение левого берега долины р. Пахра в нижнем течении (дер. Новленская).

Цифрами II, III, IV даны надпойменные террасы (вторая, третья и четвертая). 1 — известняки, C_2; 2 — глины, J_3; 3 — пески, J_3; 4 — аллювиальные пески с гравием и галькой, Q

ся у одного из бортов долины и начинает как бы подрезать склон. В этом месте увеличивается крутизна склона, резко усиливаются склоновые процессы, происходит его разрушение, склон начинает «отступать». Таким образом, ширина долины в этом месте увеличивается (рис. 15, Б). Кстати сказать, почти все наиболее крупные естественные геологические обнажения находятся именно в таких местах. В качестве примера можно привести известные геологические разрезы в пределах г. Москвы — на Воробьевых горах, в районах Коломенского и Крылатского, все они расположены в вогнутой части излучин Москвы-реки в тех местах, где река прижимается к одному из бортов долины.

Постепенный процесс расширения долины фиксируют так называемые коренные террасы. Что это такое? Обычно древние террасы сложены речными отложениями — песком с гравием и галькой, но иногда встречаются речные террасы без речных отложений. Река, подрезая склон в этом месте, «выпилила» в древних отложениях новый участок днища. Затем река снова переместилась к центру днища, произошел новый врез и сформировалась эрозионная терраса. Как правило, коренные террасы имеют небольшие размеры, и на участках развития коренных террас встречается не одна, а несколько древних эрозионных террас. Такое строение, например, имеет р. Пахра в нижнем течении у

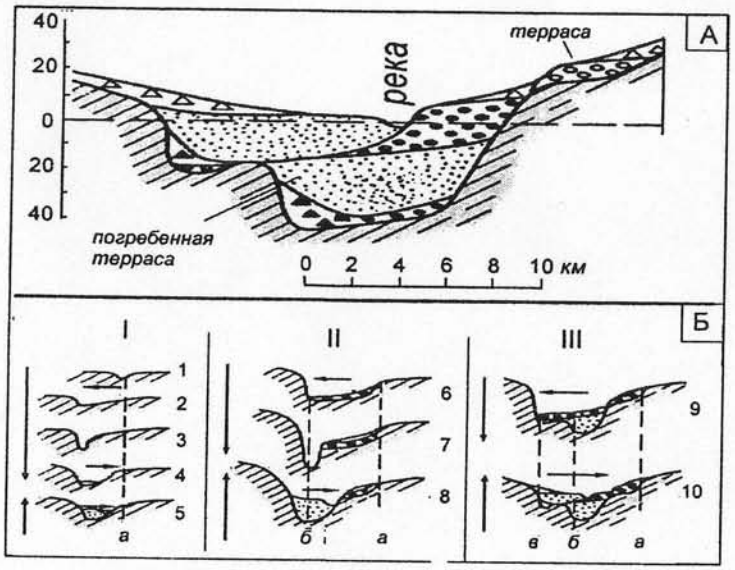

Рис. 15. Строение и развитие речной долины, имеющей древние погребенные отложения.

А. Схема строения современной речной долины. Б. Эволюция речной долины. I, II, III — последовательные этапы развития долины. 1–10 — стадии развития долины: 1–4, 6, 7, 9 — соответствуют врезанию долины; 5, 8, 10 — соответствуют аккумуляции и формированию террас

поселков Новленское и Сьяново, где существуют эрозионная пойма, I и II эрозионные надпойменные террасы, вырезанные в известняках каменноугольного возраста.

Пожалуй, как ни один другой геологический процесс, реки Подмосковья испытали прессинг со стороны человека, и тенденция их развития во многом изменилась. На крупных и малых реках построены плотины, созданы водохранилища. Сток рек стал зарегулированным. Высокие поймы перестали заливаться водой и практически превратились в надпойменные террасы. Эрозия почв и увеличение других поступающих в реку глинистых наносов привели к тому, что русла малых рек на больших участках заиливаются. В результате заиливания происходит зарастание рек, реки покрываются ряской. Малые реки стали крупной экологической проблемой Подмосковья.

Современные геологические процессы в Подмосковье можно представить в виде следующей схемы. Под действием силы тяжести отложения перемещаются вниз по склонам. Подземные и поверхностные воды, ручьи и реки выносят рыхлый материал дальше.

Так в Подмосковье и происходит денудация, выражающаяся в медленном снижении поверхности рельефа. Она очень неравномерна. Местами, чаще на крутых склонах, отступание поверхности происходит со скоростью сантиметров в год. На выровненных поверхностях, и прежде всего водоразделах, снижение поверхности в сотни и тысячи раз меньше. В понижениях, у подножий склонов, на поймах рек сносимые отложения могут накапливаться, в таких местах происходит аккумуляция. Есть и такие участки (обычно на крутых склонах по долинам рек), где в один год может сползти вниз целый большой блок, и берег долины реки в этом месте отступит сразу на метр или несколько метров.

Геологические процессы почти незаметны для человека в течение всего периода жизни. Существенные изменения происходят в других масштабах времени — за десятки тысяч, миллионы и более лет. Подмосковье расположено на одном из самых древних участков земной коры — Русской платформе. Уже около двух миллиардов лет на Русской платформе текут реки и несут в моря гальку, песок и глину. Менялось направление их стока, перестраивались границы речных бассейнов и расположение водоразделов. Деятельность рек прекращалась на платформе (и то не всей, а на части платформы) только в те геологические периоды, когда суша превращалась в пустыню или покрывалась ледником (таким, как сейчас в Антарктиде) или становилась дном моря.

Если бы земная кора на Русской платформе оставалась неподвижной, рельеф под воздействием экзогенных процессов (выветривания, деятельности подземных вод, поверхностного и речного стока, деятельности ветра) выровнялся. На месте холмистого подмосковного рельефа образовалась бы идеально ровная низменность. Однако под воздействием глубинных (эндогенных) процессов земная кора медленно поднимается и опускается. Центральная часть Подмосковья находится в области нулевых тектонических движений, т.е. практически не испытывает ни поднятий, ни опусканий. Но в других местах платформы суша поднимается или опускается со скоростью нескольких миллиметров или долей миллиметров в год. За тысячу лет это составит дециметры или первые метры; за миллионы лет тектонические поднятия и опускания выражались бы сотнями метров и километрами. Последняя цифра абсурдна, она примерно на два порядка превышает действительные значения.

Единственное место на платформе, где тектонические движения в четвертичном периоде имели такие значения, — Балтийский щит. Однако здесь столь значительные поднятия были связаны сначала с возникновением ледника, а затем с его таянием и соответственно с уменьшением ледниковой нагрузки на литосферу. После чего возникли компенсационные поднятия (так называемые изостатические). Небольшие изостатические поднятия

происходили и в центральных частях платформы после таяния Окского, Днепровского, Московского и Валдайского ледников. Эти тектонические подвижки нашли отражение в формировании речных террас.

На самом деле тектонические движения редко имеют непрерывный характер в течение столь длительного времени. Обычно опускания земной коры в каком-то месте сменяются поднятиями, затем вновь происходит опускание и так далее. Вертикальные тектонические движения на платформе имеют колебательный характер. Так, например, этапы врезания рек происходили при местных поднятиях территории, которые наступали после схода ледника, затем шла интенсивная переработка огромного количества принесенного ледником материала и формировались речные террасы. Интересно, что после Московского оледенения на отдельных участках Москвы-реки сохранились древние врезы, уровень которых находится ниже современного вреза. Затем произошло заполнение днищ долин огромным количеством осадков, мощность которых превысила 20 м, и сформировались вторые надпойменные террасы. При последующем врезе реки размывали свои собственные отложения (рис. 15, 16). В природе процессы формирования рельефа происходят не так однозначно, этапы врезания и аккумуляции в речных долинах зависят не только от скорости и направления тектонических движений, но и от

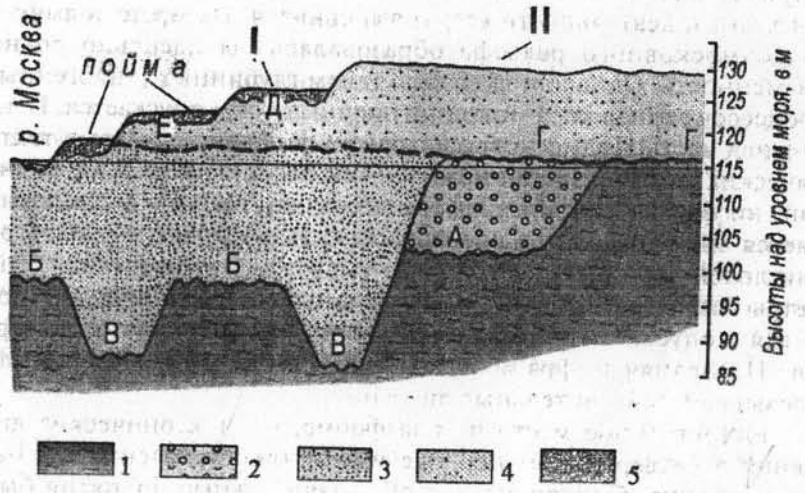

Рис. 16. Строение террас в долине Москвы-реки у пос. Люблино.

1 — юрские глины и пески; 2 — флювиогляциальные галечники; 3 — пески нижней погребенной террасы; 4 — пески второй террасы; 5 — переотложенные осадки на нижних террасах. А–Е — поверхности размыва (эрозионные площадки террас)

объема поступающих в реки наносов, иными словами, от соотношения эндогенных и экзогенных процессов.

Представители горных пород различных осадочных толщ в Подмосковье позволяют показать путь, который проходят породы в процессе выветривания и других экзогенных процессов на континентах.

1. Крупные обломки почти не измененных магматических пород (валуны гранитов из ледниковых отложений) → 2. Галька → 3. Гравий → 4. Песок, состоящий из разных минералов (1–4 ледниковые и речные отложения) → 5. Кварцевый песок (морские отложения разного возраста) → 6. Лёссы (лёссовидный покровный суглинок) → 7. Глины (морские отложения разного возраста) → 8. Почвы.

Выветривание может идти и по другому пути. 1. Неизмененные прочные породы → 2. Выветрелые, рассыпающиеся на составные части обломки (ледниковые отложения). Выветрелые обломки валунов или гальки затем превращаются в разнозернистый песок на месте, из него затем образуются кварцевые пески и глина. Существуют и другие комбинации, другие переходы, но наиболее устойчивыми конечными продуктами выветривания на суше являются пески и глины.

Глава 1.5. МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Для оптимального развития промышленности, различных отраслей хозяйства, строительства в Москве и Московской области требуется огромное количество различных видов минерального сырья. Промышленность Подмосковья работает как на привозном, так и на собственном сырье.

Полезные ископаемые

Московская область имеет полезные ископаемые, характерные для территорий, сложенных осадочными породами. Это карбонатные породы (известняки, доломиты, известковые туфы), глины, пески, гравий, галька и валуны, песчаники и трепела, фосфориты, минеральные краски, торф. Всего разведано свыше 800 месторождений.

Первостепенными полезными ископаемыми в Подмосковье являются строительные материалы. Практически, в качестве составной части строительных материалов, можно использовать в той или иной мере почти все отложения, выходящие на поверхность в разных районах Подмосковья. Добыча полезных ископаемых в

Подмосковье производится открытым способом. С экологической точки зрения разработка строительных материалов наносит наименьший вред окружающей среде по сравнению с добычей остальных видов полезных ископаемых. Довольно проста рекультивация отработанных карьеров. Пожалуй, единственное и очень серьезное препятствие для расширения добычи полезных ископаемых — большая стоимость земельных участков и сокращение площадей, которые могут быть отданы под разработки.

Добыча полезных ископаемых для местных нужд велась в Подмосковье с незапамятных времен, но роль различных видов минерального сырья в Подмосковье менялась. Так, потеряли свое значение известняк для строительства каменных зданий, песчаник, железные болотные руды. Основное значение сейчас имеют строительные материалы для создания искусственных материалов — цемента, бетона, асфальтовых покрытий, кирпича, стекла. Потребность в местных строительных материалах останется высокой и в начале XXI в.

Распределение полезных ископаемых в Подмосковье связано с особенностями геологического строения. Отложения каменноугольной системы, представленные преимущественно карбонатными породами с прослоями глин, сосредоточены на западе, юге и местами на востоке области. Здесь же расположены и месторождения известняков, доломитов, огнеупорных и кирпичных глин (рис. 17).

Выходы на поверхность мезозойских отложений наблюдаются в Центральном Подмосковье, в северной и восточной части и занимают большую площадь. Юрские и меловые отложения представлены черными органогенными глинами и разнообразными песками с горизонтами, включающими конкреции фосфоритов. На этих территориях сосредоточены месторождения различных видов песков (стекольных, формовочных, бутовых и др.), легкоплавких глин (для производства керамзита) и фосфоритов (рис. 17).

Из четвертичных отложений самостоятельное значение имеют аллювиальные (речные) отложения песков и флювиогляциальные (водно-ледниковые) пески. Они имеют повсеместное распространение, но особенно в Мещерской и Верхневолжской низменностях. Покровные суглинки, моренные отложения обычно используют как сырье для производства кирпича.

Рассмотрим каждый вид минерального сырья подробнее.

Известняки и доломиты. Карбонатные породы Подмосковья отличаются значительным разнообразием. Есть очень рыхлые породы, называемые известковыми туфами. Биогенные известняки, сложенные раковинами морских животных — двухстворчатых моллюсков, брахиопод, иглами морских ежей, кораллами, — пористые. Как правило, хемогенные известняки, образованные осаждением из морской воды кальцита [$CaCO_3$] и доломита [$CaMg(CO_3)_2$], плотные и крепкие. Встречаются известняки, в той или иной степени пропитанные растворами кварца (окремнелые известняки).

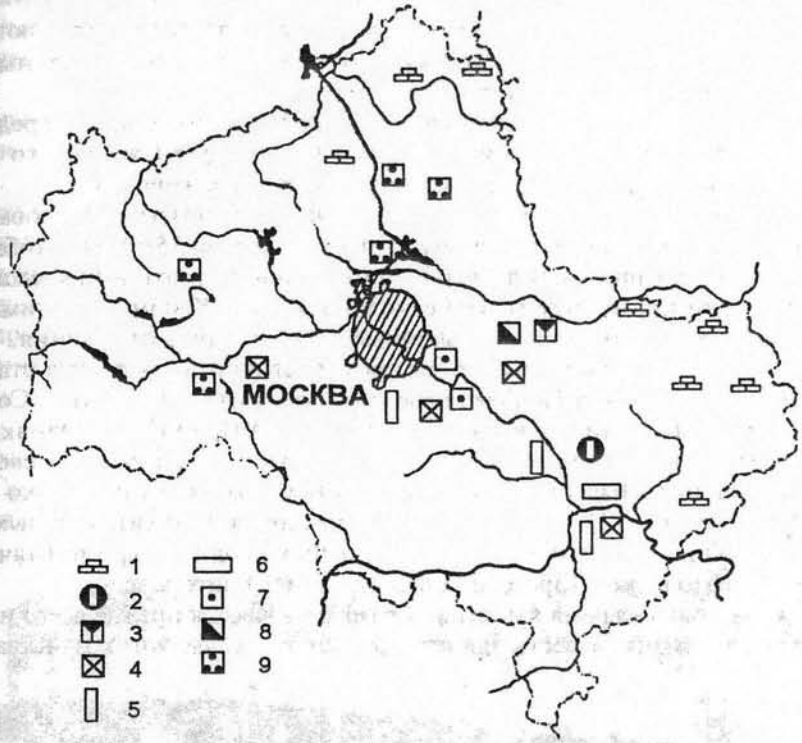

Рис. 17. Карта полезных ископаемых.

1 — торф, 2 — фосфориты, 3 — доломиты, 4 — известняк, 5 — цементное сырье, 6 — облицовочный камень, 7 — пески стекольные, 8 — глины тугоплавкие, 9 — песчано-гравийный материал

Наибольшую известность получили прочные известняки и доломиты, получившие название «подольского мрамора», а также биогенные известняки — «мячковские». Именно они использовались при строительстве зданий. Прочные известняки применялись как в строительстве самого здания, так и для фундаментов. Есть в старинных церквах Москвы глыбы, простоявшие полтысячи лет. Для отделки зданий незаменимыми оказались мячковские известняки, из которых резались самые разнообразные элементы декора.

Карбонатные породы, содержащие значительное количество глинистых частиц, носят название мергелей. Мергели встречаются в виде прослоев небольшой мощности среди каменноугольных отложений разного возраста.

В Подмосковье разрабатываются карбонатные породы среднего отдела (московского яруса) и верхнего отдела (гжельского и касимовского ярусов) каменноугольной системы (рис. 18).

Добыча известняков повсеместно ведется открытым способом. Карьеры обычно имеют глубину от нескольких до 15–20 м. Чтобы добыть известняки и доломиты, приходится снимать вышележащие отложения мощностью в несколько метров. Как правило, ими являются юрские глины и различные четвертичные отложения.

В качестве строительного камня известняки и доломиты стали использоваться в Подмосковье предположительно с XII в. Сохранились частично в культовых зданиях XIII–XIV вв. Однако древние места добычи точно не установлены, документальные сведения о добыче известняков в районе Мячково известны только с XVI в. В XVII–XIX вв. добыча известняков для архитектурных, строительных работ и выжега извести производится кроме Мячково в Подольске, Дорогомилове, Коломне, Григорове.

В настоящее время известняки разрабатываются прежде всего на портланд-цемент, известь для строительства и сельского хозяйства,

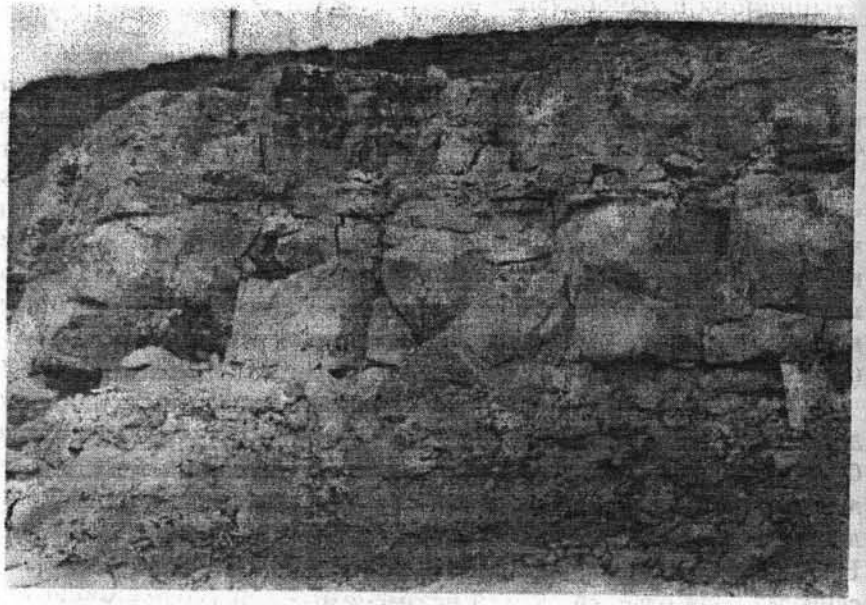

Рис. 18. Характер залегания известняков каменноугольного возраста. Мячково, старый карьер

известь для силикатного кирпича, а также на бут. Доломитизированные и мергелистые породы могут идти на другие разновидности цемента (роман-цемент, магнезиальный портланд-цемент и др.).

Чистые доломиты могут использоваться в металлургической промышленности. Еще в конце XIX в. для этих целей производилась небольшая добыча доломитов.

Многие месторождения известняков в Подмосковье залегают совместно с глинами черными юрскими на юге области, в Подольской группе месторождений, а на востоке области — с черными юрскими и красноцветными верхнекарбоновыми глинами. Для производства цемента наличие в одном разрезе известняков и глин — очень благоприятное сочетание. Мергели могут использоваться для производства цемента сразу без добавок. Но прослои мергелей очень маломощны, и самостоятельного значения они не имеют.

Глины. Отложения глин в Подмосковье имеют различный возраст и отличаются как по внешнему виду, так и по своим свойствам. Они встречаются в верхнекаменноугольных, юрских, меловых и четвертичных отложениях (рис. 19).

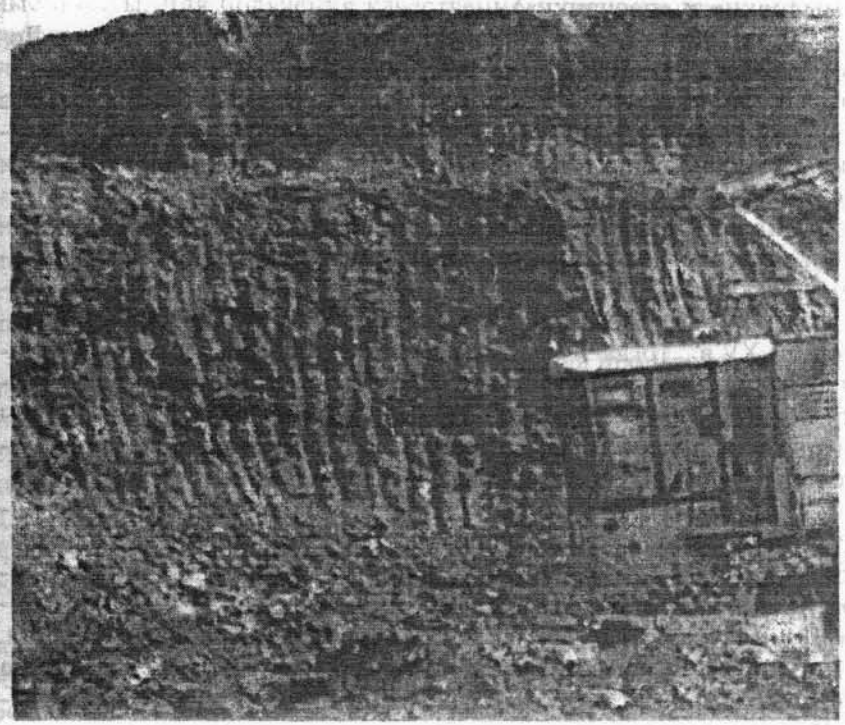

Рис. 19. Стенка карьера Спас-Каменское. Добыча черных парамоновских глин. (Продольные вертикальные полосы на снимке – следы экскаватора)

Глины значительно различаются по физико-химическим и технологическим свойствам. Пластичность, набухание, усадка, спекаемость, огнеупорность, вспучивание, адсорбция зависят от состава глин.

По технологическим свойствам различают огнеупорные и тугоплавкие глины, грубокерамические (среднеплавкие) глины и легкоплавкие глины.

Тугоплавкие глины. Тугоплавкие глины в Подмосковье развиты на востоке области на междуречье рек Москвы и Клязьмы. Эти глины получили название гжельско-кудиновских. По своему происхождению они являются элювиальными (глинами, формировавшимися в процессе длительного выветривания) и озерными.

Вероятно, эти глины использовались как гончарные уже с XIV в. в селении Гжель. Другое их применение — изготовление тугоплавкого кирпича для печей на стекольных и хрустальных заводах.

Температура плавления гжельских глин 1500–1600° (у разновидности, называемой «сало») и 1270–1680° (у так называемых «мыловки» и «песчанки»).

Располагаются гжельско-кудиновские глины гнездами. Добыча ведется несколько столетий, и многие мелкие месторождения в Раменском районе к настоящему времени выбраны, а в лесах остались многочисленные ямы от древних выработок. Глины для фарфоровых заводов приходится теперь привозить с соседних территорий Раменского района.

Кирпичные глины. Производство красного кирпича в Подмосковье производится из покровных суглинков, ледниковых валунных суглинков и каменноугольных морских глин.

Массовое строительство кирпичных зданий и соборов началось в XV в., тогда же в Москве был построен первый кирпичный завод. Еще в XIX и начале XX в. заводы работали практически без предварительной геологической разведки, так как запасы сырья для производства кирпичей в Подмосковье очень значительны и добыча может вестись открытым способом.

Легкоплавкие глины. Легкоплавкие глины идут на производство керамзита, который используется как наполнитель для легких бетонов и самостоятельно, например в теплицах и как декоративный материал. Сырьем для производства керамзита в Подмосковье являются черные глины юрского и мелового возраста. При спекании таких глин происходит их вспучивание отчасти за счет сгорания органических частиц, и образуется легкий пористый материал.

Хотя потребности в таких глинах постоянно растут, добыча ведется в несравненно меньших масштабах, чем кирпичных.

Пески. Отложения песков в Подмосковье встречаются практически повсеместно, но они значительно отличаются по минеральному составу, крупности зерен, сортированности (сортированными называются рыхлые отложения, состоящие из частиц примерно одного размера). Они могут использоваться в качестве ПГС (песчано-гравийных смесей), для производства силикатного кирпича, как формовочные и как стекольные. Для различных целей требуются пески разного качества. Особенно высокие требования предъявляются к стекольным пескам. Промышленные разработки песков ведутся обычно в местах с большой мощностью однородных песков.

Пески для силикатного кирпича (силикатный кирпич известково-песчаный, получается автоклавным способом). Для силикатного песка в Подмосковье обычно используются древнеаллювиальные четвертичные пески или морские и прибрежно-морские пески юрского и мелового возраста. Мелкие заводики, число которых выросло в 90-х годах, могут использовать и маломощные пласты. Для получения качественного силикатного кирпича требуется добавка CaO (6–9%), поэтому одним из необходимых условий является удобное расположение сырьевых баз песка и извести.

Формовочные пески. Для формовочного литья применяются пески без примесей крупных фракций, содержание глинистого материала может сильно варьировать. В зависимости от формы литья (крупно-, средне- или мелкочугунное, цветное литье) используются пески с разным содержанием глины — от почти чистых, отмытых, до сильноглинистых. Иногда требуются небольшие добавки глины.

Стекольные пески. Главный компонент для производства стекла — двуокись кремния, или кварц, содержание которого составляет от 40 до 100% в различных видах стекол. Для стекольного производства используются только чистые белые кварцевые пески. Природные пески всегда содержат некоторое количество Fe_2O_3. Для производства стекла примесь оксида железа исключительно вредна, пригодны пески с ничтожным содержанием Fe_2O_3 — не более долей процента.

Исторически установлено, что пески мелового возраста (воробьевские) для производства стекла стали использоваться еще в 60-х годах XVII в. — в Измайлове под Москвой и селе Ямкине в Богородском районе. В литературе встречаются сведения, что сначала для производства хрусталя крупные заводы выписывали песок из Германии, в XX в. использовались люберецкие пески, которые оказались высокосортными.

Главный район стекольного сырья расположен в пригородной зоне Москвы между Котельниками и Лыткарино к востоку от Москвы-реки. Это так называемые люберецкие пески. Они активно разрабатываются многие десятилетия. Запасы их значительны, но тем не менее требуется бережное отношение к ним, не следует использовать стекольные пески для других целей — как формовочные, строительные, сырье для силикатного кирпича и пр.

Строительные и балластные пески. Как строительные и балластные пески используются чаще всего водно-ледниковые и речные осадки, как современные, так и древние. Чаще всего добываются совместно с гравием и галькой (рис. 20).

Гравий, галька, валуны. Месторождениями крупнообломочного материала служат только четвертичные отложения — речные, водно-ледниковые и в небольшой степени ледниковые. Большие запасы имеются на Клинско-Дмитровской гряде — в р-не г. Истра, р. Икша и р. Яхрома, Дмитровском р-не. Много добывалось гравия в пределах современной Москвы, например в Татарово (Крылатском), в Нагатино. Эти старые карьерчики давно рекультивированы. Валунами из аллювиальных и ледниковых отложений раньше мостили московские улицы и улицы других городов.

Потребность в данном строительном материале возросла в конце XX в., особенно с началом использования их в качестве ПГС (песчано-гравийной смеси), которая широко используется как наполнитель многих видов бетона, асфальтобетона. (В промышленности к ПГС относят не только пески, гравий, но также валуны и гальку.)

Рис. 20. Косослоистые пески водно-ледникового происхождения

Песчаники. Применялись как строительный материал (бут и щебенка), но практически потеряли свое значение. Залегают гнездами, имеют непостоянные свойства. Использовались только крепкие кварцевые песчаники. Такие песчаники встречаются среди отдельных горизонтов юрских и меловых песков. Добывались в Татарове (ныне район Крылатское в Москве), в окрестностях Котельников и Лыткарино, в Клинском и Дмитровском районах. Употреблялись для изготовления жерновов, фундаментов, шли на облицовку цоколей и набережных, сооружение тротуаров, тумб. Использовались и при строительстве Кремлевского дворца. На некоторых подмосковных кладбищах сохранились надгробия, изготовленные из глыб песчаника.

Трепел. Представляет собой твердую породу, кремнистую по составу. Встречается небольшими горизонтами и линзами в меловых отложениях. Может использоваться как бут, щебенка. Может применяться для производства особого кирпича, черепицы. Практически не используется.

Фосфориты. Фосфориты в виде небольших желваков и конкреций встречаются в юрских и меловых глинистых песках и глинах. Часто фосфориты развиваются по остаткам древних морских раковин — аммонитов. Размеры желваков составляют от нескольких до 15 см в поперечнике. Фосфориты являются фосфорным удобрением. Они различаются по составу, в наиболее чистых разностях содержание P_2O_5 достигает 14–25%.

Фосфориты широко разрабатываются прежде всего в Воскресенском районе. Запасы фосфоритов в Подмосковье и в целом в центральной части Восточно-Европейской равнины очень значительны. Имеется лишь один существенный недостаток: горизонты фосфоритов маломощны, и их разработка требует больших площадей.

Железные руды. Встречаются на заболоченных участках и носят название «болотные руды». Как и в соседних Тульской, Калужской и других областях, в Подмосковье такие руды добывались в небольшом количестве для производства железа. Запасы малы, в настоящее время промышленного значения не имеют.

Бокситы. Залегают в небольших карманах в кровле известняков. Промышленного значения не имеют.

Минеральные краски. Самое большое количество природных красителей образуется окислами железа различной концентрации. Примеси железа создают широкую гамму желтых, красных и коричневых цветов. Белый цвет получают при использовании знаменитых мягких мячковских известняков.

В разное время в качестве природных красителей в Подмосковье применялись:

– железистые болотные руды для производства таких красок, как железный сурик, и других оттенков красных и коричневых красок. Сырье для красок представляет собой рыхлую мучнистую массу различных цветов от светло-желтой до темно-красной и красно-коричневой. Такое промышленное месторождение известно около с. Купавны Ногинского района;

– красные глины и мергели каменноугольного возраста для грунтовки дерева;

– глинистые охры, карбонатные охры для получения желтых пигментов. Месторождение у дер. Курово по Курской железной дороге;

– глауконит для приготовления зеленой краски (использовался, в частности, при написании старинных фресок). Лопатинское месторождение у г. Воскресенска;

– мячковские известняки для получения белых красителей.

Промышленное значение могут иметь только болотные руды.

Золото. Долгое время считалось, что золото в европейской части России отсутствует, встречается только в крайне рассеянном виде. Однако есть сведения о промывке очень мелкого тонкого золота в районе ст. Икша и на берегу Москвы-реки, на Лосином острове. Промышленного значения не имеет.

Торф. Отложения торфа встречаются в Подмосковье часто. Крупные месторождения торфа известны в Мещерской низменности, например в Егорьевском и Шатурском районах, а также на севере области на Верхневолжской низменности. Месторождения торфа разрабатываются, но потребность в торфе в Подмосковье остается высокой. Многие мелкие залежи торфа использовались колхозами, совхозами и отдельными потребителями в частном порядке. В последние десятилетия увеличивается потребление торфа коллективными садоводческими хозяйствами.

Подземные воды

Геологическое строение местности, прежде всего распределение водопроницаемых и водоупорных слоев, имеет первостепенное значение для подземных вод: количества водоносных горизонтов, глубины их залегания, качества, состава.

Среди подземных вод Подмосковья встречаются воды с различной минерализацией: пресные — до 1 г/л, солоноватые — 1–10 г/л, соленые — 10–50 г/л и очень сильно минерализованные воды (рассолы) — свыше 50 г/л.

На глубине более 1100 м в нижнекембрийских ангидритах минерализация превышает 250 г/л. Чем ниже расположен тот или иной горизонт, тем выше минерализация его вод.

Меняется не только количество растворенных веществ, но и их качественный состав. От пресных подземных вод к рассолам химический состав меняется следующим образом: гидрокарбонатные → гидрокарбонатно-сульфатные → сульфатно-хлоридные → хлоридные воды. Заметим, что подобная смена в доминировании определенных солей наблюдается и для поверхностных вод при переходе от пресных к солоноватым водам суши и далее к морской воде.

Минерализация резко возрастает в карбонатных породах. По качеству воды и ее химическому составу различают мягкие воды и жесткие. Под жесткими понимаются воды, в которых растворены значительные количества кислого углекислого кальция и магния. При кипячении они выпадают в осадок, образуя накипь, что создает определенные трудности в промышленности (в частности, при использовании паровых котлов, труб) и некоторые неудобства в быту.

По характеру залегания принято различать верховодку, грунтовые воды и пластовые воды. Пластовые в свою очередь разделяются на безнапорные и напорные (артезианские) воды.

Верховодкой называется самый верхний слой грунтовых вод. Он представляет собой атмосферные воды, просочившиеся в землю и задержанные самым первым глинистым слоем. В Подмосковье к ним относятся надморенные и аллювиальные воды. Одна из особенностей вод верховодки — ее непостоянство. После дождей и снеготаяния она быстро пополняется, а в засушливое время года истощается или иссякает. Очень часто в ложбинах, где глинистые породы близко подходят к поверхности, благодаря верховодке происходит заболачивание.

Воды верховодки являются чистыми и мягкими, иными словами, они содержат мало растворенных веществ. Эти воды очень быстро загрязняются самыми различными органическими и неорганическими соединениями.

Когда промышленные стоки и другие загрязненные воды просачиваются в глубь земной коры, они постепенно проходят естественную очистку, и чем большую мощность геологических отложений им приходится преодолевать, тем меньшее количество «загрязнителей» в них остается. Воды верховодки тоже проходят природную очистку, причем не последнюю роль в этом играют почвы. Однако возможности «самоочищения» ограничены, и воды верховодки не только в городах Подмосковья, но и на многих сельскохозяйственных территориях находятся в

5 Зак. 4671

антисанитарном состоянии. Особенно это следует помнить дачникам, некоторые из них роют неглубокие колодцы и используют в качестве питьевой воды верховодку.

В настоящее время в подавляющем большинстве регионов грунтовая вода пригодна для питья. Однако в последние годы наметилась устойчивая тенденция к ухудшению качества воды. Сельские и дачные поселки разрослись в мелкие одноэтажные городки, россыпью протянувшиеся вдоль железных и автомобильных дорог. Отсутствие систем канализации, очистки, централизованного сбора и уничтожения мусора в сельских районах ставит проблему санитарного состояния грунтовых вод в XXI столетии очень остро. Ухудшение качества воды может не иметь видимых последствий, оно сказывается через годы и десятилетия, очень сложно воздействуя на обмен веществ в организме, а в целом приводя к увеличению заболеваний и уменьшению продолжительности жизни.

Дадим краткую характеристику верхним пластовым водоносным горизонтам Подмосковья.

Межморенные воды. Залегают в межморенных песках, гравии, супесях в виде линз. От атмосферных осадков водоносные линзы и слои в моренной толще изолированы моренными глинистыми пластами, поэтому колебания в притоке этих вод в засушливую погоду небольшие.

Надпарамоновские воды. Получили свое название от черных глин мелового возраста, так называемых «парамоновских», которые служат водоупорным горизонтом. Они относительно широко распространены на севере Подмосковья — на Клинско-Дмитровской гряде. Как правило, надпарамоновские воды имеют невысокую минерализацию.

Верхнеюрские и нижнемеловые водоносные горизонты. Водоупорным горизонтом для них являются верхнеюрские черные глины. Водоносными являются самые разнообразные пески: чистые белые и желтые кварцевые, ржаво-коричневые ожелезненные, глинистые глауконитовые. Минерализация этих вод небольшая (0,2 г/л). Очень часто в воде содержится повышенное количество железа (до 3 мг/л). В таких случаях в выходах родниковых вод вдоль долин рек на камнях и в руслах ручейков образуются пятна гидроокисей железа, напоминающие ржавчину. Если же вышележащие слои представлены меловыми песками, родниковые воды, как правило, слабожелезистые.

В тех случаях, когда слои глин расположены в нижних частях склонов, они способствуют образованию оползней. Подземные воды скапливаются на поверхности глин, приводя к резкому уменьшению трения, так что целые блоки береговых уступов

съезжают по неровной кровле глин. Оползни широко развиты по берегам рек Москвы, Клязмы и их притоков.

Верхнекаменноугольный водоносный горизонт. Водоносными являются карбонатные породы. Состоит из подгоризонтов, разделенных водоупорными слоями глин. В основном воды трещинно-пластовые, имеют повышенную жесткость — до 0,4 г/л, гидрокарбонатно-кальциевую минерализацию. В Подмосковье широко используются.

Среднекаменноугольный водоносный горизонт схож с предыдущим и также разделяется на подгоризонты слоями красных глин. Минерализация возрастает до 0,5 г/л.

Нижнекаменноугольный водоносный горизонт. Подразделяется на несколько подгоризонтов, то разделяющихся слоями глин, то соединяющихся по два-три вместе. Воды этого горизонта, заключенные в трещиноватых известняках и доломитах, часто имеют сильный напор и свободно изливаются из скважин. Минерализация возрастает по мере увеличения глубины залегания с 0,4 до 1—2 г/л.

Девонские водоносные горизонты. Отличаются еще большей минерализацией. В Москве, в Боенской скважине на глубине 330—550 м содержится лечебно-питьевая вода, называемая «Московская минеральная». Вода имеет сульфатно-кальциево-магниевый состав, близкий к «Ессентукам 20». Сухой остаток около 4 г/л.

Еще ниже минерализация постоянно увеличивается, через 100 м она достигает 20—25 г/л и становится хлоридно-натриевой, на глубине 900—1000 м превращается в рассолы с минерализацией до 200 г/л, а состав изменяется на хлор-кальциевый и хлор-магниевый.

Москва обладает огромными запасами минеральных вод и солей. Подсчитано, что только одна вышеназванная Боенская скважина могла бы дать при выпаривании рассолов 210 тыс. т NaCl (поваренной соли), 30 тыс. т $CaCl_2$, 15 тыс. т $MgCl_2$, 3 тыс. т KCl.

Подземные воды различных горизонтов связаны между собой. Напорные межпластовые воды, приуроченные к крупным геологическим структурам (обычно к чашеобразным прогибам), носят название артезианских бассейнов.

Подземные воды Подмосковья составляют часть Московского артезианского бассейна. (Москва расположена примерно в средней части бассейна.) Для большинства крупных городов области напорные воды являются основным источником водоснабжения. Москва составляет исключение — в столице для хозяйственно-питьевых нужд используются преимущественно речные воды. Водоснабжение других городов осуществляется за счет

напорных вод каменноугольных горизонтов, образующих несколько водоносных комплексов. Эти воды отличаются хорошим качеством. Области питания водоносных горизонтов располагаются на западе, юге и востоке области, что связано с особенностями тектонического строения — движением подземных вод сверху вниз и от периферии Московской синеклизы к ее центральной части.

Напорные воды более глубоких слоев, в частности девонских отложений, высокоминерализованы и для питьевого и промышленного водоснабжения мало пригодны.

Мелиорация земель, урбанизация территорий, гидротехническое строительство и подземный водоотбор оказали существенное влияние на величину естественных и эксплуатационных ресурсов подземных вод.

Техногенное воздействие весьма интенсивное и оказывает свое негативное воздействие на гидроэкологическую обстановку в городах. В Москве значительно — на десятки метров — снижены напоры водоносных горизонтов. В среднекаменноугольных Мячковско-Подольском и Протвинско-Окском водоносных комплексах напоры снижены на 60–80 и 100 м. Это привело к тому, что р. Москва, ранее дренировавшая Мячковско-Подольский горизонт, превратилась в зону его питания.

Неблагоприятным процессом, связанным с изменением гидрологической обстановки в Москве, является подпор грунтовых вод. Повышение уровня грунтовых вод обусловлено подтоком воды за счет потерь из коммуникаций, ухудшения дренированности верхних водоносных горизонтов вследствие засыпки оврагов и мелких долин, за счет асфальтировки и застройки. Подпор грунтовых вод приводит к подтоплению фундаментов и подвалов наземных сооружений, подземных коммуникаций.

Существенное техногенное загрязнение изменяет химический состав воды и приводит к повышению агрессивности подземных вод к бетону и металлическим конструкциям.

В городе для осушения горизонтов при строительстве и эксплуатации подземных сооружений, прежде всего объектов Метростроя, проводится откачка грунтовых вод из скважин и подземных выработок. Длительное осушение водоносных горизонтов и снижение уровня межпластовых подземных вод вызывает развитие деформаций горных пород и поверхности, что, в свою очередь, приводит к повреждению зданий и сооружений.

Рациональное использование полезных ископаемых и водных ресурсов, охрана подземных вод от загрязнения — чрезвычайно важные экономические и социальные задачи.

ЧАСТЬ 2

УЧЕБНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ В ПОДМОСКОВЬЕ

Глава 2.1. ПРОЕКТ ПРОГРАММЫ ШКОЛЬНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

С 1995 года во многих средних учебных заведениях Москвы и Московской области введен новый предмет «Москвоведение». Прекрасным дополнением к стандартной программе может служить учебная геологическая практика в Подмосковье. Практика в зависимости от возможностей и программы каждого конкретного учебного заведения может продолжаться от 2–3 дней до 2 недель. Практику можно дополнить посещением музея.

В Музее землеведения МГУ существует специальный экспозиционный комплекс, посвященный геологической практике в Подмосковье. Он включает в себя разрезы, палеогеографические схемы, коллекции горных пород и ископаемой фауны из разных районов Подмосковья. Первоначально эта экспозиция была создана для студентов географического, геологического и других факультетов в качестве дополнительного вспомогательного материала.

Безусловно, выезды школьников на местность с целью изучения геологического строения отличаются от геологической студенческой практики. В то же время есть общие положения, методы, одни и те же геологические обнажения, нормы поведения и т.п., что дает основание предложить программу такой практики для более широкого круга учащихся. Она является достаточно стандартизованной и привычной для специалистов и предназначена исключительно для учителей, которые со многими положениями не знакомы или не придают им значения.

Цели и задачи. На геологической практике школьникам необходимо показать:

1) как выглядят и чем представлены слои осадочных пород в природе;

2) субгоризонтальное залегание слоев в Подмосковье;

3) смену отложений, например, глин песками или известняками на небольшом участке местности и в разных районах области;

4) связь геологического строения с движениями земной коры в далеком прошлом и изменениями климата;

5) ископаемую фауну — индикатор возраста отложений;

6) современные геологические процессы: геологическую деятельность рек, рост оврагов и другие;

7) антропогенное воздействие.

Поскольку в эталонные маршруты включены районы городской территории, исторические и культурные памятники (в том числе и геологические), нежелательно превращать такие практики в обязательные. Городской и подмосковный ландшафт нагрузки большого количества школ не выдержат.

По этой причине, а также потому, что в маршруты включены разрабатываемые карьеры и другие места, где дети могут получить травмы или нанести урон окружающей среде, практику должны проводить опытные преподаватели, хорошо знающие технику безопасности. Непременным условием проведения практики является сдача правил техники безопасности (ТБ). Учащиеся должны понимать, что идут не на прогулку. Необходимо на конкретных примерах показать, как нарушение элементарных правил ТБ приводило в экспедициях и на практиках к тяжелейшим несчастным случаям. Существует целая книга по ТБ поведения в геологических маршрутах. Для школьников необходимо подготовить только несколько выдержек из тех ситуаций, в которых они могут оказаться. Должны быть рассмотрены следующие разделы ТБ:

1) безусловное подчинение старшему (руководителю); 2) работа в условиях плохой погоды; 3) одежда и обувь; 4) поведение на транспорте; 5) правила хождения группой по равнинной местности, по крутым склонам, по мокрым склонам, по лесу и т.п.; 6) правила безопасности на водоемах; 7) правила безопасности на карьерах, разработках и др.

Специфическим разделом для практики в Подмосковье является раздел о правилах поведения в городе. Он должен включать следующие пункты: 1) особенность геологических работ на территории культурных памятников (не копать, не водить группы в особо «ранимые» места, например археологические раскопки и др.); 2) культура поведения — «без мусора и отходов», не ломать, не портить зеленые насаждения, не оставлять надписей и т.д.

Учебную практику желательно разбить на несколько этапов. I. Подготовительный этап — предварительное изучение геологического строения на лекциях в классе, в библиотеке или музее. II. Геологические экскурсии по Москве и Подмосковью по эталонным маршрутам: городские — Фили–Крылатское, Коломенское; загородные — Горки Ленинские, Котельники–Гремячево, ст. Турист–р. Волгуша (можно выбрать и другие районы). III. Камеральный период — обработка собранных материалов, написание отчета бригадой. IV. Сдача отчета или составление стендов.

Каждый пункт программы требует некоторого пояснения.

Организация практики

Учебная практика со школьниками должна проводиться с учетом опыта проведения студенческих геологических практик, насчитывающих многие десятилетия и имеющих хорошо отработанную методику.

1) Учащиеся должны быть разбиты на группы не более 15 человек. За каждой закреплен один преподаватель (например, не 2 преподавателя на целый класс, 1 геолог и 1 школьный учитель, а именно 1 преподаватель на группу!). Такая группа более мобильна и управляема, каждый учащийся в маршруте может и должен получить индивидуальное обучение. Психологами доказано, что при совместной работе коллектив более 15 человек начинает разбиваться на группы. Особенно большие сложности возникают при описании и осмотре обнажений.

2) Группу желательно разбить на бригады по 5–8 человек. Бригадный метод обучения во время практик оправдал себя как наиболее эффективный. Только бригадой (некоторое подобие творческого научного коллектива) проще выполнить многие виды обязательных работ. Бригада проводит самостоятельную работу «в поле», бригада пишет полный отчет, в котором каждый учащийся отвечает за написание одного раздела, бригада сдает отчет с отметкой, при устной сдаче от каждого требуются знания по всем разделам.

Подготовка к экскурсиям. Если есть такая возможность, надо включить в камеральную работу предварительное изучение геологии и экологии Подмосковья. Самый простой путь — посещение музея. Музей землеведения МГУ имеет неплохую и весьма наглядную экспозицию, по которой учащиеся совместно с преподавателем и самостоятельно за короткий срок могут получить необходимые сведения.

Камеральная работа. Камеральная обработка материалов является необязательным, но весьма желательным этапом практики, во время которой ученик приобретает навыки работы с научной литературой и сравнения теоретических данных с собственными

наблюдениями, а также навыки обработки первичных полевых материалов. Камеральный период включает в себя обработку полевых материалов и написание отчета. При проведении практик невозможно избежать случайностей, которые могут весьма существенно повлиять на график работ, в частности, такие коррективы может внести неблагоприятная погода, из-за которой выезд в намеченный маршрут может отмениться. В таких ситуациях камеральные работы, предусмотренные с некоторым «избытком» времени, позволят изменить график, провести замены и в конечном итоге выполнить общую задачу — изучение геологического строения Подмосковья.

Полевая работа (маршруты). Эта часть практики является основной, так как некоторые школьники, возможно, впервые смогут получить не абстрактные, а реальные представления о горных породах, геологических слоях, смогут оценить экологические проблемы. Многие из них в первый раз на местности рассмотрят речные долины и другие формы рельефа, увидят карьеры по добыче полезных ископаемых и т.д. Одной из задач практики является приобретение школьниками навыков ориентирования на местности с помощью компаса, карт и схем, а также умения приблизительно оценить расстояния, относительные высоты и т.п.

Другая важная задача — научить школьника выполнять элементарные работы: описать обнажение, отобрать пробы, грамотно вести документацию. Задача эта гораздо шире, чем научиться составлять геологические описания: понятно, что в результате, ученик получит лишь самые первые сведения по геологии, географии и экологии местности.

Гораздо существеннее дать такие навыки, которые могут пригодиться в жизни в самых различных областях. Нужно научить ***не только ходить, но и смотреть; не только смотреть, но и видеть; не только видеть, но и понимать; не только понимать, но и знать.***

До начала практики необходимо подготовить и подобрать элементарное снаряжение. Желательно, чтобы каждая бригада имела: компас, карты Подмосковья или атлас Подмосковья, линейки, лупы, рулетку, лопату (в городские маршруты лопаты брать не рекомендуется), широкий нож (так называемый почвенный), разбавленную соляную кислоту или уксусную эссенцию для диагностики карбонатных пород, аптечку. Кроме того, каждый школьник должен иметь личный дневник (можно обычную тетрадь в жесткой обложке, но обязательно в клеточку), ручку, карандаш, ластик.

При проведении геологической практики со школьниками преподаватель должен обратить особое внимание на объем сообщаемых геологических данных. У преподавателей, привлеченных со стороны и не знакомых со школьной аудиторией, довольно распространенная ошибка — излишняя сложность. Возникает желание провести практику в том объеме или в том же ключе, как со студентами. Студентов обучают подробно и грамотно описывать геологические разрезы, дают расчленение толщ с точностью до горизонта. В маршруте Крылатское, например, студенты выделяют несколько слоев верхневолжского и нижневолжского яруса верхнего отдела юрской системы. Школьникам вполне достаточно показать разнообразные отложения юрского возраста, в крайнем случае назвать верхний отдел юрской системы, не более того.

Традиционно в Подмосковье сложилось несколько маршрутов, где наиболее целесообразно изучать геологию. Ниже дается их краткое описание. В принципе возможно проведение практики, в которую будут включены все эти и даже большее количество маршрутов, причем в некоторых районах можно провести не один маршрутный день. Такой вариант развернутой практики подходит для более подготовленных школьников старших классов учебных заведений с углубленным изучением экологии, естественнонаучных дисциплин или кружковой работы. В приложении № 1 дается описание некоторых наиболее популярных маршрутов для углубленных практик, а также варианты небольших укороченных практик.

Написание отчета. (Эта часть практики также является серьезным разделом, но не обязательным.) Если практика короткая, написание отчета и сдачу экзамена можно заменить небольшим устным опросом.

Группа школьников разбивается на бригады, и каждый пишет одну или две главы. Рекомендуется не мешать бригадиру в распределении обязанностей. Отчет кроме текста должен включать рисунки, графики; очень хорошо, если ребята смогут сделать фотографии. Как правило, введение и заключение пишет один человек.

Типовой план отчета следующий. Введение. Физико-географическое описание района. Описание геологического строения (по полевым материалам). История развития Подмосковья (по полевым материалам и литературным источникам). Современные геологические процессы (по полевым материалам). Заключение.

Сдача отчета. На защиту отчета приходит вся бригада полностью с готовым написанным отчетом, полевыми дневниками (которые заполнялись в маршрутах), правильно оформленными и отобранными бригадой образцами. Лучшие образцы преподаватель может оставить в школьном музее. После проверки отчета и небольшого опроса выставляется оценка каждому в журнал, а всей бригаде оценка ставится на титульном листе, отчет сдается.

В отличие от студенческих групп, для которых написание отчета обязательно, школьникам написание группового отчета можно заменить составлением стендов и докладами.

Глава 2.2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ ПОДМОСКОВЬЯ

В Подмосковье известны десятки мест, где было бы целесообразно проводить геологические практики. Большинство московских вузов проводит их в ближнем Подмосковье, популярными остаются и два городских маршрута.

Таблица 5

Изучение геологических отложений разного возраста по маршрутам

Название		Название маршрута					
системы	отдела	Коломенское	Крылатское	Горки Ленинские	Гжель	Волгуша	Котельники
Четвертичная		+	+	+	+	+	+
Неогеновая		–	–	+	–	–	–
Меловая	верхний	–	–	–	–	+	–
	нижний	+	+	–	–	+	+
Юрская	верхний	+	+	+	–	–	+
	нижний	+	+	+	+	–	–
Каменноугольная	верхний	–	–	–	+	–	–
	нижний	–	–	+	–	–	–

Ниже приводится краткое описание пяти маршрутов.

Крылатское — Филя — Татарово (рис. 21). Маршрут проходит в юго-западном районе столицы. Интенсивное строительство в этом районе позволяет увидеть неплохие разрезы четвертичных отложений. Существенным недостатком является то, что старые разрезы засыпаются и приходится почти ежегодно несколько изменять маршрут. В то же время обилие спортивных сооружений позволяет надеяться, что эта часть города не будет так сильно застроена и основные геологические разрезы юрских и меловых отложений сохранятся.

Цели маршрута. 1. Изучение морских и прибрежно-морских песков и глин позднеюрского и раннемелового возраста (если удастся, с мезозойской фауной — аммонитами и белемнитами). 2. Изучение отложений четвертичного возраста (речных, склоновых, древнеледниковых и водно-ледниковых). 3. Изучение форм рельефа, строения долин р. Москвы и ее притоков, молодых и

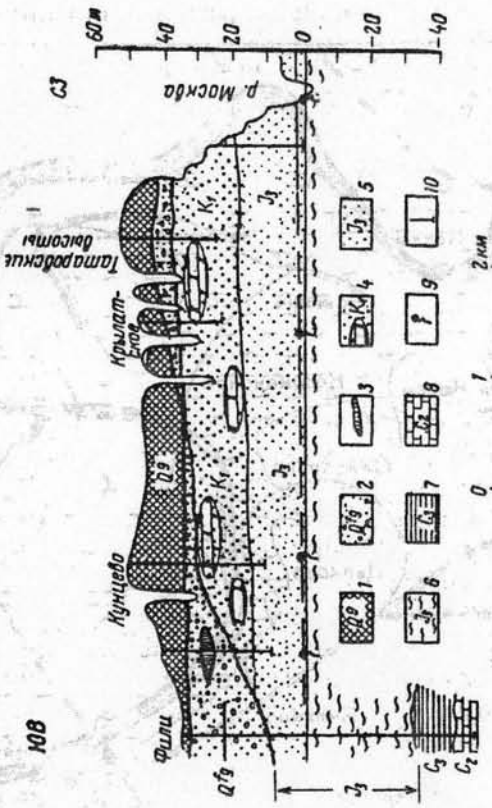

Рис. 21. Схема геологического строения правого берега р. Москвы в Крылатском.

Четвертичные отложения (*Q*): 1 — гляциальные (ледниковые) валунные суглинки; 2 — флювиогляциальные (водно-ледниковые) пески; 3 — озерный межледниковый торф. Меловые отложения (*K*): 4 — кварцевые и ожелезненные пески и песчаники. Юрские отложения (*J*): 5 — пески; 6 — черные глины. Каменноугольные отложения (*C*): 7 — глины; 8 — известняки; 9 — выходы подземных вод; 10 — геологические разрезы

старых оврагов. 4. Изучение современных геологических процессов — речной аккумуляции и эрозии; оврагообразования, склоновых процессов, в том числе и оползней; деятельность подземных вод, знакомство с родниками и источниками и т.д. 5. Изучение антропогенного воздействия на природные процессы.

Коломенское (рис. 22, 23). Цели маршрута те же, что и в предыдущем маршруте. Особенность данного маршрута, которая делает его особенно ценным, в том, что рядом расположен знаменитый исторический памятник и в то же время район относительно слабо заселен, сохранились овраги, естественные склоны. Появляется уникальная возможность сделать маршрут комплексным: рассказать об истории древних поселений в этом регионе Восточно-Европейской равнины, об истории Москвы XVI–XX вв., посмотреть знаменитые памятники архитектуры. Это место обладает такими разнообразными природными и историческими объектами, что возможно проведение многодневной геологической практики, ограничиваясь только этим районом.

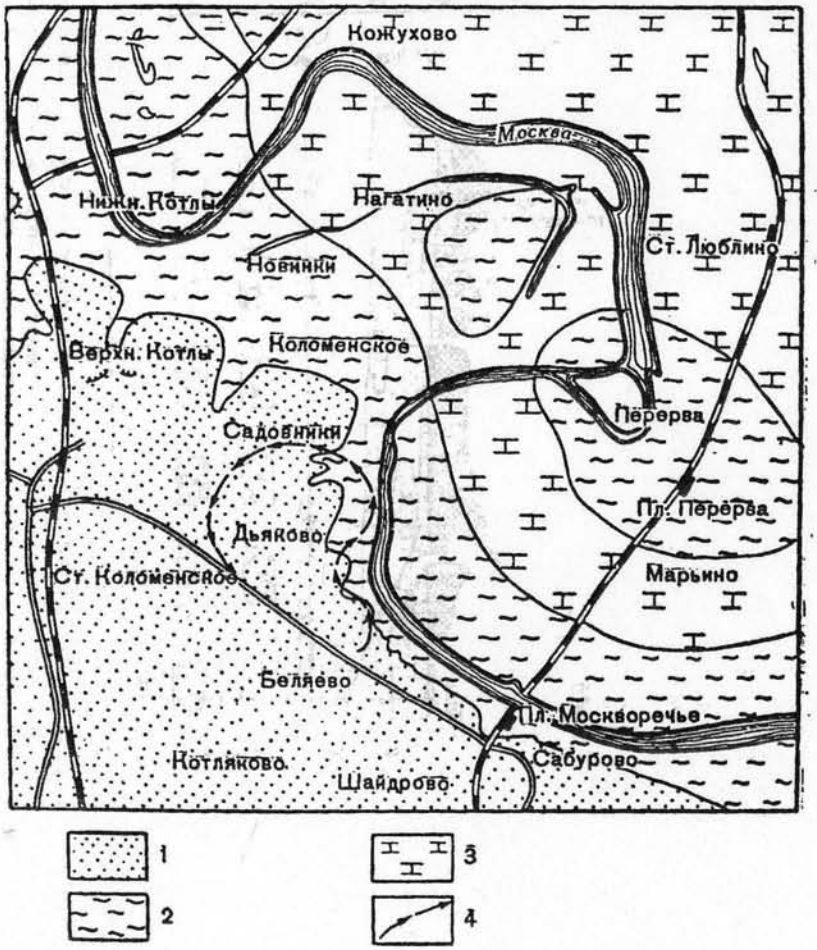

Рис. 22. Геологическая карта правого берега Москвы-реки в районе Коломенского.

Меловые отложения (К): 1 — пески и песчаники. Юрские отложения (J): 2 — пески и черные глины. Каменноугольные отложения (С): 3 — известняки; 4 — направление маршрута

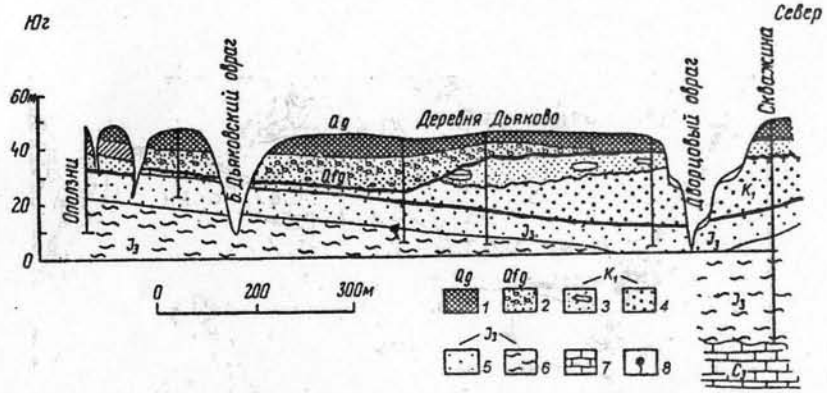

Рис. 23. Схема геологического строения правого берега р. Москвы в Коломенском.

Четвертичные отложения (Q): 1 — гляциальные (ледниковые) валунные суглинки; 2 — флювиогляциальные (водно-ледниковые) пески. Меловые отложения (К): 3 — кварцевые пески и песчаники; 4 — ожелезненные и глауконитовые пески и песчаники. Юрские отложения (J): 5 — пески; 6 — черные глины. Каменноугольные отложения (С): 7 — известняки; 8 — выходы подземных вод

Сходство геологического строения районов первого и второго маршрутов — очень важный момент в изучении геологии Подмосковья, так как дает наглядные представления о почти горизонтальном залегании пластов на территории Русской платформы. Относительно горизонтальное расположение пластов между Коломенским и Крылатским объясняется также тем, что они расположены в центральной части Московской синеклизы на линии, лежащей вкрест простирания (там, где падение слоев минимально). Другие маршруты позволяют учащимся сформировать представления о том, как на большом расстоянии (особенно в тех случаях, когда районы удалены друг от друга по линии падения пластов) даже очень малые наклоны геологических пластов приводят к тому, что на дневную поверхность выходят иные геологические пласты — более древние или более молодые.

Горки Ленинские (Домодедово) (рис. 24). Маршрут проходит в южной части ближнего Подмосковья. Рельеф района представляет собой холмистую моренную равнину. Высокая степень расчленения

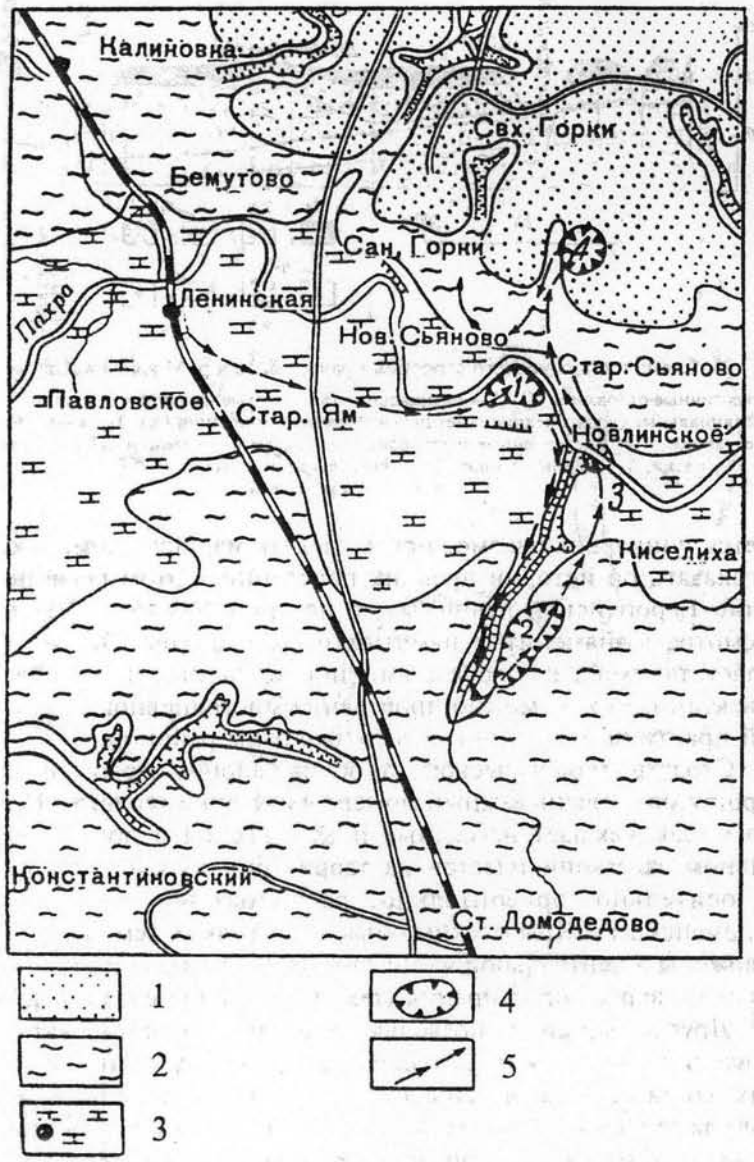

Рис. 24. Геологическая карта правого берега р. Пахры в районе Горок Ленинских (Домодедово).

Меловые отложения (К): 1 — пески. Юрские отложения (J): 2 — черные глины. Каменноугольные отложения (С): 3 — известняки, доломиты с линзами кремней; 4 — карьеры; 5 — направление маршрута

рельефа речными долинами и оврагами, наличие разрабатываемого многие десятилетия карьера позволяет изучить достаточно хорошо геологическое строение в многочисленных обнажениях. Маршрут является в настоящее время, вероятно, наилучшим по количеству, разнообразию и полноте геологических объектов.

Цели маршрута: 1. Изучение отложений среднего отдела каменноугольного периода (известняков, доломитов, кремней), знакомство с многообразной и богатой фауной этого периода, а также с отложениями юрского периода, представленными черными глинами. 2. Изучение разнообразных по происхождению и составу отложений четвертичного периода. 3. Исследование геологических процессов (аналогично маршруту №1, а также карста). 4. Изучение антропогенных процессов, в том числе связанных с действующим карьером по добыче известняков.

Гжель. В прошлом маршрут в Гжель — поселок городского типа — был одним из самых интересных. Существовали действующие карьеры по добыче полезных ископаемых — верхнекаменноугольных известняков и верхнекаменноугольных глин и четвертичных моренных суглинков. Сейчас карьер по добыче известняков закрыт и рекультивирован, карьер по добыче глин закрыт и превращен в пруд — место для купания. Сохранилось лишь одно обнажение в старом карьере, в котором можно изучать глины, пригодные для производства кирпича, и на расстоянии (так как подойти к вертикальной стенке невозможно) показать слои глин, пригодных для производства посуды. Новый карьер расположен далеко от станции.

В то же время можно компенсировать этот недостаток, если более подробно рассмотреть полезные ископаемые района. Интересными объектами являются бывшие карьеры, различные типы рекультивации и дальнейшее хозяйственное использование рекультивированных земель. Интерес представляет характерный тип промышленного узла, возникшего на местном сырье, — кирпичный завод и завод по производству знаменитой гжельской посуды, химической посуды и технического фарфоро-фаянса. В этом маршруте школьники познакомятся с другим типом рельефа — очень слабо расчлененной Мещерской низменностью, слабо дренируемой поверхностными водами. Можно отобрать и дешевые поделочные камни — кремни.

Ст. Турист — р. Волгуша. Маршрут проходит в северной части ближнего Подмосковья.

Цели маршрута: 1. Изучение отложений нижнего и верхнего мела. 2. Изучение разнообразных четвертичных отложений — речных склоновых, озерных, ледниковых, отложений конечно-моренной гряды, склоновых. 3. Изучение современных геологических процессов: деятельности рек, образования оврагов, склоновых

процессов, в том числе оползневых, деятельности подземных вод, антропогенных процессов.

Если практика будет включать 1-й и 2-й маршруты, экскурсия в район р. Волгуши даст возможность увидеть похожие отложения разного возраста. Верхнемеловые черные глины, пески, конкреции пирита и фосфорита очень похожи на верхнеюрские отложения, которые выходят на поверхность в Москве в Коломенском и Крылатском. Это поможет понять, что географические условия в Подмосковье менялись и повторялись с определенной периодичностью и что по внешнему виду отложений неспециалист может неправильно определить возраст даже в одной местности.

Нельзя также не учитывать, что маршрут проходит по одному из самых красивейших мест Подмосковья — излюбленному месту туристов и спортсменов.

Поскольку нет единой программы проведения школьных геологических практик в Подмосковье, а выбор продолжительности и интенсивности практики зависит целиком от возможностей и желания средних школьных заведений, можно предложить (кроме описанной выше полной геологической практики) несколько вариантов укороченных практик. Короткие практики будут отличаться от многодневных и должны проводиться в форме экскурсий.

Геологическая экскурсия (1 день)

Все задачи практики в упрощенной форме опытный преподаватель может выполнить в одном маршруте. Наиболее удачный для этой цели маршрут — Горки Ленинские (при наличии автобуса). При отсутствии собственного транспорта наиболее насыщенным с геологической точки зрения является маршрут Коломенское. Оба этих маршрута позволяют решить все поставленные задачи.

Геологическая экскурсия (2 дня)

Для такой практики можно предложить как минимум четыре варианта.

1. Два дня в Коломенском.
2. Два дня в Горках Ленинских.
3. Один маршрут — Коломенское, другой — Крылатское.
4. Один маршрут — Коломенское, другой — Горки Ленинские.

Цели и задачи остаются такими же, как и в однодневной экскурсии, но можно раскрыть содержание каждого раздела подробнее и, кроме того, в зависимости от выбранных маршрутов можно решить дополнительные задачи.

1-й вариант. Здесь интересно показать особенности геологических процессов в крупном городе, воздействие хозяйственной деятельности человека на изменение природных процессов, необходимость защитных мероприятий по торможению оползневых процессов и роста оврагов.

2-й вариант. Маршрут в Горках Ленинских отличается большим разнообразием геологических объектов. Здесь целесообразно провести школьников в различные места, на правый и левый берег р. Пахры. Интересно увидеть различные формы рельефа — речную долину не очень большой реки, пойму, коренные и аккумулятивные террасы реки, показать процессы донной и боковой эрозии, т.е. то, как река врезается вширь и вглубь и выносит материал. Очень интересны антропогенные процессы, их последствия и приемы рекультивации; можно увидеть новый карьер по добыче известняков и старые карьеры, большие и маленькие.

3-й вариант. По сравнению с первым вариантом появляется возможность сравнить геологическое строение очень похожих, близко расположенных мест Подмосковья. В маршруте «Коломенское» в связи с деятельностью оползней трудно показать непрерывный геологический разрез. Верхнеюрские глины, нижнемеловые аптские пески приходится изучать не в коренном залегании, на месте их образования, а гораздо ниже от истинного положения, к тому же, что характерно для оползней, рядом, на одном уровне, можно встретить отложения разного возраста, и более того, иногда старые отложения перекрывают более молодые.

В маршруте «Крылатское» можно на разных участках показать почти непрерывный разрез юрских, меловых и четвертичных отложений, интересно изучить отложения первой, второй и третьей надпойменной террас, здесь наиболее хорошо видно строение долины р. Москвы. Большинство геологических разрезов, описанных ранее в литературе, в настоящее время в районе Фили—Крылатское не сохранились. Засыпаны многие овраги, ямы по добыче речных песчано-галечных отложений, но и в таком виде маршрут остается интересным.

4-й вариант укороченной практики является самым удачным. Районы Коломенского и Ленинских Горок значительно отличаются по геологическому строению. В пределах города нижний ярус рельефа сложен глинами и песками верхнеюрского возраста, верхнемеловыми преимущественно песчаными отложениями. В южной части ближнего Подмосковья нижний ярус сложен известняками и доломитами каменноугольного возраста, верхний ярус — юрскими глинами. В Горках Ленинских можно более удачно и разнообразнее показать отложения четвертичного возраста. Сопоставление двух районов поможет получить представление о строении платформ, характере залегания пластов, самых распространенных осадочных породах.

6 Зак. 4671

Глава 2.3. ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Приступая к проведению практики, преподаватель должен четко сознавать сам и убедить в том учеников, что геологическая практика не отдых или прогулка по местности, а серьезное мероприятие. Одно из основных требований, предъявляемых к школьникам, — четкое соблюдение правил техники безопасности.

Большинство правил, включенных в книгу по технике безопасности (ТБ), прошли длительную проверку временем. Геологи и географы, работавшие в полевых условиях, знают, как несоблюдение какого-то одного пункта или безответственное поведение приводило к несчастным случаям или человеческим жертвам. Несчастные случаи происходили не только в экспедициях, но и на студенческих практиках.

К школьным практикам должны предъявляться особые требования. Как правило, студенты ведут себя на практиках более серьезно; кроме того, они знают, что нарушение правил ТБ может привести к отчислению с практики с характеристикой «профессиональной непригодности» со всеми вытекающими последствиями. Современные школьники зачастую плохо управляемы, их трудно «запугать» плохой отметкой. Поэтому с самого начала они должны быть предупреждены о том, что грубое нарушение ТБ обязательно приведет к отчислению с практики, и это предупреждение должно быть не просто угрозой, но должно строго выполняться, о чем должна быть поставлена своевременно в известность администрация школы. Если такого понимания преподаватель не сможет добиться, лучше вообще отказаться от проведения практики.

Нередко самую большую опасность представляют люди, безответственно относящиеся к сложностям полевых работ. Одной из причин, приводящих к возникновению опасности, является случайный подбор людей, привлекаемых к руководству практикой.

Предлагаемые ниже правила техники безопасности составлены специально для школьных практик, некоторые разделы дословно копируют правила по ТБ, принятые на географическом факультете МГУ для студенческих практик (авторы — проф. Г.К. Тушинский, А.В. Брюханов и др., 1962), другие были разработаны нами специально.

Раздел 1. Общие правила

1. При проведении полевых работ, при передвижении и выборе мест обнажений надлежит постоянно обеспечивать полную безопасность для людей, безаварийность транспортных средств.

2. Во время переездов к пункту назначения и во время маршрутов категорически запрещаются самовольные отлучки или самовольный уход с практики.

3. До выезда на полевые работы каждый школьник должен быть проинструктирован по ТБ (если практика многодневная, он должен сдать экзамен по ТБ, что фиксируется преподавателем).

4. Категорически запрещается проводить школьную практику в действующих карьерах, спуск на дно или террасы карьера. Показ действующих карьеров может производиться с расстояния нескольких десятков метров со стороны, противоположной местам производимых горных работ и во время обеденных перерывов или других перерывов работ, время которых преподаватель должен выяснить заранее.

5. Ручной инструмент (кувалды, молотки, топоры, лопаты и пр.) должен содержаться в полной исправности. Инструменты должны быть прочно насажены на рукоятки. Инструменты с острыми режущими кромками должны переноситься в защитных чехлах или сумках.

6. Работы с ядовитыми, едкими реактивами (соляной кислотой, уксусной эссенцией) должны выполняться с соблюдением специальных инструкций.

Раздел 2. Транспорт

1. Во время переездов по железной дороге запрещается находиться у открытых дверей вагонов, на подножках или переходных площадках. Запрещается выходить из вагонов до полной остановки поезда, а также садиться в поезд на ходу.

2. Запрещается пользоваться случайным транспортом.

3. Запрещается перегрузка автобусов, перевозящих детей.

4. Запрещается эксплуатация транспорта, находящегося в аварийном состоянии. Водитель обязан сообщать ответственному за практику обо всех неисправностях технического состояния машины (автобуса), обнаруженных во время работы.

Раздел 3. Порядок проведения пешеходных маршрутов

1. Группы должны заканчивать маршрут, строго руководствуясь назначенным контрольным сроком.

2. График движения и точный маршрут должны строго соблюдаться. При нормальном прохождении маршрута всякие его изменения запрещаются.

3. Протяженность пешеходных переходов не должна превышать 10 км.

4. В маршруте нужно двигаться колонной, обеспечивающей постоянную видимость, голосовую связь между людьми и возможность взаимной помощи в случае каких-либо неполадок. Отставшего участника необходимо подождать, остановив движение колонны.

5. Важнейшее условие — правильный режим движения в маршруте. Слишком быстрый темп, недостаточный отдых могут привести к травмам и физическим перегрузкам. Обычно при спешке теряется внимание. Цель правильного режима движения — сохранение полной работоспособности. Необходимо соблюдать следующие правила движения в маршруте:

а) при определении темпа движения старший в маршруте обязан учитывать физическое состояние его участников. Как правило, темп движения в пешем маршруте выбирается применительно к самому слабому участнику. Больных в маршрут брать нельзя;

б) начинать дальнейший путь после проведенных наблюдений следует медленно, постепенно втягиваясь в ходьбу;

в) при движении в пешем маршруте рекомендуется отдыхать по 10 мин. каждый час.

6. Категорически запрещается купание в реках и карьерах не только во время движения, но и на привалах.

7. На привалах нельзя уходить без разрешения дальше пределов связи голосом.

8. В грозу или сильный ливень группу необходимо остановить.

9. Небольшой дождь можно переждать, далее по обстоятельствам — либо прекратить маршрут и вернуться домой, либо продолжить маршрут в щадящем режиме: не проводить маршрут по мокрым склонам, а только по ровной местности, сделать основной упор в работе на визуальное изучение геологических процессов и зарисовки рельефа местности.

10. При работе на обнажении запрещается стоять на кромке обрыва или сидеть спиной к обрыву. Запрещается сбрасывать вниз камни.

11. При движении по склонам следует двигаться рассредоточенной шеренгой или плотной колонной. Нельзя двигаться таким образом, чтобы на одной прямой один под другим находилось два или более человека. Движение по склонам требует особой осторожности после дождя или после таяния снегов.

Раздел 4. Правила санитарии и гигиены

1. Лица, непригодные по здоровью к участию в полевых работах, в маршруты не допускаются.

2. Каждая группа обеспечивается полевой аптечкой, в которую должны входить перевязочные средства и медикаменты для оказания первой помощи при несчастных случаях и заболеваниях.

3. Преподаватель или один из взрослых, сопровождающих группу, должны быть обучены методам и приемам оказания первой медицинской помощи при несчастных случаях и заболеваниях.

4. Запрещается переноска непосильных тяжестей.

5. Обувь, одежда, головной убор, снаряжение должны соответствовать характеру работ и сезону.

6. Употребление в пищу сырой воды из непроверенных источников, незнакомых грибов, ягод, рыбы запрещается.

7. Каждый школьник должен иметь необходимый запас пищи и питья.

8. Не рекомендуется неумеренное питье во время маршрута.

9. При сильной грозе нельзя находиться вблизи одиноких деревьев и металлических мачт, необходимо отложить подальше в сторону геологические молотки и другие крупные металлические предметы.

10. При отбивании образцов твердых пород геологическим молотком и зубилом необходимо принимать предосторожности против попадания осколков в глаза и ранений ими рук, лица и т.д.

11. Запрещаются игры с геологическим инструментом и неаккуратное обращение с соляной кислотой или уксусной кислотой.

Особые требования к проведению практики в городе и на территории памятников природы

Геологическая практика в Подмосковье проходит в весьма специфичных условиях. Два из предлагаемых маршрутов — Коломенское и Крылатское — проходят в пределах городской территории. Остальные — в районах, большинство из которых объявлены геологическими памятниками Московского региона. Необходимо с самого начала объяснить школьникам, что такое геологический памятник, почему его необходимо беречь. Ландшафты Подмосковья, даже за пределами геологических памятников, в результате большой плотности населения и интенсивного хозяйственного освоения испытывают большую нагрузку. Задача каждого преподавателя — убедительно разъяснить школьникам, почему геологическая практика в Подмосковье должна проводиться в условиях очень бережного отношения к экосистемам.

К сожалению, последнее десятилетие пропаганда грамотного отношения человека к природе практически перестала проводиться, забыта Красная книга Подмосковья. Стали снова срываться цветы, занесенные в Красную книгу Подмосковья, более того, редкие цветы вновь появились на городских рынках. Катастрофически падает культура населения. Нельзя допустить, чтобы по следам маршрута оставались пустые банки, бутылки, а места привалов превращались в свалку.

Ниже приводится несколько самых элементарных требований к проведению практик в условиях Подмосковья и основы грамотного поведения на местности.

1. В районах природных и архитектурных памятников нельзя производить крупные расчистки и раскопки на склонах (лопаты лучше вообще с собой не брать); допускаются лишь небольшие зачистки почвенным ножом или небольшим совковым инструментом. Нельзя делать даже небольшие почвенные ямы-закопушки, нельзя производить расчистки лопатами обнажений на оползневом склоне, непосредственно над которым расположены строения, если такие работы могут стимулировать образование оползня.

2. В подмосковных лесах нельзя срывать редкие цветы. Не рекомендуется срывать самые красивые и крупные цветы, делать много больших букетов.

3. Запрещается разводить костры в пределах исторических и архитектурных памятников, а также в пределах города.

4. Места для костров на привалах лучше выбирать вблизи рек (в маршруте «ст. Турист — р. Волгуша», «Горки Ленинские»). Необходимо принять меры против распространения огня по траве, мху, валежнику. После окончания привала костер должен быть тщательно потушен и приняты меры, предотвращающие возобновление огня.

5. Во время маршрута запрещается курить, бросать непотушенные окурки, спички и другие горящие предметы. Особая осторожность требуется в засушливые годы, когда в Подмосковье происходят многочисленные пожары, страдают лесные насаждения.

6. Нельзя пить воду даже из кооптированных источников (маршруты «Коломенское» и «Крылатское»).

7. Не рекомендуется разрешать купание даже в мелких реках, безопасных с точки зрения несчастных случаев, так как вода подмосковных рек сильно загрязнена, загрязнение может изменяться очень быстро, и обычно преподаватель не имеет данных о состоянии воды на текущий день. У некоторых детей купание в загрязненной воде может вызвать аллергию.

8. Запрещается бросать мусор (бумагу, пластмассовые пакеты, банки и бутылки). В пределах городской территории выкидывать мусор только в специально отведенных местах. За городом весь мусор забирается с собой. На привалах можно сжечь бумагу, металлические банки сплющить при помощи геологического молотка и закопать, все пластиковые отходы лучше забрать с собой и выбросить в городе в урны.

9. На территории исторических и других памятников требуется соблюдать общепринятые правила (не портить, не оставлять надписей и пр.).

ЧАСТЬ 3
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СОЗДАНИЮ КОЛЛЕКЦИЙ И ШКОЛЬНЫХ МУЗЕЕВ

Глава 3.1. РЕКОМЕНДАЦИИ К СОСТАВЛЕНИЮ ШКОЛЬНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД ПОДМОСКОВЬЯ

Полноценное изучение географии невозможно без знакомства с коллекциями в школе, музее или изучения отложений на местности. В противном случае школьные уроки становятся скучными, абстрактными.

Большое подспорье могут оказать школьные коллекции горных пород, минералов и полезных ископаемых. Когда-то во многих школах были гербарии, коллекции горных пород, полезных ископаемых своего края. Они были выставлены в самодельных витринах, шкафах, полках и в наиболее удачных формах представляли собой краеведческий мини-музей. Школьники могли рассматривать коллекции не только к какому-то конкретному заданию, но могли подойти к образцам и изучать их на любой перемене. Практически каждый школьник хотя бы из простого любопытства если не изучал, то смотрел на них не один раз, и в конце концов облик горных пород и их названия — известняк, песчаник, кремень, гранит, фосфорит и т.д. — становились обыденными и запоминались автоматически.

Сейчас таких школьных коллекций практически не осталось. Допустим, школьный учитель решил создать коллекцию горных пород Подмосковья. С чего начать и как грамотно ее составить и оформить? Прежде всего необходимо отчетливо представлять, что такая коллекция создается не один год, может пополняться и требует некоторых знаний. Принципиально возможно два пути создания коллекций.

1. Собирание образцов учащимися во время учебных практик или попутно во время других выездов на местность за город. Такие сборы проводятся под руководством учителя географии или (если повезет) геолога, так как часто у кого-то из учеников

есть папа или мама геолог, и они, как правило, с удовольствием помогают учителю. В этикетках к образцам должна быть непременно ссылка: «сбор учащихся 8«А» класса, 2001 г.». Подобное указание повышает ответственность и имеет большое воспитательное значение. Приходилось видеть, как автор какой-либо находки с удовольствием через несколько лет рассматривал свой образец, показывал другим.

2. Составление коллекции «вслепую». Большинство школ Подмосковья в настоящее время не могут выезжать на практики или летние спортивные мероприятия и туристические походы, поэтому первый, более научный и желательный способ составления коллекций для них нереален. Тем не менее и такие школы могут составить собственную коллекцию. Первая задача учителя географии — заинтересовать учеников и попросить принять участие в создании учебной коллекции — привезти образцы горных пород или отложений из тех мест Подмосковья, где они побывают летом.

Формирование коллекции таким способом не может начаться на пустом месте. Необходимо положить начало, пусть это будут всего 2–4 образца, принесенные самим учителем.

При втором варианте очень важно научить школьника грамотно отобрать образец и указать место сбора. Безусловно, есть опасность и большая вероятность ошибок. От учителя требуются некоторые знания по геологии, с тем чтобы он мог отбраковать образцы. Если таких знаний недостаточно вначале, они обязательно появятся по мере формирования коллекций при простом добросовестном подходе к делу.

Не следует особенно бояться неточности «привязок» образцов к местности, иными словами, неточности адреса. Вспомним, что первая российская коллекция горных пород, минералов и полезных ископаемых создавалась по инициативе М.В. Ломоносова именно таким образом. Во все губернии были разосланы опросные листы, в которых нужно было предоставить определенные сведения о местности и сопроводить анкету образцами. За короткий срок была собрана большая коллекция по огромной площади. Если школьный учитель сможет пробудить инициативу и заинтересовать учеников, то и школьная коллекция при этом варианте может быть составлена в кратчайшие сроки. Учитывая тот факт, что садовые участки москвичей разбросаны по всему Подмосковью и ближайшим областям, можно добиться того, что через несколько лет геологическими образцами в школьной коллекции будут представлены все районы области.

Краткие сведения о геологических отложениях Подмосковья

На дневную поверхность в Подмосковье выходят отложения каменноугольного, юрского и мелового возраста, перекрытые почти повсеместно четвертичными отложениями. Они представлены в Подмосковье большей частью морскими, реже континентальными или прибрежно-морскими отложениями. Среди отложений каменноугольного возраста преобладают карбонатные породы: известняки, доломиты. Это литифицированные породы, т.е. образующие прочные слитные каменные массы. Подчиненное распространение имеют так называемые рыхлые горные породы — глины, пески. В карбонатных породах нередки прослои и линзы кремней. Юрские и меловые отложения представлены сходными пачками рыхлых отложений — разнообразных песков и глин.

Важно отметить в этой связи, что приходится часто сталкиваться с типичными ошибками. Встречаясь с отложениями на местности (или образцами в коллекции), имеющими идентичный облик, неспециалисты часто считают, что они образовались в одно и то же время. На самом деле и в юрских и в меловых отложениях встречаются почти одинаковые черные глины, белые кварцевые пески, рыжие грубозернистые пески или желтые мелкозернистые, встречаются конкреции пирита с кристалликами кальцита и желтыми налетами серы, конкреции фосфоритов, линзы белых, желтых прочных песчаников и рыхлых ожелезненных песчаников. Очень важно знать, что характер отложений зависит от характера местности, где они отлагались. В Подмосковье земная кора неоднократно прогибалась и поднималась, море то наступало и становилось глубоким, то мельчало или отступало вовсе. Таких циклов насчитывалось множество, и в соответствии с ними менялся характер отложений. Сходные породы встречаются и в каменноугольных отложениях, принадлежащих к разным отделам. Поэтому учитель, прежде чем определить возраст образца, сравнивая его с литературными описаниями, должен отчетливо представить себе, какие отложения могут встретиться в данной части Подмосковья. В разделе 1.2 были описаны породы разного возраста, встречающиеся в геологических разрезах наиболее популярных маршрутов Подмосковья.

Четвертичные отложения представлены совершенно другими отложениями. Это континентальные отложения разного генезиса. В ледниковых четвертичных отложениях, а также в перемывших их отложениях рек встречаются обломки пород не местного происхождения, принесенные ледником из Карелии и с Кольского п-ова, — валуны и галька гранитов, кварцитов, гнейсов,

7 Зак. 4671

сланцев и др. Такие породы слагают фундамент платформы, в Подмосковье лежат на большой глубине (в столице на глубине примерно 1,5 км) и вскрываются только глубокими скважинами. В коллекции очень важно иметь такие образцы. Они сослужат учителю добрую службу не только на уроках по родному краю.

Классификация четвертичных отложений производится по другому принципу, чем более древних пород. Их принято разделять по генезису, т.е. по происхождению. Как правило, коллекции горных пород ограничиваются только древними породами. Нам кажется, что в школьной коллекции было бы неплохо иметь образцы современных отложений крупных рек и мелких речушек, отложений террас и русел рек, склоновых отложений и пр.

При составлении коллекции важно иметь представление о том, как правильно отобрать образец и его оформить.

Отбор образцов

Древние породы — каменноугольного, юрского и мелового возраста — можно увидеть, описать и отобрать образцы только в естественных обнажениях или карьерах. Для отбора образцов необходимо найти на местности крутой обрыв с почти вертикальной или очень крутой стенкой, где коренные породы не перекрыты склоновыми отложениями, часто внешне представленными теми же осадками.

Первое правило. Если стенка обнажения длинная, но нет единого полного разреза в одном месте, а есть необходимость отобрать образцы из разных горизонтов, необходимо попытаться найти на стенке несколько крутостенных участков на разной высоте, которые вместе будут составлять полный разрез.

Правило 2. Сделать свежий срез, зачистив стенку лопатой (ножом).

Правило 3. Взятый образец должен быть представительным (типичным) или маркировочным, интересным, т.е. содержащим ископаемую фауну или конкреции и т.п. Как отдельный образец можно собрать ископаемую фауну.

Правило 4. Взятый образец обязательно документируется. Если отбор производится в самодельный бумажный конверт, маркировка должна быть на самом пакете, где указан номер маршрута или его название, номер точки или ее адрес, номер горизонта в соответствии с дневниковыми записями. Кроме того, внутрь пакета должна быть обязательно положена этикетка с более подробным описанием. Отбор пробы может производиться и в специальный полотняный мешочек или чистый целлофановый пакет. Составление этикеток является обязательным!

Правило 5. На этикетке должен быть указан маршрут, номер точки, адрес, где указаны четкие ориентиры, по которым можно легко отыскать данное место на карте и местности. На этикетке также дается название горной породы, ее текстура, структура, цвет, состав.

Несколько примеров названий:

1. ИЗВЕСТНЯК
серый, плотный, с фауной
средний карбон, московский ярус C_2m
Домодедово, карьер цементного завода
сборы 8 «А» класса 4-й бригады, 2001 г.

2. ИСКОПАЕМАЯ ФАУНА
аммониты, белемниты
из отложений черных глин
верхняя юра, J_3
Коломенское.
сборы 10 «Б» класса 1-й бригады, 2002 г.

3. ИЗВЕСТНЯК КОРАЛЛОВЫЙ
с колониальным кораллом
Lithostrotionella
средний карбон
Домодедово, действующий карьер
Дар Анны Ивановой, 1996 г.

4. ПЕСОК
белый, кварцевый, тонкозернистый
нижний мел, аптский ярус K^1 *apt*
Крылатское, Татаровские высоты
сборы 10 «Б» класса, 2003 г.

Правило 6. При оформлении коллекции в витрине следует разложить образцы в порядке уменьшения их возраста. Можно составить несколько коллекций по районам, допустим, отложения района Горки Ленинские, района Гжель, но внутри каждой такой коллекции образцы должны быть расположены по возрасту и по единому принципу.

Правило 7. Образцы должны снабжаться стандартными подписями, в единой последовательности и с одинаковой детальностью (за редкими исключениями) (см. п. 5). Если неясен возраст или адрес, на этикетке ставится знак вопроса. В геологических музеях существует правило: первичная этикетка не выбрасывается, она кладется под образец или под витринную

этикетку или все авторские этикетки собираются в специальный конверт.

Правило 8. Коллекция должна быть оформлена аккуратно. Сыпучие образцы должны быть помещены в однотипные картонные коробки или стеклянные пробирки или чашечки Петри. Возможен новый способ оформления коллекции, особенно он хорош для составления стратиграфических эталонных разрезов отдельно по районам. Образцы запаиваются последовательно один под другим в длинный пластмассовый пакет. Эта лента помещается вертикально или горизонтально и снабжается длинной единой этикеткой, где напротив каждого образца дается его описание.

Правило 9. К коллекции положено иметь опись образцов. Опись может быть с подробными описаниями, а может быть краткой и включать номер образца и его название. Номер образца положено писать тушью (или другими современными красителями) по белой масляной краске. Можно написать номер на кусочке пластыря и наклеить на образец. Для отметки выбирается самое неинтересное место образца. Если образец сыпучий, номер наносится на коробку или пробирку, в которую он помещен. Маркировка образцов проводится обязательно.

Заканчивая короткие рекомендации к составлению школьных коллекций, еще раз заметим, что составление коллекций — дело кропотливое и, как правило, хорошие коллекции создаются постепенно.

Глава 3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ

Полевое определение механического состава рыхлых отложений

При составлении школьных коллекций или проведении практик неизбежно возникает необходимость в распознавании горных пород и минералов, встречающихся в Подмосковье. Основными породами области являются осадочные, которые делятся на две группы: а) рыхлые — пески, глины, суглинки и б) сцементированные — известняки, доломиты, песчаники, кремнии.

На поверхности, в четвертичных отложениях, попадаются обломки магматических и метаморфических пород. В магматических и некоторых метаморфических породах можно различить зерна различных минералов — кварца, слюды, полевых шпатов. В большинстве осадочных пород минеральные зерна настолько малы, что невооруженным глазом их не увидеть. Практически

единственными исключениями являются кварц в виде окатанной гальки и пирит в небольших конкрециях.

Чтобы научиться распознавать породы и минералы, необходимо знать, где и какие разновидности можно встретить, их правильные названия и диагностические признаки, по которым их можно различить. Изучать горные породы правильнее по группам.

Рыхлые осадочные породы

Самыми распространенными породами, выходящими на дневную поверхность в Подмосковье, являются рыхлые отложения, представленные обломками различной крупности. Крупные обломки носят название глыб, щебня, гальки, средние называются песками, мелкие — пылью, микроскопические — илом, или глинистыми частицами. В начале века в России существовала очень удобная десятичная система разделения обломков: песчинки — меньше 1 мм, гравий — миллиметровые обломки, галька — обломки, измеряемые сантиметрами. В других странах границы между дресвой, песками, пылью, глинами проводились по другим интервалам. Впоследствии границы были пересмотрены. Одна из причин — то, что отложения, представленные скоплениями обломков определенной крупности, — пески, лёссы, глины — отличаются не только размерами, но и физико-механическими особенностями грунтов, поэтому некоторые границы были смещены с тем, чтобы более соответствовать физическим свойствам грунтов.

Наиболее значительные отличия следующие. Так, пески водопроницаемы, вода легко проходит через них, они являются водоносными горизонтами. Лёссы (отложения, сложенные пылеватыми частицами) могут на некоторое время задержать воду на поверхности и могут поглотить некоторое количество воды, но при этом они не увеличиваются в объеме. Лёссовыми отложениями в Подмосковье являются покровные суглинки. Макроскопически лёссы очень похожи на глины, но имеют существенные отличия. Глины водонепроницаемы, являются водоупорными горизонтами; глины способны поглощать воду, а при высыхании ее отдавать. Вода входит в промежутки кристаллической решетки некоторых глинистых минералов, при этом глины увеличиваются в объеме, разбухают. Мокрые глины — липкие. Эти особенности очень важны для горизонтов, слагающих и подстилающих почвы.

Выделение в отдельную группу дресвы и гравия связано с особенностями состава частиц. Если присмотреться внимательно к песчинкам, окажется, что среди них почти нет обломков

горных пород, преобладают окатанные кусочки минералов, в то же время дресва представлена в большей мере обломками горных пород.

Новые классификации учитывают эти особенности различных частиц. Однако до сих пор единой классификации не существует, и в других учебниках можно встретить небольшие расхождения с таблицей, приведенной ниже (табл. 6).

Большую информацию о генезисе несут не только размеры, но и форма обломков. Неокатанные обломки в природе встречаются исключительно редко — только в горных районах, на склонах, сложенных скальными породами. Наиболее окатаны частицы в морских осадках. Грубообломочные отложения, состоящие из окатанных обломков, носят названия, отличные от неокатанных (табл. 6). В подмосковных отложениях различного генезиса песок и другие обломки прошли долгий путь, в процессе перемещения сгладились и приняли округлую форму. Окатанные валуны, гальку, гравий можно встретить в большом количестве в речных отложениях — русловых и террасовых, много их в ледниковых и водно-ледниковых отложениях. Если посмотреть на песчинки под микроскопом, можно увидеть, что они также представляют собой окатанные, большей частью прозрачные зерна.

Попадаются в Подмосковье и неокатанные обломки в виде искусственно дробленного щебня или дресвы, используемых как бут на железнодорожных дорогах и пр., завезенные в область из других регионов. Очень редко неокатанные обломки — чаще всего щебень кремня — попадаются среди гальки в морене или речных отложениях.

Важно правильно называть обломочные отложения. Классификация обломочных пород приведена в табл. 6.

Таблица 6

Классификация обломочных пород

Грубообломочные (от 2 мм до 2 м)		
Размер обломков (см)	Название породы	
	неокатанные обломки	окатанные обломки
> 20	глыбы	валуны
20–1	щебень	галька
1–0,2	дресва	гравий
Средне-, мелкообломочные и глинистые		
Размер частиц (мм)	Название породы	
	рыхлая	сцементированная
2–0,05	песок	песчаник
0,05–0,005	алеврит (пыль)	алевролит
<0,005	глина (пелит)	аргиллит

В природе редко встречаются сортированные рыхлые отложения, т.е. состоящие из частиц примерно одного размера. Сортированными являются морские отложения — морские пески отмытые, т.е. совсем без глин или с небольшим количеством глинистых частиц; морские глины почти не содержат песчаной фракции.

Таблица 7

Название некоторых разновидностей песчано-глинистых пород

Наименование пород	Содержание частиц, %			Можно встретить в Подмосковье в отложениях
	песок 2–0,05 мм	пыль 0,05–0,005 мм	пелит < 0,005 мм	
Супесь	70–90	5–25	5–25	поймы рек, морены, склоны (все отложения содержат гравий, гальку)
Лёсс	0–5	95–100	0–5	покровный суглинок (очень близок к лёссам)
Суглинок	5–50	50–75	5–50	морены (содержит гравий, гальку), поймы рек

В континентальных отложениях картина иная: в речных, склоновых, ледниковых и иных отложениях преобладают породы, состоящие из обломков разной крупности. Для точного определения песчаной фракции существуют специальные сита с ячейками разных размеров. В полевых условиях отличить песок не составит большого труда, также довольно легко отличить мелко-, средне- и крупнозернистый песок. Нетрудно замерить крупные обломки — гравий, гальку и валуны — и определить на глаз их количество.

При определении названия обычно пользуются относительными понятиями: «песок с редкими включениями гравия» или «песок с обильными включениями гравия и валунов». Такой характеристики достаточно. Название породы дается по преобладающему компоненту, причем доминирующий помещается в конце названия. Например, если в речных отложениях преобладает галька, следует дать такое название: «Гравийно-галечные отложения с примесью песка». Если в отложениях присутствуют обломки такого же размера, но преобладает песок, название будет звучать следующим образом: «Песок разнозернистый с примесью гальки и гравия».

Таблица 8

Полевое определение песчано-глинистых пород

Название породы	Полевое определение		
	на ощупь	в сухом состоянии	в смоченном виде
Супесь	выделяются отдельные зерна	можно скатать шарик, но он легко рассыпается	комочек не рассыпается и можно скатать крутую «колбаску», она растрескивается, распадается на части
Суглинок	однороден, пластичен	можно сжать в шарик	можно скатать в «колбаску» с острыми краями, согнуть в дугу, тогда появляются трещины
Глина	однородна; мокрая похожа на пластилин; если потереть пальцами, «мылится»	липнет к влажному пальцу; если подышать на нее, издает характерный землистый запах	можно скатать «колбаску», согнуть в кольцо, практически не растрескивается

Супесями называются рыхлые несцементированные породы с преобладанием песка, а *суглинками* — с преобладанием глин. В подробных классификациях принято подразделять суглинки на тощие, средние и жирные.

Таблица 9

Определение прочности и пластичности почв (грунтов)

Название	Диагностика
Очень пластичная	грунт, на котором можно оставить зазубрины, проведя по нему ногтем
Пластичная	не поддается взрыхлению пальцами
Твердая почва	можно взрыхлить пальцами с большим усилием
Мягкая почва	легко взрыхляется пальцами

На первый взгляд с мелкообломочными и глинистыми породами смешанного состава разобраться труднее. Точный процентный состав по фракциям разной крупности делается в лаборатории. Существуют приемы определения названий и примерных содержаний по косвенным признакам. Не следует в наш век техники и всевозможных приборов относиться к методике полевого определения свысока: эта методика прошла испытания временем и дает очень хорошие результаты, причем в отличие от лабораторных методов, не требует времени. Можно напомнить один из таких приемов, когда старые мастера, чтобы проверить, есть или нет в глине песок, пробовали ее «на зуб», так можно почувствовать даже мелкие единичные песчинки. Различные методы полевых определений приводятся в табл. 8 и 9.

Разновидности обломочных пород по минеральному составу

Рыхлые осадки различают не только по величине слагающих их частиц, но и по минеральному составу.

Узнать минеральный состав глин можно только в лаборатории. В Подмосковье резко выделяются две разновидности — *черные глины* юрского и мелового возраста и *красные* (реже сизо-серые) *глины* каменноугольного возраста. Черный цвет юрским и меловым глинам придает разложившаяся органика, которая в большом количестве накапливалась в то время одновременно с морским илом.

Монтмориллонитовые и каолиновые глины. В условиях длительного выветривания исходные минералы разрушаются и образуются новые минералы — монтмориллонит и каолин. Они несколько отличаются по своим свойствам из-за особенностей строения кристаллических решеток минералов. Оба этих минерала относятся к силикатам, имеющим слоистое строение, т.е. молекулы, входящие в них, расположены параллельными слоями, объединяющимися в пачки.

Монтмориллонит способен поглощать молекулы воды, которые занимают места между отдельными пачками. В результате глина, состоящая из монтмориллонита, разбухает. При нагревании или высыхании этот минерал способен отдать молекулы воды. Эти свойства монтмориллонита используются, такие глины можно применять как адсорбционный минерал в пищевой промышленности и т.п.

Каолин не поглощает молекулы воды в таком количестве и не разбухает. Также эти минералы отличаются температурой плавления. Каолин плавится при более высоких температурах. Все глины, используемые в мире для производства фарфора и хорошего фаянса, каолиновые. Формирование каолина происходит, как правило, в условиях более длительного выветривания.

Обычно каолиновые глины ярко-белые. Монтмориллонитовые могут быть как белыми, так и цветными.

Пески делят на две группы — мономинеральные, состоящие почти из одного минерала, и полиминеральные. К первым относятся кварцевые пески.

Кварцевые пески известны в морских меловых и юрских отложениях. Они чисто белого или слегка желтоватого цвета. Под микроскопом окатанные зерна бесцветны и прозрачны.

Часто в песках можно увидеть поблескивающие серебристые песчинки — так называемое «кошачье золото» — листочки слюды. Если слюды много, такие пески называют *слюдистыми*. Не-

которые пески содержат большую примесь гидроокислов железа. Под микроскопом видно, как прозрачные зерна минералов покрыты тоненькой пленкой ржавого цвета. Если смотреть без увеличения, такие зерна кажутся непрозрачными. *Ожелезненные* пески имеют разные сочетания оттенков коричневого и желтого цвета.

Реже встречаются зеленовато-коричневые и зеленовато-серые *глауконитовые пески*. Зеленый оттенок им придает минерал глауконит, имеющий очень сложный состав. Пески интересны тем, что могут служить калийным удобрением. Встречаются только в юрских и меловых отложениях.

Полиминеральные (*полимиктовые*) *пески*. Пески, состоящие из разных минералов, характерны для современных четвертичных отложений. Из зерен различных минералов состоит речной и водно-ледниковый песок. В таких песках преобладает кварц в виде прозрачных бесцветных песчинок, много полевого шпата — розовые и серые непрозрачные зерна, листочки слюды и др. Полимиктовые пески обычно крупно- и даже грубозернистые, а в крупных песчинках разные минералы уже можно различить невооруженным глазом. В полевых условиях обычно используют лупу.

Разновидности сцементированных осадочных пород

В осадочных породах Подмосковья в глинах, песках можно встретить плотные каменные массы в виде желваков, конкреций, линз и прослоев. Они имеют разные размеры, форму и представлены несколькими породами: песчаниками, кремниями, конкрециями пиритов и фосфоритов.

Песчаники — породы разной плотности и крепости, представляют собой пески, скрепленные различными веществами. Цементом в песчаниках могут служить карбонаты, гидрооксиды железа, кремнезем, глинозем, фосфорит и др.

В юрских и меловых кварцевых песках попадаются конкреции и линзы очень плотного крепкого белого песчаника. Это *кварцевый песчаник*, состоящий из зерен кварца и скрепленный кремнистыми растворами. Камни из таких песчаников трудно разбить молотком, и именно они применялись ранее как строительный камень, как абразивный материал и пр.

В отложениях такого же возраста, но в соседних слоях ожелезненных песков попадаются небольшие конкреции, имеющие цвет ржавчины. Это *железистые песчаники*. Они рыхлые, легко разбиваются молотком и даже разламываются руками.

На сломе видно, что часто конкреции и желваки песчаников имеют неоднородное строение и состоят из прослойков плохо скрепленного песка, чередующихся с плотными железистыми корочками.

Кремень. Встречается в каменноугольных известняках в виде линз и прослоев. Кремень обычно молочно-белого цвета или разных оттенков серого, от светлого до почти черного. Много обломков кремня и в четвертичных отложениях. Иногда кремень и окремнелый известняк составляют вместе больше половины всей гальки и валунов в речных отложениях. В морене его меньше. Кроме светлого, местного, подмосковного кремня в моренных и речных отложениях много темного красноватого, коричневого и других оттенков. Эти обломки были принесены ледником с Балтийского щита вместе с другими породами.

Отличить кремень легко. Он твердый, может царапать стекло и железный нож. На сколе имеет характерный раковистый излом. При ударе двух кусков друг о друга появляется характерный запах, а иногда искры.

Фосфориты. Образуют небольшие конкреции в глинах и глинистых песках юрского и мелового возраста. Почти черного цвета. При ударе издают характерный неприятный запах жженой кости. Царапаются ножом.

Полевое или лабораторное определение карбонатных пород

Второй по распространенности группой пород, выходящих на дневную поверхность в Подмосковье, т.е. пород, которые можно увидеть в геологических обнажениях, являются карбонатные. Карбонатные породы — *известняки*, *доломиты* и *мергели* — можно отличить друг от друга и от других пород достаточно просто — по реакции с соляной кислотой. Основным породообразующим минералом известняков является кальцит $CaCO_3$, у доломитов — минерал доломит $CaMg(CO_3)_2$. В школьной химической лаборатории, вероятно, нетрудно найти разбавленную соляную кислоту. При отсутствии HCl можно воспользоваться концентрированной уксусной кислотой.

Если на известняк капнуть соляной кислотой, происходит химическая реакция взаимодействия $CaCO_3$ с HCl, в результате бурно выделяются пузырьки углекислого газа — CO_2, в таких случаях принято говорить, что образец «вскипает».

Доломит реагирует только с подогретой соляной кислотой либо в порошке. Необходимо ножом поцарапать поверхность куска доломита и капнуть кислоту на образовавшийся порошок.

Чистые доломиты встречаются в Подмосковье нечасто. Более распространены сложные по составу породы — доломитизированные известняки.

Мергель представляет собой породу, состоящую из кальцита и глинистых частиц. Имеет свойства как карбонатных, так и глинистых пород. Реагирует с соляной кислотой, но после реакции остается большое мокрое пятно. Кроме того, в поперечном срезе хорошо видны тонкие слои.

Полевое определение магматических и метаморфических горных пород и минералов

Повсеместно в Подмосковье: на поверхности водоразделов, склонах, в руслах рек и мелких ручьев, в древних речных отложениях — можно встретить валуны и гальку магматических и метаморфических пород. Они были принесены ледниками из областей древних платформенных щитов — Балтийского полуострова и Карелии, а затем в процессе разрушения ледниковых отложений оседали на склонах и руслах рек. Кроме того, в Москве можно встретить самые различные породы в облицовке зданий, станций метро и др. Они имеют различную прочность (табл. 10).

Таблица 10

Полевое определение прочности пород

Название	Класс	Диагностика
Очень крепкая	1	требуется более одного удара геологического молотка, чтобы отколоть образец
Крепкая	2	удерживаемый в руке образец может быть разбит одним ударом молотка
Средней крепости	3	при ударе острым концом молотка образуются 5-миллиметровые выщерблены
Средней слабости	4	не поддается разламыванию рукой на куски
Слабая	5	крошится под ударами острого конца молотка
Очень слабая	6	с трудом разламывается руками

Чтобы научить школьника отличать самые распространенные горные породы, необходимо знать несколько основных минералов. Горные породы состоят из различных веществ — простых химических соединений — минералов. Основную массу магматических и метаморфических пород составляют несколько минералов, они так и называются — породообразующие. Кроме них имеется множество второстепенных и редко встречающихся. Определение глубинных магматических пород можно проводить

по процентному содержанию основных породообразующих минералов: кварца, полевых шпатов, слюд; для самых любознательных — нефелина и роговой обманки.

Определение главнейших породообразующих минералов

Кварц. Излом округлый и неровный, часто раковистый, напоминающий излом толстого стекла; нет жирного блеска. В гранитах нередко серый и похож на округлые стекляшки, вкрапленные в породу. В породах, испытавших сильное давление, кварц теряет стеклянный вид, становится белым, матовым, не всегда отличим от полевых шпатов.

Полевые шпаты. Отличаются от кварца и нефелина ровными и блестящими площадками на поверхностях сколов. Именно за свойство раскалываться от удара по плоскости на таблитчатые кусочки эта группа минералов получила свое название (*spat* — раскалывать). Царапается кварцем.

Нефелин. Излом округленный и неровный. В породах мутный, грязного цвета — желтоватого, красноватого и сине-зеленого. Жирный блеск. Царапается кварцем.

Биотит (темная слюда). Легко отличим от остальных темноцветных породообразующих минералов по совершенной листоватой спайности. От пластиночек (бурых или черных, иногда с бронзовым оттенком) легко отделить кончиком ножа тонкие, легко режущиеся ножом гибкие листочки.

Мусковит (светлая слюда). Отличается от биотита серебристо-белым цветом и прозрачностью.

Оливин. Похож по излому на кварц, но цвет его оливково-зеленый, желто-зеленый или черный. Спайности нет.

Роговая обманка и пироксен. Отличаются от оливина спайностью, от биотита большой твердостью (не режутся ножом). Не всегда их можно отличить друг от друга даже под лупой. Для обоих характерны блестящие и ровные спайные изломы; у пироксенов трещины спайности пересекаются под прямым углом и дают иногда излом в виде лестницы; у роговых обманок угол между трещинами спайности около 60°. Пироксены темно-зеленые или бурые, иногда с металлическим блеском; роговые обманки зелено-черные.

Полевое определение ископаемых органических остатков

Органические остатки, сохранившиеся в толщах горных пород, играют огромную роль в определении возраста и происхождения

отложений. Эти окаменелости чаще всего встречаются в горных породах морского происхождения. Распределяются такие окаменелости очень неравномерно. Встречаются слои с большим количеством ископаемых остатков, к таким слоям в Подмосковье относятся каменноугольные известняки, доломиты и глины; черные глины и некоторые прослои песков юрского и мелового возраста. Практически лишены ископаемых остатков континентальные отложения. В Подмосковье примером таких отложений являются пестрые пятнистые пески юрского возраста, речные и ледниковые отложения четвертичного возраста. В осадочных породах морского происхождения места обильного скопления ископаемых остатков чередуются с участками их отсутствия. В ископаемом виде сохраняются далеко не все виды организмов. Из всех типов животного царства наибольшее значение для определения возраста имеют те, которые обитают в водной среде и имеют твердый панцирь или раковину. Прежде всего это некоторые простейшие, губки, некоторые кишечнополостные (в Подмосковье это разнообразные кораллы), моллюски, мшанки, брахиоподы и иглокожие.

В геологии определение производится до вида. Все виды объединяются в роды, роды — в семейства, семейства — в отряды, отряды — в классы, классы — в типы. Точное определение ископаемых остатков — сложная задача. В школьном музее достаточно дать название типа и класса. Собранные в школьный музей образцы ископаемой фауны необходимо определить. Название можно попытаться дать самостоятельно путем сравнения определяемых ископаемых с известными. Для такой работы можно использовать специальные атласы, учебники, справочники, где помещены эталонные образцы. Можно также посетить палеонтологический музей или другие музеи, где выставлены такие образцы, например Музей землеведения МГУ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Часть 1. ГЕОЛОГИЯ ПОДМОСКОВЬЯ 5

Глава 1.1. Рельеф и тектоническое строение 6

Глава 1.2. Геологическое строение 14

Глава 1.3. История геологического развития Подмосковья 26

Глава 1.4. Современные геологические процессы и отложения 38

Глава 1.5. Минеральные ресурсы 55

Часть 2. УЧЕБНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ В ПОДМОСКОВЬЕ 69

Глава 2.1. Проект программы школьной геологической практики 69

Глава 2.2. Геологические маршруты Подмосковья 74

Глава 2.3. Особые требования и техника безопасности 82

Часть 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СОЗДАНИЮ КОЛЛЕКЦИЙ И ШКОЛЬНЫХ МУЗЕЕВ 87

Глава 3.1. Рекомендации к составлению школьных коллекций горных пород Подмосковья 87

Глава 3.2. Определение горных пород и минералов 92