



В.Н. Староверов, А.Ю. Гужиков,  
Я.А. Рихтер, Р.Г. Варламова,  
В.А. Ефремов

# **УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ ПО ОБЩЕЙ ГЕОЛОГИИ (САРАТОВСКИЙ ПОЛИГОН)**



Саратовский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского

*Староверов В.Н., Гужиков А.Ю., Рихтер Я.А.,  
Варламова Р.Г., Ефремов В.А.*

**Учебное пособие  
для полевой практики  
по общей геологии  
(Саратовский полигон)**

*Для студентов, обучающихся по специальностям  
020301 «Геология», 011200 «Геофизика», 011500 «Геология и геохимия  
горючих полезных ископаемых», 080500 «Геология нефти и газа», 011400  
«Гидрогеология и инженерная геология», 013600 «Геоэкология»*

**УДК**  
**ББК**

Староверов В.Н., Гужиков А.Ю., Рихтер Я.А., Варламова Р.Г., Ефремов В.А.  
Учебное пособие для полевой практики по общей геологии (Саратовский полигон): для студентов, обучающихся по специальностям 020301 «Геология», 011200 «Геофизика», 011500 «Геология и геохимия горючих полезных ископаемых», 080500 «Геология нефти и газа», 011400 «Гидрогеология и инженерная геология», 013600 «Геоэкология». – Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. 194 с.

В пособии приведено описание методики проведения учебной практики по общей геологии, рассмотрены результаты проявления геологических процессов в природных условиях на основании анализа геологического, гидрогеологического, тектонического и геоморфологического строения Саратовского полигона. Также приводится информация о стратиграфии рассматриваемого района и полезных ископаемых, связанных с осадочными породами.

Пособие ориентировано, в первую очередь, на студентов геологического факультета Саратовского университета, но, безусловно, будет востребовано в учебном процессе студентами и географического факультета, и геологического колледжа Саратовского университета, а также может быть полезно широкому кругу читателей, интересующихся геологией Саратовской области.

Рецензенты: профессор, доктор геолого-минералогических наук  
**К.А. Маврин** (*Саратовский государственный университет*);  
доцент, доктор геолого-минералогических наук  
**А.И. Трегуб** (*Воронежский государственный университет*).

ISBN 978-5-91272-841-9

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Общие указания к проведению геологических маршрутов ...</b>	<b>9</b>
1.1. Подготовка к маршрутам .....	10
1.2. Геологические маршруты .....	11
<b>Глава 2. Общие сведения о геологии Саратовской области .....</b>	<b>28</b>
2.1. Геологическое строение .....	28
2.2. Стратиграфия .....	30
2.3. История геологического развития .....	49
2.4. Минералы .....	54
2.5. Горные породы .....	61
2.6. Фаунистические остатки .....	70
<b>Глава 3. Изучение эндогенных процессов .....</b>	<b>78</b>
<b>Глава 4. Изучение экзогенных процессов .....</b>	<b>91</b>
4.1. Выветривание горных пород .....	91
4.2. Геологическая деятельность ветра .....	100
4.3. Деятельность поверхностных текучих вод .....	105
4.3.1. Плоскостной и мелкоструйчатый смыв .....	106
4.3.2. Временные русловые потоки .....	111
4.3.3. Реки .....	115
4.4. Геологическая деятельность морей .....	121
4.4.1. Разрушительная деятельность моря .....	122
4.4.2. Аккумулятивная деятельность морей .....	124
4.4.3. Диагенез .....	131
4.5. Геологическая деятельность подземных вод .....	137
4.5.1. Карст .....	142
4.5.2. Оползни .....	143

<b>Глава 5. Геоморфологические наблюдения .....</b>	<b>150</b>
5.1. Рельеф, обусловленный эндогенными процессами .....	150
5.2. Рельеф, обусловленный экзогенными процессами .....	152
<b>Глава 6. Полезные ископаемые .....</b>	<b>162</b>
<b>Заключение .....</b>	<b>182</b>
Список использованной литературы .....	183
Приложение 1. Краткое описание некоторых полевых маршрутов .....	184
Приложение 2. Общая стратиграфическая шкала .....	190

## ВВЕДЕНИЕ

Полевые практики занимают важнейшее место в процессе геологического образования. В подтверждение этого, достаточно напомнить, что у студентов геологического факультета СГУ летняя сессия начинается на месяц раньше, чем на других факультетах, что связано с проведением академических (учебных), а на старших курсах – производственных практик.

Цикл академических практик на геологическом факультете начинается с практики по общей геологии. Этим определяется ее особый статус, поскольку в процессе практики отрабатываются многие навыки, необходимые для профессиональной деятельности при самых разнообразных геологических исследованиях. Целью практики является:

**1. Закрепление теоретических сведений по общей геологии, приобретенных во время лекций и лабораторных занятий** в течение двух семестров первого курса. Подготовка специалистов-геологов любого профиля, независимо от специализации, приобретаемой на факультете, немыслима без наблюдений за результатами геологических процессов в реальных полевых условиях. Даже самые лучшие лекции, сопровождаемые показом фото- и видеоматериалов, но не подкрепленные работой в полевых условиях, не могут сформировать необходимые профессиональные навыки. Визуальная диагностика главных видов минералов и горных пород, освоение которой является задачей лабораторных занятий по общей геологии на первом курсе, также не может быть, в достаточной мере, решена без полевой практики.

**2. Приобретение конкретных навыков полевых и камеральных работ:** описание геологических разрезов, документация геоморфологических наблюдений, сборы и оформление геологических образцов, анализ и обобщение материалов, собранных во время полевых маршрутов, создание отчета о проведенных работах и т. д. Подобными навыками геолога должен владеть каждый выпускник геологического факультета университета.

### ***3. Знакомство с геологическим строением, историей геологического развития и полезными ископаемыми территории полигона практики.***

Одни и те же геологические процессы, в зависимости от физико-географических условий, геологического строения территории, происходят с разной степенью интенсивности. Невозможно в рамках одного региона охватить наблюдениями все многообразие геологических процессов, увидеть полный спектр минералов, горных пород и полезных ископаемых. Например, результаты многих важнейших эндогенных процессов (магматизма, метаморфизма) практически недоступны для изучения на территории Поволжья. Однако в значительной степени эта задача решается путем проведения практики в два этапа, первый из которых проходит на территории платформы, второй – на территории складчатого пояса.

Традиционный полигон практики геологического факультета СГУ в пределах складчатого пояса – Южный Урал (Восточное Оренбуржье). Южноуральская практика, база которой находится в г. Кувандык, проводится с середины 50-х годов прошлого столетия. В последние годы (2000-2006) возможности наших практик по общей геологии расширились за счет Северо-Западного Кавказа и Крыма.

В пределах платформы академическая практика по общей геологии проводится в Саратовской области. Саратовский учебный полигон (*рис. 1*) – ровесник геологического факультета СГУ, практика на нем проводится, начиная с 1931 года, когда было открыто геологическое отделение СГУ.

В пределах Саратовской области на компактной территории, можно ознакомиться с результатами действий большинства экзогенных процессов, с осадочными породами различного состава, возраста и генезиса, со многими минералами, типичными для осадочных толщ. Изучая геологическое строение, рельеф местности, историю геологического развития Саратовской области, которая расположена в юго-восточной части Восточно-Европейской платформы, можно получить адекватные представления о

типичных чертах геологического и геоморфологического строения древних платформ. В пределах Саратовской области (в основном, в Правобережье) на поверхность выходят породы широкого стратиграфического диапазона. Изучая разрезы палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений, можно на основании результатов собственных наблюдений судить о деятельности древних морей, древних и новейших тектонических движениях, реконструировать палеогеографические обстановки.



*Рис. 1. Обзорная схема Саратовского полигона практики по общей геологии.*

Треугольники – местоположения главных объектов геологических экскурсий: **1** – с. Приволжское; **2** – с. Краноармейское (маршрут № 11); **3** – с. Пудовкино (маршрут № 8); **4** – г. Шаблиха, п. Увек (маршрут № 6); **5-8** – Лысая гора (маршруты №№ 1, 2), район 8 и 9 Дачных, п. Поливановка (маршрут № 4), п. Затон (маршрут № 5); **9** – с. Бартоломеевка (маршрут № 9); **10** – с. Пристанное (маршрут № 7); **11** – с. Большая Каменка (маршрут № 9); **12** – с. Тепловка (маршрут № 10); **13** – карьер цементного завода «Большевик», г. Вольск; **14** – с. Широкий Буерак (маршрут № 12).

Первое пособие к полевой практике по общей геологии в Саратовском районе было опубликовано А.В.Востряковым в 1977 г. Этим пособием успешно пользовались несколько поколений студентов на протяжении 30 лет. Оно не потеряло своей значимости до сих пор, однако новые геологи-



ческие данные и расширение географии геологических маршрутов за пределами Саратовского района определяют необходимость создания нового учебного пособия.

При составлении настоящего учебного пособия авторы руководствовались методическими принципами проведения учебных практик, заложенными на кафедре общей геологии и полезных ископаемых СГУ А.В.Востряковым, А.Д.Наумовым, Н.Я.Жидовиновым, В.Н.Зайонцем, материалами собственных наблюдений и исследований, а также материалами из разных источников, которые указаны в списке литературы.

## **Глава 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ**

Многочисленные и различные по тематике геологические исследования зачастую сопровождаются полевыми работами. На их материалах базируется решение тех или иных конкретных вопросов. В состав полевых работ, как правило, вводятся маршрутные наблюдения (маршруты). Они проводятся при производстве геологических и гидрогеологических съемок различного масштаба, т.е. при изучении геологического строения и гидрогеологических условий определенных участков земной коры. Сопровождаются маршрутами и поиски разнообразных полезных ископаемых, а также работы, связанные с изучением рельефа Земли, экзогенных геологических процессов и геолого-экологических обстановок. Ряд тематических исследований – палеонтологических, минералогических, петрологических, литологических и многих других – также основываются на информации, полученной в экспедиционных условиях, а именно в маршрутах.

Важнейшей частью маршрутов любого назначения является обнаружение и описание обнажений горных пород. Обнажением называется выход этих пород на земную поверхность. Обнажения бывают естественные и искусственные, они могут существенно различаться по внешнему виду и размерам. Обнажения естественные, чаще всего, располагаются на обрывистых склонах, оползневых обрывах, в бортах, вершинах и тальвегах оврагов, в промоинах и в днищах ручьев. К искусственным обнажениям относятся стенки карьеров, шурфов и канав, котлованы инженерных сооружений, выемки вдоль дорог, у мостов через реки и овраги.

В процессе геологической съемки обычно выделяют две категории обнажений – рядовые и опорные. К первым относят небольшие по площади выходы коренных (дочетвертичных) пород на поверхность, в

которых наблюдается часть лишь одного стратиграфического подразделения (свиты, подъяруса, яруса и т.д.). В опорном обнажении должна обязательно фиксироваться граница двух или нескольких стратонов (стратиграфических подразделений), охарактеризованных индивидуальными, только им присущими, комплексами органических остатков. Весьма представительные протяженные обнажения или их гирлянды называются разрезом.

### **1.1. ПОДГОТОВКА К МАРШРУТАМ**

Подготовительная работа – важная часть геологических маршрутов. Она включает в себя следующие операции:

- детальное ознакомление с программой геологической практики и методическими руководствами;

- изучение литературы по геологическому строению и полезным ископаемым района прохождения практики; при этом обязательным является составление выписок и выкопировок литературных источников;

- выработка четких представлений о стратиграфическом разрезе отложений, доступных непосредственному наблюдению в маршрутах;

- просмотр эталонной коллекции образцов горных пород, а также ископаемых остатков, характерных для определенных стратиграфических горизонтов; особое внимание следует уделять породам, представляющим интерес с точки зрения полезного ископаемого.

В предполевой этап практики также необходимо подготовить следующее снаряжение и инструменты:

- геологический молоток для получения «свежего» скола пород, отбора проб и производства расчисток и закопущ;

- горный компас для определения элементов залегания пластов горных пород и определения азимутов с точки наблюдения (т.н.) на постоянные ориентиры на местности;

- прозрачный транспортир для переноса указанных азимутов на топографическую основу;
- небольшое зубило для извлечения окаменелостей из твердых пород;
- лупу четырех-десятикратного увеличения для определения состава и структуры горных пород;
- рулетку (10-20 м) для определения мощности слоев, высоты обнажений, проведения элементарных замеров форм рельефа;
- полевой дневник для записи маршрутных наблюдений, выполнения различных зарисовок;
- карандаши простые (ТМ и М) для записи в полевом дневнике;
- карандаши цветные для раскраски зарисовок;
- флакон с 5% соляной кислотой для определения карбонатных горных пород;
- вата для завертывания хрупких образцов;
- оберточная бумага или мешочки для образцов;
- записная книжка или нарезанные, небольшие по размерам, листы писчей бумаги для составления этикеток, сопровождающих образцы;
- небольшой рюкзак под образцы, инструменты и продукты питания;
- кожаная или дермантиновая сумка с ремнем для дневника, компаса, карандашей, резинки, транспорта.

Одежда студентов, ведущих маршруты, должна быть легкой и прочной, типа спортивных костюмов. Из обуви предпочтение отдается туристическим ботинкам или прочным кроссовкам.

## **1.2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ**

Геологические исследования любого вида принято сопровождать записями и зарисовками в полевом дневнике. При этом геологи следуют одному очень простому правилу: **«не записал - значит не видел»**. Другими словами все полевые наблюдения должны подтверждаться документально. Существуют сложившиеся традиции формы заполнения

полевого дневника. Так записи ведут только на правой странице, в то время как левая предназначена для зарисовок и отметок о видах опробования, при фотографировании обнажения там указываются номера кадров.

Документация маршрута в полевом дневнике начинается с краткого изложения его основного задания или задач и сжатого описания хода маршрута (пути следования). Например:

*14 июня 2003г.*

### ***Маршрут №1***

*Основные задачи маршрута: изучить разрез альбского яруса, строение долины Волги на ее правобережье, охарактеризовать проявление современных экзогенных геологических процессов (аллювиальной аккумуляции, линейной и боковой эрозии, дефляции, корразии и абразии).*

*Ход маршрута: от пристани в с. Пристанное по правому береговому склону Волги, вверх по ее течению до с. Усть-Курдюм.*

Далее следует описание точек наблюдения. Геологические объекты, изучаемые в ходе маршрутов, называют либо обнажения, либо точки наблюдения. Для тех и других используют общую сквозную нумерацию. Термин «точка наблюдения» (Т. Н.) используется в том случае, когда изучаются формы рельефа, участки дренирования подземных вод, описываются небольшие высыпки горных пород. К обнажениям относят все выходы горных пород на земную поверхность, которые имеют возраст древнее плейстоценового. Также в геологии очень распространены панорамные наблюдения, которые в случае хорошего обзора (с бортов крупных речных долин, с доминирующих в районе высот, с больших мостов и пр.) позволяют выявить многие крупные черты рельефа, наметить участки преобладающего проявления того или иного экзогенного процесса.

Заканчивают же маршрут выводы. В них кратко отмечаются результаты маршрутных наблюдений, раскрывается полнота решения основных задач маршрута. Обязательно подчеркиваются неясные и спорные вопросы геологического строения зоны, пересекаемой маршрутом, намечаются их решения.

Каждый маршрут выносится на топографическую карту в виде точек со своими номерами, соединенных тонкой сплошной или пунктирной линией.

Характеристика точек наблюдения и обнажений начинается с их географической привязки. Если маршрут проходит по долине реки, то в качестве опорных пунктов для привязки могут использоваться мосты, дамбы, плотины, характерные повороты долин, устья ручьев и крупных оврагов, имеющих собственные названия. Например, ***обнажение 21** находится на правом борту долины Волги в районе турбазы «Сокол» у с. Пристанное Саратовского района, в 400 м выше по течению от автомобильного моста через реку.*

В случае, когда маршрут проходит по водораздельным пространствам или их склонам, точки наблюдения и обнажения привязываются к хорошо заметным природным или искусственным объектам – вершинам гор, устьям временных и постоянных водотоков, церквям и кладбищам в селах и т.д. Часто используются тригонометрические пункты. Например, ***Т.Н. 46** расположена в 1200 м от высоты с абсолютной отметкой 180,1 м. @<sup>1</sup> по азимуту – 210°; или **обнажение 47** находится в 500 м от кладбища с. Елианка по азимуту 165°. Азимут определяется с помощью горного компаса. В точке наблюдения компас устанавливается таким образом, чтобы обрез компаса, соответствующий линии **север-юг**, своим южным концом был точно направлен на выбранный объект для привязки.*

---

<sup>1</sup> @ - обозначение триангуляционного пункта на топографической основе

Иными словами, буква «Ю» на лимбе должна быть обращена в сторону объекта. После того, как стрелка компаса успокаивается (стоит на месте), снимается со шкалы лимба отсчет по северному (синему) концу стрелки. Это и есть азимут, т.е. угол между географическим меридианом и направлением на объект, отсчитанный от меридиана по часовой стрелке. Азимут может изменяться от  $0^{\circ}$  до  $360^{\circ}$ .

Далее следует описание местоположения точки наблюдения на местности, т.е. дается краткая характеристика рельефа и указывается внешний вид обнажения.

После привязки следует приступить к характеристике обнажения. Вначале необходимо провести осмотр обнажения издалека, чтобы оценить общие закономерности его строения и наметить основные слои (или пачки), которые предстоит описывать. Во время предварительного осмотра зачастую удастся выделить пачки и пласты пород, закрытые маломощным делювиальным плащом, наметить места заложения расчисток и закопуш.

Основная же работа на обнажении - тщательное изучение пород, его слагающих и выявление геологических процессов, обусловивших накопление осадков и их преобразование в породу. Полевое макроскопическое (визуальное) описание слоев или пачек, слагающих разрез, должно быть систематизированным и единым.

Слои (или пачки) нумеруются в порядке описания. Если имеется перерыв в обнаженности (участок разреза задернован, засыпан, застроен и т. п.), то это обстоятельство фиксируется в полевом дневнике с указанием мощности перерыва. Например, *вышележащий интервал разреза, мощностью около 10 м, недоступен для изучения в связи с тем, что он задернован и покрыт растительностью в виде кустарников и деревьев.*

Выглядит схема описания горных пород следующим образом:

- название (определение) породы
- окраска породы;

- для обломочных пород (кроме глин) указывается минералогический состав зерен и состав цемента;
- структурные и текстурные признаки породы;
- крепкость и плотность (пористость) породы;
- включения в породе;
- вторичные изменения породы;
- ископаемые остатки в породе;
- мощность слоя.

В практике геологических исследований принято вести описание обнажений снизу вверх. И только, когда маршрут проходит от верховьев долин к устью постоянных или временных водотоков и разрез отложений наращивается сверху вниз, допускается описание его в этом направлении. Причем, **всегда перед началом характеристики пород указывается, в каком направлении (снизу вверх или сверху вниз) дается характеристика пород.**

**Название (определение) породы** может состоять из одного слова (песчаник, известняк и т.д.) или нескольких. Необходимость использования ряда слов при определении названия породы возникает тогда, когда порода является двухкомпонентной, например, на 50% она состоит из песчаных зерен и на 50% из карбонатного вещества. В таких случаях название пород может записываться так: «песчаник известковый, переходящий в известняк песчанистый» или наоборот – «известняк песчанистый, переходящий в песчаник известковый».

Если в качестве объекта геологического описания выбран не слой, а пачка, состоящая из чередования многих тонких слоев разных пород, то описание пачки начинается со слова чередование. Например, *равномерное чередование песков и глин*. Если в пределах пачки преобладает какая-то литологическая разность, то она указывается первой, а слово «равномерное» не пишется. Если один из типов пород, составляющих пачку имеет явно подчиненное значение, то слово «чередование» не пишется, а



название пачки дается по имени преобладающей породы. Например, *пески с тонкими прослоями глин, спорадически рассеянными по разрезу*. Далее дается характеристика каждой литологической разности, согласно, схеме описания горных пород.

**Окраска пород** в определенной мере может отражать их состав, подчеркивать примеси и вторичные изменения. Следует помнить, что гидроокислы железа окрашивают породы в красный, коричневый, рыжий или желтый цвет, а марганца – в черный. Черный цвет также очень характерен для осадочных образований, насыщенных рассеянным органическим материалом - мелким углистым детритом. Зеленый цвет может быть обусловлен присутствием многочисленных зерен глауконита, хлорита, эпидота, в глинах создается наличием монтмориллонита. В пределах Саратовского полигона, зеленый цвет отложений чаще всего связан с глауконитом. **Оценивая окраску, необходимо отмечать различия цвета на выветрелой поверхности и на свежем сколе.** **Окраска** осадочных пород редко бывает «чистой» - только, например, коричневой или зеленой. Как правило, она имеет еще и оттенок и тогда цвет породы обозначается двумя словами, соединенными дефисом (коричнево-красный, серовато-зеленый). Первое слово всегда должно соответствовать оттенку (или отливу). Нередко породы характеризуются пятнистой окраской, и тогда указывается ее фон и цвет пятен. При описании цвета следует избегать таких словосочетаний, как бутылочный, небесно-синий и им подобных.

**Минералогический состав** не всегда удастся определить в полевых условиях, т. к. целый ряд минералов характеризуется очень маленькими размерами, и их невозможно диагностировать даже с помощью лупы. Поэтому минеральный состав не указывается при описании глинистых пород и силикатов. У карбонатов основным породообразующим минералом является кальцит, определение которого обычно не вызывает затруднений. Наибольшие трудности возникают при определении

минерального состава в песках и алевритах, даже, несмотря на то, что в пределах полигона эти породы достаточно разнообразны. Преобладающим минералом среди них постоянно является кварц, широко распространен глауконит, который узнается по темно-зеленому, почти черному цвету. Также могут встречаться полевые шпаты и темноцветные рудные минералы. Иногда необычно выглядит кварц, т. к. он приобретает охристую или ржаво-бурую окраску за счет железистых «рубашек», окутывающих кварцевые зерна. Если минеральный состав представлен двумя минералами, то преобладающий указывается на втором месте (песок глауконитово-кварцевый, если кварца содержится более 50 %)

**Структура** – один из важных признаков, который определяет физические свойства пород и в какой-то степени является функцией их генезиса. Размер обломков песчаных и алевритовых пород обычно определяют миллиметровой бумагой или специальной палеткой, крупных (более 1 см) – линейкой. У обломочных пород при описании структуры также важно отмечать степень окатанности и сортировки. Окатанность оценивается, чаще всего, по трехбалльной шкале: зерна неокатанные, полуокатанные и окатанные. Сортировка обломочного материала может быть хорошей и плохой. Например, пески (или песчаники) в первом случае будут либо мелко-, либо- средне, либо крупнозернистыми, во втором случае они будут разнозернистыми, например, *пески глауконитово-кварцевые разнозернистые, диаметр зерен от 0,2 до 1 мм, большинство зерен полуокатаны, реже хорошо окатаны*».

Вслед за характеристикой структуры для сцементированных обломочных пород определяется и описывается состав цемента, а также указывается его тип. По составу цемент бывает самый различный: глинистый, карбонатный (известковый), кремнистый, железистый, сидеритовый, глинисто-карбонатный и т.д. Тип цемента выделяется по соотношению обломков (зерен) и цементирующего вещества. В полевых условиях необходимо диагностировать, как минимум, базальный (обломки

не соприкасаются друг с другом) или контактовый (цемент имеется лишь в местах соприкосновения обломков) тип цемента.

**Текстура** – это совокупность признаков строения породы, обусловленных ориентировкой, относительным расположением и распределением минеральных зерен. Расположение минеральных зерен может быть упорядоченным или беспорядочным. В первом случае порода слоистая, связанная с периодическим изменением условий осадконакопления. Во втором случае текстура называется массивной. Отсутствие слоистости также один из показателей специфических условий накопления осадков. Это очень важный признак осадочных пород, так как порой он позволяет охарактеризовать не только процессы осадконакопления, но и расшифровать условия транспортировки материала.

Масштаб слоистости – это расстояние по нормали между соседними плоскостями напластования. По этому признаку слои (пласты) подразделяются на массивные (более 50см), средне- (2-10см) и тонкослоистые (0,2-2см), а также микрослоистые (листоватые, сланцеватые) (менее 0,2см).

Морфологическая классификация слоистости (горизонтальная, косая, волнистая) в значительной мере несет генетическую нагрузку. Так, например, косая слоистость свидетельствует об интенсивной динамике вод, транспортирующих обломочный материал. При этом косая слоистая текстура в отложениях различного происхождения (аллювиального, прибрежно-морского, эолового) также существенно различается. Горизонтальная слоистость формируется в условиях неподвижной или слабо подвижной среды осадконакопления.

Если тонкие слойки смяты и закручены в результате сильных движений воды или перемешивания неконсолидированного осадка, то возникают текстуры взмучивания, а также колобковые и

рулетоподобные виды текстур. Их можно наблюдать в шоколадных глинах II надпойменной террасы р. Волги.

В осадочных породах очень широко распространены биотурбированные текстуры, фиксируемые по следам жизнедеятельности ископаемых животных (ихнофоссилиям) – следам ползания и норам илоедов, ракообразных и т.д.

### **Физические свойства пород**

**Крепкость.** Сопротивление породы разрушению – это и есть ее крепкость. Она обычно оценивается по пятибалльной шкале:

1. несцементированные или рыхлые породы (сыпучие, плывунные), в обнажении они не держат стенку;
2. мягкие – глины, глинистые пески, алевроиты и алевролиты на глинистом цементе держат стенку, но нередко легко размокают;
3. слабой крепости или слабые – сцементированные породы, они не размокают, но ломаются рукой;
4. средней крепости – рукой не разламываются, но легко разбиваются молотком;
5. крепкие – с трудом разбиваются молотком – это доломиты, известняки, песчаники на кремнистом цементе и многие другие породы.

Следует заметить, что одна и та же порода в сухом и влажном состоянии обладает различной степенью крепости.

**Пористость** породы определяется на глаз или с помощью лупы по впитыванию воды или соляной кислоты, а при очень мелких размерах пор – по силе прилипания к языку (трепел, опока). Различают породы плотные (лишенные пористости), слабо-, средне- и сильнопористые.

**Пластичность** – это свойство присуще глинистым породам и характеризует способность глин деформироваться во влажном состоянии без изменения объема. В полевых условиях из увлажненных глинистых пород скатывают жгутик, который пытаются согнуть в кольцо. Если это

удается и почти не происходит разрыва сплошности у жгутика, породу называют высоко пластичной. Если кольцо многократно растрескивается, пластичность средняя. Глина слабо пластичная, если жгутик скатать удается, а вот свернуть его в кольцо - нет.

**Включения** – геологическое тело, которое отличается от вмещающих пород составом и внутренним строением. Они подразделяются на минеральные (конкреции, секрции, оолиты, галька, гравийные зерна и др.) и органогенные (раковины моллюсков и брахиопод, позвоночных животных, растительный детрит, в т.ч. обугленный, вкрапления битумов и т.д.). Описываются включения по следующей схеме: форма, состав, размер, количество, распределение в породе, степень сохранности. Для органических остатков последний признак особенно важен. Существенное значение имеет и характер сохранности (раковина, ядро, отпечаток, степень фоссилизации костей и т.п.). При описании этих остатков отмечают также систематическое положение и характер захоронения – следы переотложения (например, наличие сортировки) или прижизненного погребения осадками.

**Вторичные** изменения осадочных пород чаще всего связаны с процессами выветривания. Среди них на первом месте выступает окисление минералов железа и марганца. Чаще всего они проявляются в появлении пятен или участков красного, коричневого, желтого, черного цветов. Вторичные изменения окраски также могут быть приурочены к зонам трещиноватости и участкам дренирования водоносных горизонтов. Эти изменения могут выражаться также в уменьшении прочности пород, в их кальцитизации, кремненении, загипсованности и т.д.

**Прочие признаки.** К ним относится все то, что представляется важным, но не вошло в предыдущие разделы. Здесь можно кратко сказать о водоносности пород, о форме геологических тел, образованных ими (пласты, линзы, конкреции и т.д.), более подробно раскрыть характер контактов слоя, отметить фациальную принадлежность его пород. Если

породы кливажированы, т.е. разбиты трещинами, возникшими в результате деформаций слоев, то нужно указать это обстоятельство. Описание слоя (или пачки) заканчивается фиксацией его мощности.

**Определение мощности слоя.** Различают мощности: истинную и видимую. **Мощность истинная** – расстояние по перпендикуляру (кратчайшее) между подошвой и кровлей слоя. **Мощность видимая** – мощность наблюдаемой части слоя, обычно отмечается когда не видны его подошва или кровля.

При горизонтальном залегании слоя и его небольшой мощности видимая мощность определяется с помощью рулетки или градуированной рукоятки молотка. Если же мощность установить с помощью этих инструментов трудно, то измерить ее можно, используя рост человека. Делается это следующим образом: следует встать у подошвы слоя и по рукоятке геологического молотка, установленного горизонтально на уровне глаз, засечь точку на изучаемом слое, на которую падает луч зрения. Затем поднимаются по обнажению вверх до найденной точки визирования и повторяют замеры вплоть до кровли слоя. Зная рост человека до уровня глаз, его умножают на число замеров и таким образом получают полную истинную мощность слоя.

**Определение элементов залегания слоя.** Слои горных пород в земной коре залегают горизонтально, наклонно (моноклинально) или образуют волнообразные изгибы самой разнообразной формы. Во всех случаях, за исключением первого варианта («горизонтально»), необходимо установить положения слоя в пространстве. Сделать это возможно путем определения его элементов залегания: азимута падения и угла падения. Азимут падения (азимут линии падения) – это угол между географическим меридианом и горизонтальной проекцией линии падения, отсчитанный от меридиана по часовой стрелке.

Угол падения – это угол между линией падения и ее горизонтальной проекцией.

Линия падения перпендикулярна линии простирания и направлена в сторону наклона слоя. Линия простирания – это горизонтальная линия, соответствующая пересечению поверхности пласта с горизонтальной плоскостью. Линия простирания легко определяется с помощью уровня на горном компасе.

Для определения азимута падения нужно провести на поверхности слоя линию простирания. (Положение этой линии относительно стран света называется азимутом простирания). Затем следует приложить компас к линии простирания так, чтобы его короткая южная сторона была прижата к поверхности слоя, а северная обращена в сторону падения слоя. Затем компас приводят в горизонтальное положение и после того, как магнитная стрелка успокаивается, снимают отсчет по лимбу – по концу стрелки, указывающей север (рис. 2)

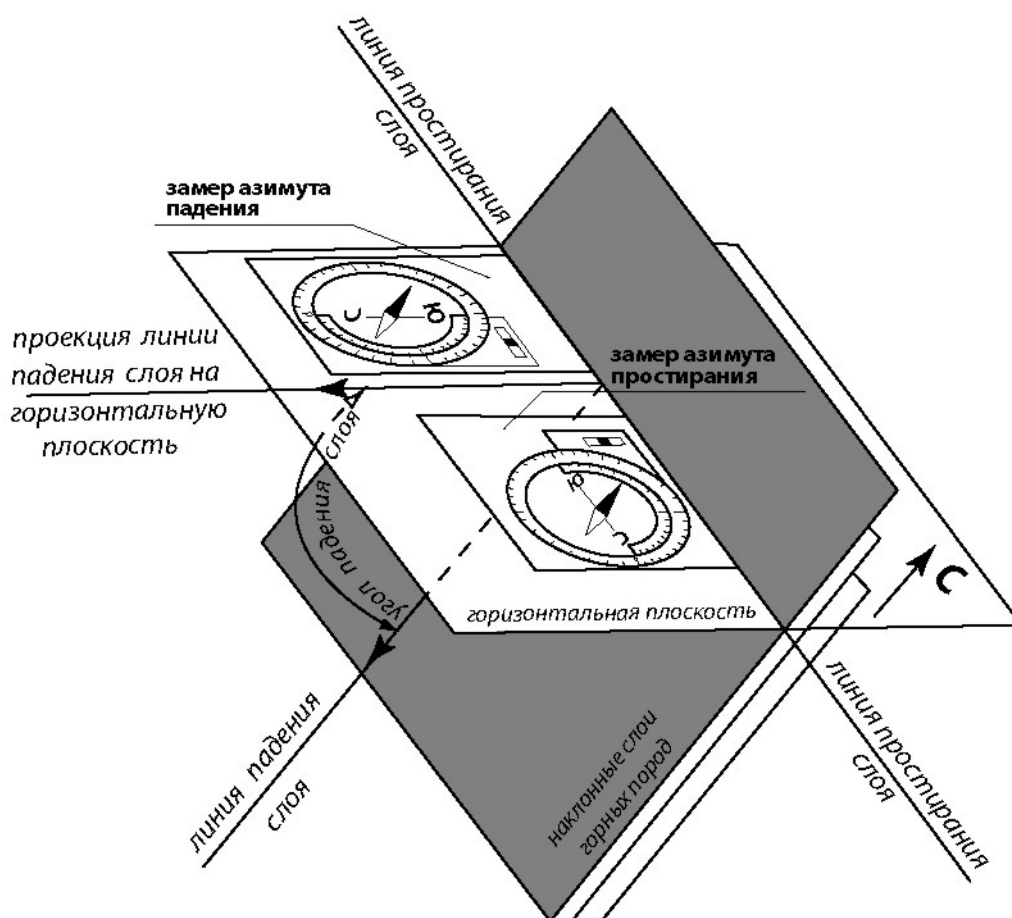


Рис.2. Определение азимута падения и азимута простирания слоя.

Чтобы определить угол падения нужно провести линию падения. Для этого компас прислоняют длинной стороной к поверхности пласта и поворачивают его таким образом, чтобы клинометр (отвес) показывал максимальный угол. В этом случае линия, параллельная длинной стороне компаса, будет указывать направление падения слоя, а угол соответствовать углу падения (рис. 3).

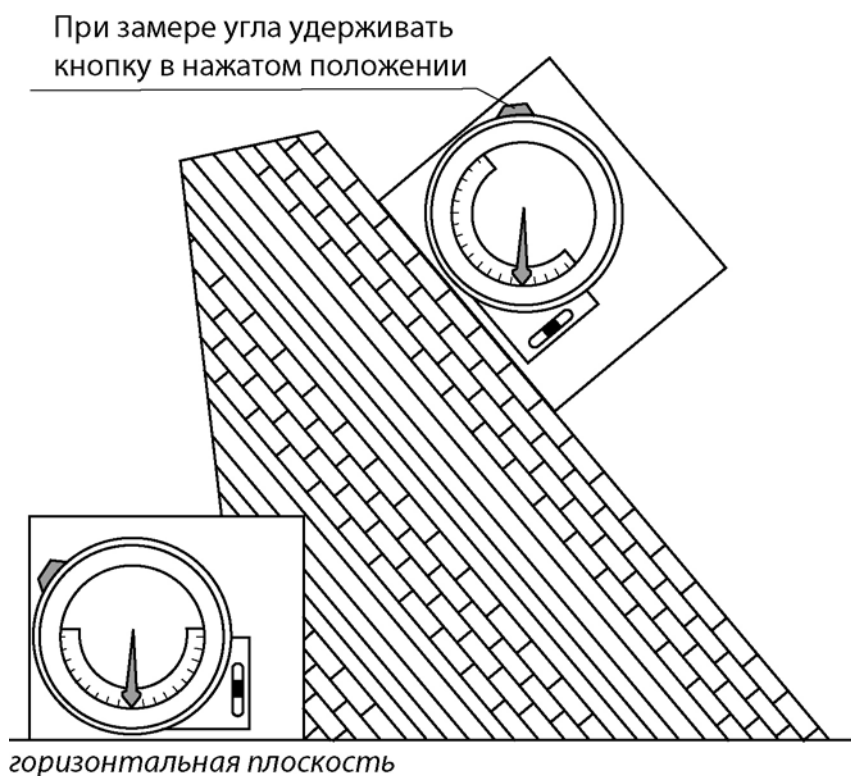


Рис. 3. Определение угла падения слоя.

При установлении азимута падения слоя не обязательно специально замерять азимут простираения. Он легко определяется простым расчетом. Для этого к азимуту падения прибавляют или отнимают  $90^0$ . Например, азимут падения ЮВ  $160^0$ , следовательно, азимут простираения будет ЮЗ -  $250^0$ .

**Отбор образцов горных пород.** Описание большинства обнажений сопровождается отбором образцов. Каждый из них должен иметь определенное назначение. В процессе полевой практики предполагается создание следующих коллекций:



-коллекция образцов горных пород, характеризующих все стратиграфические подразделения района (площади) практики; ее можно именовать эталонной коллекцией и она подлежит длительному хранению;

-коллекция образцов горных пород, необходимая для сравнения описания пород в различных обнажениях и корреляции (сравнения) разрезов, отстоящих друг от друга на значительное расстояние; это рабочая коллекция, и создается она на время работы в полевых условиях;

-коллекция образцов полезных ископаемых;

-палеонтологическая коллекция. В нее входят образцы с ископаемыми остатками фауны и флоры.

**Эталонная коллекция**, часто именуемая «музейной» или показательной, создается для общего представления о разрезе отложений всей площади практики. Она существенно помогает проводить корреляцию далеко отстоящих друг от друга разрезов. Коллекция состоит из наиболее представительных образцов, т. е. образцов с наиболее типичными свойствами слоев, участвующих в строении того или иного стратона, а именно окраски, структуры, текстуры, минерального состава. Для показа особенностей контакта одного слоя с другим или, что более важно, одного подразделения с другим, отбирают «контактные» образцы. Они позволяют судить не только о свойствах подстилающих и перекрывающих пород, но отражают особенности смены: «редкий эрозионный контакт, плавный переход и т.д.». Все образцы следует точно привязывать к конкретному обнажению и слою. Рекомендуемые размеры образцов 6х9 или 8х8 при толщине 5-7см (контактные образцы могут быть несколько больших размеров).

**Рабочая коллекция** необходима для сравнения горных пород одного и того же возраста, но из разных обнажений. С ее помощью проверяется правильность характеристики описанных в обнажениях пород. Образцы из этой коллекции могут быть меньше указанных выше размеров, а

количество их существенно больше, чем эталонных образцов. Причем, из одного слоя берется, как правило, несколько образцов.

**Коллекция полезных ископаемых** должна содержать в себе образцы, позволяющие дать представления о природном сырье площади полевой практики. Образцы полезных ископаемых должны быть, прежде всего, представительными, свежими и не содержать посторонних примесей из вышележащих пород. Форма и размеры образцов могут варьировать в широких пределах в зависимости от типа полезных ископаемых. Например, если это плотные и крепкие известняки, доломиты или кварцитовидные песчаники, то предпочтительно располагать плоским образцом, на котором во влажном состоянии отчетливо смотрится ее «рисунок» (текстура). Такие породы могут использоваться в качестве облицовочного материала. Строительные же пески и песчано-гравийные смеси (ПГС) отбираются в мешочки. Образцы полезных ископаемых следует брать только из обнажений. Однако, и в случае встречи их в делювии, коллювии, аллювии или пролювии также следует взять образец, т.к. в последствии есть вероятность найти его в коренном залегании.

Все образцы в перечисленные коллекции собирают только из «свежих» пород – из расчисток и закопуш, которые вскрывают выветрелые породы на полную мощность.

**Коллекция органических остатков (окаменелостей)** имеет важное значение, т.к. ее представители позволяют не только установить возраст пород, но и условия их образования. Поиски и отбор окаменелостей имеют свою специфику и зачастую весьма трудоемки. В поле не следует отделять ископаемые остатки от вмещающей породы, т.к. это может привести к их разрушению. Лучше взять большой образец и окончательно отделить (отпрепарировать) органические остатки в камеральной обстановке. Упаковка окаменелостей требует особой осторожности, особенно крупных и хрупких раковин, листовой флоры и костей позвоночных. Все они

должны быть обернуты технической ветошью и положены в коробку или очень крепко завернуты в плотную бумагу.

Каждый образец любой коллекции сопровождается этикеткой, примерные размеры ее 10х10см. Заполненная этикетка выглядит следующим образом:

<i>СГУ, геологический факультет.</i> <i>I курс, гр.121</i> <i>Обнажение №23</i> <i>Образец №23/3</i> <i>Алевролит глинистый.</i> <i>Правый берег р. Волга, у с. Пристанное</i> <i>K<sub>1al</sub></i> <i>30.VI. 2007. В. Иванов.</i>
---

Указанный номер образца в этикетке, как это принято в практике геолого-съемочных исследований, должен состоять из двух чисел. Первое из них – левое – это номер обнажения, а второе – номер слоя. Если же из одного слоя берется несколько образцов, то правое число сопровождается буквой (а, б, в) и т.д. В этом случае указывается, на каком расстоянии от подошвы слоя взят образец. Нередко место отбора образцов также указывают на зарисовках, сопровождающих описание обнажений (рис. 4).

**Описание участков между обнажениями.** Прежде всего, следует помнить, что наблюдения в каждом маршруте ведутся непрерывно, так как геологическая среда образует единое непрерывное пространство и нет ни одного участка земной поверхности, где не проявился какой либо геологический процесс. Т.е. собирается информация, характеризующая участки между точками наблюдения и обнажениями. Эти данные существенно дополняют, а порой и уточняют представления о геологическом строении района, характере его рельефа, особенностях экологической обстановки, водоносности пород, способствуют решению прочих задач, поставленных перед маршрутом. В степной местности, где обнажения коренных пород редки, по изменению окраски поверхности иногда отчетливо прослеживаются границы геологических тел. Нередко их

## Обн. 37

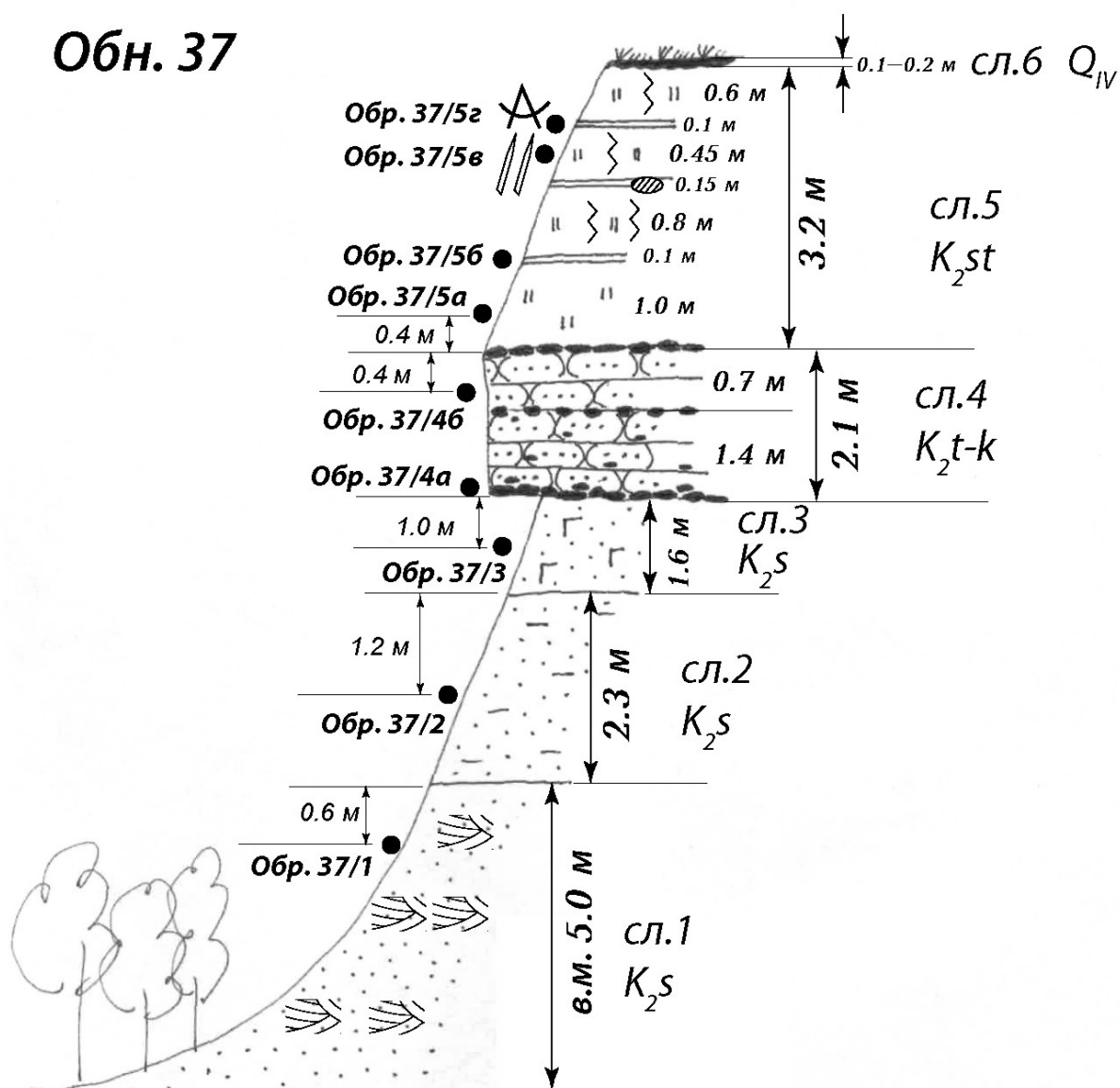


Рис.4. Пример зарисовки обнажения.

подчеркивают изменения растительного покрова (геоботанические признаки). Порой также удастся от точки к точке наблюдения по делювиальным или элювиальным высыпкам проследить отдельные пласты, встречаемые в обнажениях этих точек. В тех случаях, когда путь маршрута между точками проходит по водоразделу, представляется возможность получить дополнительный материал, позволяющий более полно раскрыть развитие экзогенных процессов.

## Глава 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

### 2.1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Саратовская область располагается в юго-восточной части древней Восточно-Европейской платформы. Древние платформы (кратоны), наряду со складчатыми поясами, являются геологическими структурами первого (высшего) порядка в пределах континентального типа земной коры.

Восточно-Европейская платформа – одна из восьми крупнейших древних платформ, составляющих ядра континентов, на нашей планете. Любая платформа имеет двухэтажное геологическое строение: фундамент и осадочный чехол (рис. 5). У древних платформ фундамент представлен только магматическими и метаморфическими породами архейского - раннепротерозойского возраста и называется кристаллическим, поскольку осадочные породы не участвуют в его строении. Кристаллический фундамент разбит многочисленными разломами на отдельные блоки, которые могут двигаться относительно друг друга в разных направлениях. В результате этих движений (продолжающихся и в настоящее время) поверхность фундамента крайне неровная и высотное положение отдельных блоков на небольших расстояниях (километры, первые десятки километров) может колебаться в больших пределах (до нескольких сотен метров). Осадочный чехол залегает на кристаллическом фундаменте и представлен слабодислоцированными осадочными породами вендского-фанерозойского <sup>1</sup> возраста, для которых наиболее характерно субгоризонтальное <sup>2</sup> залегание слоев. Разрывные нарушения в осадочном чехле древних платформ немногочисленны, по сравнению с фундаментом.

---

<sup>1</sup> Фанерозой – объединяющее название палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

<sup>2</sup> Субгоризонтальным называется залегание, при котором угол падения пластов не превышает нескольких градусов.

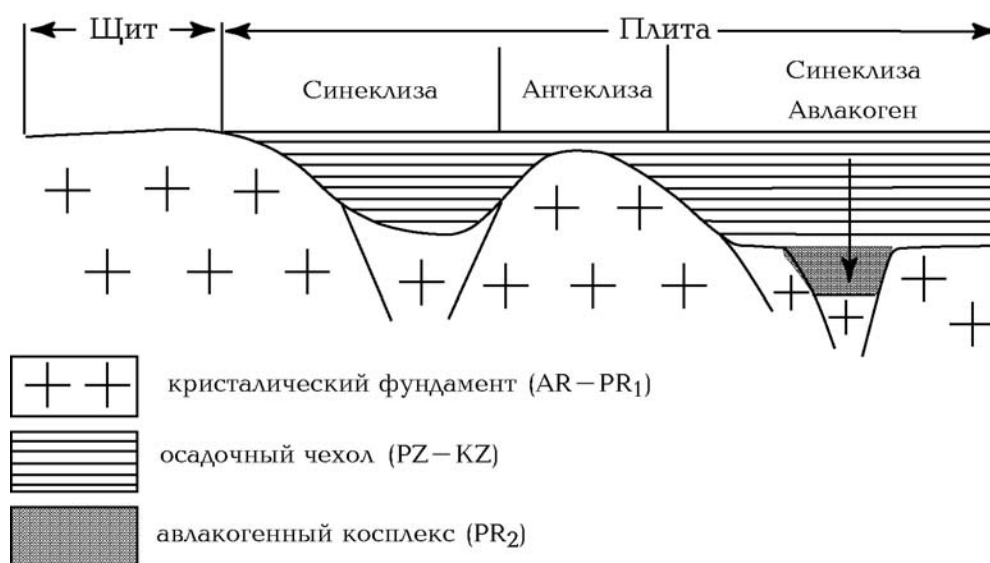


Рис. 5. Схематичный разрез строения древней платформы.

В строение древних платформ между кристаллическим фундаментом и осадочным чехлом может присутствовать еще один самостоятельный структурный этаж - так называемый авлакогенный комплекс (рис. 5), включающий осадочные отложения и частично магматические образования позднепротерозойского возраста.

Обширные по площади участки древних платформ, где кристаллический фундамент выходит на земную поверхность, называются щитами. Остальная территория кратона, перекрытая осадочным чехлом называется плитой. В иерархии, принятой в тектоническом районировании, щиты и плиты являются геоструктурами второго порядка. Восточно-Европейская платформа состоит из Русской плиты и двух щитов – Балтийского и Украинского.

В пределах плит, в зависимости от глубины залегания поверхности фундамента (или, другими словами, в зависимости от мощности осадочного чехла), выделяются геоструктуры третьего порядка: антеклизы и синеклизы (рис. 5). В центрах антеклиз поверхность фундамента наиболее близко подходит к земной поверхности, и средняя мощность осадочного чехла там минимальна – несколько сотен метров. В центральных частях синеклиз, кровля фундамента, напротив, максимально погружена, и мощности осадочного чехла составляют

многие километры, иногда, даже, первые десятки километров. Антеклизы и синеклизы имеют в плане более или менее изометричную форму. Если линейные размеры синеклизы значительно превышают поперечные, то она называется прогибом. Прогибам в осадочном чехле обычно соответствуют линейно вытянутые грабенообразные структуры в фундаменте – авлакогены. В пределах антеклиз и синеклиз выделяются своды, валы, впадины, депрессии.

На территории Саратовской области глубина поверхности кристаллического фундамента варьирует от 12 000 – 15 000 м в бортовой зоне Прикаспийской впадины, до 1 400 – 1 600 м в пределах Волжско-Камской антеклизы. В Саратовском районе фундамент находится на глубинах более 2500 м. Например, на Соколовой горе его поверхность вскрыта скважинами на глубине 2690 м, а в Елшанке – на глубине 2825 м. В наиболее погруженных местах Рязано-Саратовского прогиба фундамент залегает на глубинах до 3 000 – 4000 м.

## 2.2. СТРАТИГРАФИЯ

Геологическое строение, стратиграфия фундамента и осадочного чехла существенно различаются в Правобережье и Заволжье. Поскольку все геологические маршруты, в которых предусмотрено знакомство с разрезами коренных<sup>1</sup> пород, расположены на территории Правобережья, в настоящем пособии приведены основные стратиграфические сведения только для Саратовского Правобережья.

Породы кристаллического фундамента и палеозойские отложения, за исключением верхов среднекаменноугольного отдела, нигде не выходят на дневную поверхность на территории Саратовской области. Поэтому ниже

---

<sup>1</sup> Напомним, что коренными породами называются все породы древнее четвертичных (рыхлых) образований. На геологических картах показывается распространение коренных пород. Рыхлые осадки показываются на специальных картах четвертичных отложений.

подробнее рассмотрена стратиграфия только верхней части осадочного чехла (начиная с московского яруса среднего карбона), которая является объектом непосредственного изучения студентами во время полевых экскурсий.

Упрощенный сводный геологический разрез (*рис. 6*) построен только для территории Саратовского района.

### 2.2.1. КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ

#### Архейская акротема (AR) и нижнепротерозойская зонотема (PR<sub>1</sub>).

Кристаллический фундамент на территории Поволжья, как и на территории всей Восточно-Европейской платформы представлен кристаллическими породами архея и нижнего протерозоя. Основная роль в строении фундамента принадлежит сильно метаморфизованным парагнейсам и гранито-гнейсам архея, которые играют доминирующую роль – на их долю приходится более 70% пород, слагающих фундамент. Магматические разности и менее метаморфизованные сланцы и кварцито-сланцы протерозоя имеют подчиненное значение, они уцелели от додевонской эрозии лишь в особых тектонических условиях. Средняя мощность кристаллического фундамента (фактически мощность земной коры, за вычетом мощности осадочного чехла) в Саратовском Правобережье типична для древних платформ и составляет 30-35 км.

### 2.2.2. АВЛАКОГЕННЫЙ КОМПЛЕКС

#### Верхнепротерозойская зонотема (PR<sub>2</sub>).

В пределах Саратовского Правобережья отложения верхнего протерозоя распространены не повсеместно. Их развитие находится в тесной зависимости от древнего структурного плана рассматриваемой территории. Верхний протерозой развит в основном в Рязано-Саратовском прогибе (приуроченном к



сис-тема	отдел	я р у с	лито-логия	мощ-ность (м)	характеристика пород
палео-геологическая	палеоцен	танетский (саратовская свита)		20	Песчаники и пески кварцевые с конкрециями песчаника на кремнистом цементе.
		зеландский (сызранская свита)		70	Опоки серые, в верхней части разреза с примесями песчанистого материала.
меловая	верхний	маастрихтский		30	Глины сильно карбонатные.
		кампанский		5	Песчаник глауконитово-кварцевый, глины.
		сантонский		20	Опоки серые, с прослоями глин в нижней части. В основании разреза слой песчаника с многочисленной галькой фосфоритов и фосфоритизированными остатками губок.
		коньякский + туронский		2	Мергели, мел сильнопесчанистые с фосфоритами.
		сеноманский		60	Пески кварцевые, косослоистые.
	нижний	альбский		60	Пески кварцевые, косослоистые. В верхней части разреза – пески глинистые с прослоями глин и желваковых фосфоритов.
		аптский		70	Глины и глинистые пески.
		барремский		40	Глины и глинистые пески.
		готеривский		20	Глины и глинистые пески.
юрская	верхний	волжский		3	Пески глауконитово-кварцевые, разнозернистые.
		оксфордский		20	Глины карбонатные.
	средний	келловейский		55	Глины черные, пластичные.
		батский		40–50	Чередование глин, алевроитов и песков, в различной степени сцементированных.
		байосский		70–100	Чередование глин, алевроитов и песков, в различной степени сцементированных.
каменноугольная	средний	московский		400	Известняки глинистые с прослоями глин и песчаников.
		башкирский		70	Известняки с прослоями глин.
	нижний	серпуховский		50	Известняки белые.
		визейский		270	Известняки белые и серые, с прослоями глин.
		турнейский		100	Известняки светло-серые, доломитизированные.
девонская	верхний	фаменский		400	Известняки белые и доломиты серые.
		франский		300	Глины с прослоями мергелей.
	средний	живетский		200–400	Глины с прослоями мергелей.
		эйфельский		300–600	Песчаники кварцевые, в основании разреза – грубозернистые, с прослоями глин.
АРХЕЙ – ПРОТЕРОЗОЙ			++++	Гнейсы, гранодиориты.	

Рис. 6. Разрез осадочного чехла Саратовского района.

Пачелмскому авлакогену), где он представлен частично метаморфизованными как терригенными породами (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, аргиллиты), так и карбонатными (доломиты, известняки) породами. В ряде районов эти отложения прорваны габбро-диабазами. Общая мощность верхнепротерозойского комплекса, вскрытая к настоящему времени скважинами, превышает 5 км.

### 2.2.3. ОСАДОЧНЫЙ ЧЕХОЛ

Осадочные отложения, залегающие на архейских-нижнепротерозойских породах кристаллического фундамента или верхнепротерозойских образованиях авлакогенного комплекса, представлены на территории Саратовского Правобережья палеозойской, мезозойской и кайнозойской эратемами. Самые древние породы осадочного чехла имеют здесь девонский возраст.

Палеозойская эратема (PZ).

*Девонская система (D).*

*Нижний отдел (D<sub>1</sub>).* К отложениям нижнедевонского отдела условно относится толща красноцветных терригенных (песчано-глинистых) пород, развитая не повсеместно. Ее мощность достигает 600 м и более.

*Средний отдел (D<sub>2</sub>).* Отложения среднедевонского отдела развиты практически на всей территории Саратовского Правобережья и представлены эйфельским и живетским ярусами.

*Эйфельский ярус (D<sub>2ef</sub>)* сложен терригенными песчано-глинистыми породами, известняками, доломитами, аргиллитами и реже песчаниками. Отложения эйфельского яруса хорошо палеонтологически охарактеризованы остатками кораллов, брахиопод, криноидей, рыб, остракод, спор и др. Мощность яруса в Рязано-Саратовском прогибе достигает 250 м.

*Живетский ярус (D<sub>2g</sub>)* представлен преимущественно терригенными породами – песчаниками, алевролитами, аргиллитами (глинами), среди которых имеются небольшие по мощности прослои мергелей, известняков и доломитов.

В отложениях яруса присутствует большое количество брахиопод, пелиципод, остракод и др. палеонтологических остатков. Мощность яруса колеблется в широких пределах. В Саратовском районе она изменяется от 211 м на Соколовой горе до 408 м на Елшанской площади.

*Верхний отдел* ( $D_3$ ) представлен франским и фаменским ярусами, повсеместно распространенными на территории Среднего и Нижнего Поволжья.

*Франский ярус* ( $D_3f$ ) представлен терригенными породами, трансгрессивно залегающими на породах живетского яруса. Имеются остатки брахиопод, двустворок, криноидей и др. Нижняя граница проводится по подошве пачки кварцевых песков, песчаников и алевролитов, выше залегают глины, среди которых встречаются прослой глинистых известняков. Верхняя граница четко определяется по литологической смене терригенных пород вышележащими известняками фаменского яруса. С отложениями франского яруса на территории Поволжья связаны многочисленные месторождения нефти, в том числе месторождение на Соколовой горе. Мощность франского яруса в Саратовском районе изменяется от 255 м (Соколовая гора) до 326 м (Елшанская площадь). В целом, наблюдается увеличение мощности в южном направлении.

*Фаменский ярус* ( $D_3fm$ ) представлен в основном доломитами и известняками, а также ангидритами и гипсами. Возраст отложений обоснован фауной брахиопод, гастропод, остракод, фораминифер. С фаменскими отложениями также связаны залежи нефти. Мощность яруса достигает 900 м на юге Саратовского Правобережья, в Саратовском районе она варьирует от 374 м (Соколовая гора) до 557 м (Елшанская площадь).

*Каменноугольная система* (C).

Отложения каменноугольной системы представлены в Саратовском Правобережье нижним и средним отделами, распространенными повсеместно.

*Нижний отдел* ( $C_1$ ) представлен отложениями турнейского, визейского и серпуховского ярусов.

*Турнейский ярус* ( $C_{1t}$ ) представлен известняками светлыми, желтовато-серыми, бурыми и коричневыми, участками битуминозными, детритусовыми, с тонкой горизонтальной слоистостью, с богатой фауной брахиопод, фораминифер и др. Мощность яруса не превышает 170 м, в пределах Саратовского района она варьирует от 96 м (Соколова гора) до 150 м (Елшанская площадь).

*Визейский ярус* ( $C_{1v}$ ) сложен чередующимися слоями глин, алевролитов, песчаников, известняков и доломитов. Отдельные пласты визейского яруса содержат промышленные скопления нефти и газа. Хорошими показателями возраста отложений служат фораминиферы, брахиоподы, остракоды, споры и пыльца. Мощность яруса в Саратовском Правобережье изменяется в незначительных пределах (от 200 до 300 м), в Саратовском районе – от 265 (Соколова гора) до 273 м (Елшанская площадь).

*Серпуховский ярус* ( $C_{1s}$ ) сложен преимущественно известняками белыми, серыми и бурыми, местами органогенно-обломочными, с богатой фауной брахиопод, кораллов, фораминифер. Вследствие длительного предсреднекаменноугольного размыва, имевшего региональный характер, мощность серпуховских отложений незначительна и колеблется от 0 до 121 м (в Саратовском районе от 26 м на Елшанской площади до 56 м на Соколовой горе).

*Средний отдел* ( $C_2$ ) включает башкирский и московский ярусы.

*Башкирский ярус* ( $C_{2b}$ ) представлен в нижней части преимущественно карбонатными породами (известняками), в верхней – преимущественно терригенными отложениями (глины с прослоями песчаников и известняков). Отложения содержат богатые комплексы фораминифер и брахиопод. Мощность яруса достигает в Саратовском Правобережье 200 м, в Саратовском районе изменяется от 51 м (Елшанская площадь) до 83 м (Соколова гора).

*Московский ярус* ( $C_{2m}$ ) представлен терригенно-карбонатными отложениями: глинами, песчаниками, известняками. На территории Саратовского

Правобережья единственное место, где породы московского яруса (и вообще палеозойского возраста) выходят на земную поверхность, находится у с.Тепловка Новобурасского района, где они слагают ядро крупной антиклинальной структуры. Здесь в карьере вскрываются известняки (видимая мощность, около 50 м) с прослоями глин, которые имеют подчиненное значение. Известняки от белых до темно-серых, плотные, участками глинистые, пелитоморфные, органогенные, трещиноватые, кавернозные, содержат многочисленные конкреции черных кремней (фтанитов), размером до нескольких дециметров. Часто встречаются известняки черного цвета, насыщенные окисленной нефтью. Известняки изобилуют макрофаунистическими остатками: брахиоподами, гастроподами, кораллами, известны единичные находки трилобитов. Кавернозные полости внутри известняков, как правило, заполнены новообразованными кристаллами кальцита, которые часто образуют красивые щетки и друзы. Мощность яруса в Саратовском районе типичная для территории Саратовского Правобережья и изменяется от 325 м (Елшанская площадь) до 477 м (Песчаноуметская площадь).

#### Мезозойская группа (MZ).

##### *Юрская система (J).*

В Саратовском Правобережье отложения юрской системы, представленные только средним и верхним отделом, залегают с незначительным угловым несогласием, которое имеет региональный характер, на породах среднего карбона.

*Средний отдел (J<sub>2</sub>).* Из четырех ярусов среднеюрского отдела на территории полигона практики представлены три: байосский, батский и келловейский.

*Байосский ярус (J<sub>2b</sub>)* представлен исключительно терригенными породами, в нижней части преимущественно песками, а в верхней части преимущественно глинами. По фауне аммонитов установлено, что в Саратовском

правобережье присутствуют отложения только верхов байоса.

Мощность байосского яруса в Саратовском районе 80-100 м.

*Батский ярус* ( $J_2bt$ ) также представлен только терригенными породами: в нижней части глинами, в верхней части песками, алевроитами, песчанистыми глинами и глинистыми песками. Макрофауна (аммониты, белемниты и др.) встречена только в нижней глинистой (части). Мощность батских отложений в Саратовском районе около 60 м.

Выходы байосского и батского ярусов на дневную поверхность весьма немногочисленны. Один из них находится на северной окраине Саратова в карьере по добыче глин завода КПД-2 (неподалеку от Сокурского тракта). Здесь вскрываются отложения самых верхов байоса и низы батского яруса, представленные преимущественно глинами серыми, алевроитистыми, с отдельными прослоями алевроитов, алевролитов и горизонтами сидеритовых конкреций. В данном разрезе встречены представительные комплексы аммонитов, белемнитов, двустворчатых моллюсков, гастропод. В карьере у с. Тепловка на среднекаменноугольных известняках с угловым несогласием залегают среднеюрские пески, глины песчанистые, пески глинистые, возраст, которых, к сожалению, пока не установлен точнее, чем байосский-батский.

*Келловейский ярус* ( $J_2k$ ) представлен глинами от черных до серых, в нижней части бескарбонатными, в средней и верхней частях – карбонатными. В последнее время, благодаря находкам остатков раннекелловейских аммонитов, установлено, что самые верхи каменновражной свиты (пески глинистые, глины песчанистые, алевроитистые, песчаники), относимые традиционно к батскому ярусу, имеют келловейский возраст. В глинах часто встречаются сидеритовые конкреции (диаметром до нескольких дециметров), стяжения марказита (как правило, удлиненной формы, до 10-15 см в длину) и многочисленные кристаллы и сростки кристаллов гипса (от нескольких сантиметров до дециметра). Из всех юрских образований Саратовского Правобережья,

именно к келловейскому ярусу приурочены наиболее богатые комплексы палеонтологических остатков, в первую очередь, аммонитов, а также белемнитов, двустворчатых моллюсков, гастропод, криноидей. Здесь же встречаются многочисленные остатки окаменевшей древесины. Аммониты, как правило, имеют отличную сохранность, пиритизированы и представляют собой эстетическую ценность (рис. 7). Мощность келловейского яруса в Саратовском районе 55 м.



Рис. 7. Реконструкции, выполненные О.Ю.Андрушкевичем (региональный музей Землеведения СГУ), на основе находок келловейских аммонитов в разрезе Дубки.

В программу геологических маршрутов практики входит посещение обнажения низов келловейского яруса у с. Бартоломеевка и верхов келловей в карьере у п. Дубки Саратовского района. В пределах Саратовского района представительные разрезы келловей находятся также в Малиновом овраге у д. Хлебновка (Малиновый овраг принят в качестве опорного разреза келловейского яруса Поволжья), в карьере по добыче глин близ Елшанки и около ТЭЦ-5.

*Верхний отдел (J<sub>3</sub>).* Их трех ярусов верхнеюрского отдела на территории полигона практики присутствуют фрагменты отложений оксфордского и

волжского ярусов. Кимериджский ярус на территории Саратовского Правобережья достоверно не установлен.

*Оксфордский ярус* ( $J_{30}$ ) представлен глинами, серыми, сильно карбонатными, в которых встречаются известковистые конкреции. В Саратовском Правобережье сохранились отложения только низов яруса, но, зато, разрез пограничных отложений келловейского и оксфордского ярусов (средней-верхней юры), вскрытый карьером у п. Дубки, является самым полным (непрерывным) на Русской плите, и, возможно, во всем мире. Мощность оксфордского яруса изменяется в Саратовском районе от первых метров до 20 м, в зависимости от глубины предволжского размыва.

*Волжский ярус* ( $J_{3V}$ ). Отложения волжского яруса на территории полигона практики фрагментарно сохранились от размыва в виде незначительных по мощности прослоев (до 1 м). В разрезе п. Дубки присутствуют в непереотложенном виде верхи средневолжского подъяруса (зона *V. virgatus*).

В общей стратиграфической шкале в качестве последнего яруса юрской системы фигурирует титонский, выделенный в Тетическом поясе. До сих пор не установлено его точное соответствие с волжским ярусом, выделенным в Бореальном поясе и распространенным на большей части территории России. Согласно последним договоренностям международных стратиграфических комиссий, ниже- и средневолжский подъярусы параллелизуются с титонским ярусом, а верхневолжский подъярус с низами берриасского яруса общей стратиграфической шкалы.

*Меловая система* (K).

Отложения меловой системы пользуются наиболее широким распространением на земной поверхности Саратовского Правобережья.

*Нижний отдел* ( $K_1$ ). Из шести ярусов нижнемелового отдела три верхних (барремский, аптский и альбский) имеют широкое распространение на территории полигона практики. Готеривский ярус выделяется условно и не по-



всеместно. Берриасский и валанжинский ярусы на территории Саратовского Правобережья не установлены. Представители берриасской и валанжинской фауны встречаются только в переотложенном виде, в горизонтах конденсации между юрской и меловой системами.

*Готеривский ярус* ( $K_1h$ ) сложен глинами серыми и темно-серыми. Органические остатки встречаются крайне редко. На территории Саратовского района мощность яруса не превышает первых метров.

*Барремский ярус* ( $K_1br$ ) представлен глинами темно-серыми, иногда алевроитистыми, с сидеритовыми стяжениями и песками и песчаниками, часто косослоистыми. Опорные разрезы барремского яруса расположены на севере Саратовского Правобережья в Хвалынском районе. В Саратовском районе самые верхи барремского яруса можно наблюдать в стенках Маханного оврага, близ его устья, а также в карьере по добыче песчано-глинистых пород, использованных для отсыпки саратовской кольцевой дороги, у п. Дубки. Мощность яруса в Саратовском районе около 60 м.

*Аптский ярус* ( $K_1a$ ) представлен чередованием пачек глин от темно-серых до черных и песков глинистых. В глинах часто встречаются крупные (до полуметра в диаметре) сидеритовые конкреции уплощенной формы. В низах яруса породы загипсованы. В разрезе апта Соколовой горы загипсованность глин проявляется в мелких (несколько миллиметров) кристалликах гипса игольчатой формы, в глинистых песках гипсовые корки выполняют многочисленные трещины в горных породах. В песках глинистых нередки стяжения песчаников, иногда косослоистых, в виде гигантских уплощенных конкреций (до нескольких метров в поперечнике и несколько дециметров в толщину) на смешанном кремнисто-глинисто-железистом цементе. Часто в пределах пачек глинистых песков наблюдается тонкое переслаивание глин и песков, создавая хорошо выраженные слоистые текстуры. В пределах глинистых пачек горизонтальная слоистость подчеркивается тонким чередованием чистых и алевро-

ритистых глин. Характернейшей особенностью нижней части аптского яруса является наличие битуминозных сланцев, внутри которых находятся гигантские мергельные конкреции (длиной многие метры и, даже десятки метров, толщиной - до первого метра). Битуминозные сланцы имеют распространение в северной части Саратовского Правобережья (достигая максимальной мощности в Хвалынском районе – до 20 метров), а в районе г. Саратова происходит фациальное замещение битуминозных сланцев на глины. Уровень «аптской плиты» при этом имеет повсеместное распространение. На Соколовой горе глины, вмещающие «аптскую плиту» еще имеют сланцеватую текстуру, и поэтому в них легко опознать аналог битуминозных сланцев. В программу полевых маршрутов входит посещение разреза нижнеаптских глин и битуминозных сланцев (с «аптской плитой») у с. Широкий Буерак Вольского района, в которых встречаются многочисленные отпечатки и остатки ранне-аптских аммонитов. Пачка битуминозных сланцев изобилует красивыми сростками кристаллов гипса (своеобразные «розы гипса») размерами до десятка сантиметров.

Опорным разрезом яруса традиционно (около века) считается Соколовая гора, которая, практически от подножия и, почти, до вершины сложена аптскими отложениями. К сожалению, в настоящее время разрез находится в плохом состоянии и недоступен для изучения в большей своей части: борта Маханного оврага, других оврагов и отвержков, рассекающих склоны Соколовой горы, задернованы, покрыты растительностью и, очень сильно замусорены антропогенными отходами. В пределах Саратовского полигона практики, хорошее обнажение низов аптского яруса, представленное в основном песками с характерной фауной аммонитов расположено в старом заброшенном карьере у с. Докторовка Татищевского района. Мощность яруса в пределах Саратовского района 60-80 м.

*Альбский ярус* ( $K_{1al}$ ). Несмотря на более чем вековую историю изучения, альбский возраст отложений Саратовского Правобережья надежно обоснован только в Вольском районе, где в карьере «Большевик» цементного завода (посещение которого входит в программу разработанных маршрутов геологической практики) в черных глинах, подстилающих верхнемеловые карбонатные отложения найден позднеальбский аммонит. В Саратовском районе к альбскому ярусу отнесена мощная толща (до 60 м) преимущественно песчанистого состава. Альбский возраст отложений аргументируется литологическими корреляциями, стратиграфическим положением и немногочисленными микрофаунистическими и палинологическими данными.

В программу геологических маршрутов входит посещение разрезов низов альбской толщи (видимой мощностью до 40 метров) у с. Пристанное. Здесь разрез представлен чередованием пачек, сложенных преимущественно песками с тонкими прослоями глин (аналоги этих пачек слагают верхнюю часть разреза Соколова гора), и пачек, сложенных глинистыми песками, где содержание глинистого материала сопоставимо с алевритистыми и псаммитовыми частицами. Сверху разрез бронируется пластами очень твердого песчаника (т.н. «сливной песчаник») на кремнисто-железисто-сидеритовом цементе. Верхи отложений, относимых к альбу, можно наблюдать в разрезе г. Шаблиха (п. Увек). Здесь они представлены чередованием пачек песков глинистых и глин черных, с горизонтами желваковых фосфоритов.

*Верхний отдел* ( $K_2$ ). На территории практики представлен всеми ярусами, входящими в его состав.

*Сеноманский ярус* ( $K_{2s}$ ) сложен главным образом песками от белых до серых и охристо-желтых, кварцевыми, глауконитово-кварцевыми, часто кослоистыми. В пределах полигона практики различные уровни сеноманской толщи изучаются в разрезах Лысая гора, Поливановка, г. Шаблиха (Увек), с. Пудовкино. В целом, сеноманские пески бедны органическими остатками,

однако отдельные слои, например, в разрезе г. Шаблиха содержат многочисленные остатки ихтиофауны (зубы акул). Мощность сеноманского яруса в Саратовском районе около 60 м.

*Туронский и коньякский ярусы* ( $K_2t$  и  $K_2cn$ ). Отложения этих ярусов сохранились не повсеместно. На территории Саратовского района они установлены в районе с. Пудовкино, где представлены сильно карбонатными песчаниками мощностью 2,5 м. В основании, середине и кровле этой пачки присутствуют латерально выдержанные уровни фосфоритовой гальки (размером до первых сантиметров). Переотложенная фауна туронского и коньякского ярусов, присутствует в основании сантонского яруса.

*Сантонский ярус* ( $K_2st$ ) начинается так называемым «губковым горизонтом», состоящим из слабо и неравномерно сцементированного глауконитово-кварцевого песка, переполненного фосфоритовой галькой и остатками губок. Выше следует, очень легко опознаваемая визуально толща, частого чередования опок и глин, известная под названием «полосатой серии». В некоторых разрезах, например с. Пудовкино, глины и опоки «полосатой серии» содержат большое количество карбонатного материала. В разрезах Лысой горы и Поливановки в прослоях глин можно встретить марказитовые конкреции (размерами до нескольких сантиметров). Верхи яруса сложены опоками серыми, темно-серыми, содержащими довольно многочисленные остатки двустворчатых моллюсков и белемнитов.

Разрезы сантона изучаются студентами на Лысой горе, у с.Пудовкино и в п. Поливановка. Мощность яруса изменяется от 20 м (Лысая гора) до 35 м (с. Пудовкино).

*Кампанский ярус* ( $K_2km$ ). В основании залегает слой зеленовато-серого глауконитово-кварцевого песчаника на кремнистом цементе, с фосфоритовыми желваками и часто встречающимися рострами белемнитов. Песчаник характеризуется максимальной твердостью среди всех верхнемеловых отло-

жений и поэтому повсеместно образует «полку» в микрорельефе склонов Приволжской возвышенности (в разрезах Лысой горы, с. Пудовкино). Выше следуют глины алевроитистые и песчанистые, в различной степени известковистые, содержащие зерна и крупные гнезда глауконита. Мощность кампанского яруса не превышает 5 метров.

Опорный разрез пограничных отложений сантона-кампана расположен у д. Мизино-Лапшиновка Саратовского района.

*Маастрихтский ярус (K<sub>2m</sub>).* Отложения этого яруса распространены наиболее широко и имеют максимальную мощность. Повсеместно они представлены карбонатными образованиями: писчим мелом, известняками, мергелями, карбонатными глинами. Наиболее представительная по мощности толща маастрихтских отложений (около 80 метров), представленных мергелями, писчим мелом и известняками, вскрыта карьером «Большевик» Вольского цемзавода. В этом разрезе можно найти наиболее широкий спектр представителей позднемеловой фауны: белемнитов, иноцерамов, морских ежей, аммонитов и др. Разрез маастрихта у с. Тепловка Новобурасского района представлен мергелями. В Саратовском районе маастрихт представлен карбонатными глинами, хорошо обнаженными на склонах горы Лысой. Характерно, что в маастрихтских отложениях возрастает содержание алевроитистой фракции по мере пересечения полигона практики в южном направлении. Мощность яруса в Саратовском районе около 30 м.

#### Кайнозойская группа (KZ).

#### *Палеогеновая система (P).*

Среди палеогеновых пород в Саратовском Правобережье распространены породы только нижнего отдела – палеоцена.

*Палеоцен (P<sub>1</sub>).* В общей стратиграфической шкале палеоцен подразделяется на три яруса: датский, зеландский и танетский. Отложения последних двух широко распространены на полигоне учебной практики. Датский ярус

установлен только на локальном участке близ с. Рыбное Вольского района (т.н. «белогородненские слои»). Несколько десятилетий назад, когда не существовало общепринятого ярусного деления палеогеновой системы, палеоценовые отложения Саратовского Правобережья были расчленены на сызранский и саратовский ярусы. В настоящее время эти названия сохранились за местными стратиграфическими подразделениями – свитами: сызранская свита соответствует зеландскому, а саратовская – танетскому ярусу.

*Зеландский ярус ( $P_{1z}$ )* (сызранская свита) представлен опоками серыми. К кровле сызранской свиты в опоках возрастает количество терригенного алевритового и псаммитового материала, настолько, что при визуальной диагностике породы с равным успехом могут быть названы опоками сильно песчанистыми или песчаниками на кремнистом цементе, появляются пласты глин. Характерной чертой пород является интенсивное ожелезнение, часто в форме колец Лизеганга. К верхам сызранской свиты приурочены многочисленные остатки устриц, образующие скопления в виде, так называемых «устричных банок». Мощность сызранской свиты около 60 м.

*Танетский ярус ( $P_{1t}$ )* (саратовская свита) представлен уже, в основном, песками кварцевыми. Однако переход от пород сызранской свиты к саратовской литологически выражен очень плавно: количество кремнистого материала в песках саратовской свиты убывает постепенно. В нижней части распространены латерально выдержанные пласты плотных песчаников на кремнистом цементе, выше встречаются конкреции песчаника на кремнистом цементе, порою очень больших размеров (до нескольких метров), как, например, в карьере по добыче песка у с. Большая Каменка Татищевского района (рис. 8). Пласты и конкреции танетских (саратовских) песчаников на кремнистом цементе интенсивно биотурбированы, имеют неровные поверхности и легко опознаются визуально, даже если встречаются в виде переотложенных обломков, в различных генетических типах четвертичных отложений. Сохра-

нившиеся от последующего размыва отложения саратовской свиты имеют мощность от первых метров до первых десятков метров.



*Рис. 8. Интенсивно биотурбированная конкреция песчаника на кремнистом цементе из разреза саратовской свиты у с. Большая Каменка.*

Палеоценовые отложения слагают, в основном, водораздельную поверхность Приволжской возвышенности.

*Неогеновая система (N).*

В Саратовском Правобережье отложения нижнего отдела неогена – миоцена не сохранились, а отложения верхов верхнего отдела – плиоцена (акчагыльского яруса) присутствуют на локальных участках в Воскресенском и Вольском районах, где они представлены, в основном прибрежными морскими образованиями – органогенными известняками-ракушняками. В Левобережье плиоценовые отложения распространены широко, представлены песками и глинами. Мощность акчагыльских отложений меняется от первых метров до первых десятков метров.

### *Четвертичная система (Q).*

Эоплейстоценовый подотдел (апшеронский ярус, который ранее относился к плиоцену) на территории Саратовского Правобережья отсутствует и развит только в Левобережье. Плейстоценовый и голоценовый отделы представлены различными генетическими типами континентальных образований: аллювиальными, делювиальными, пролювиальными, коллювиальными, элювиальными, эоловыми отложениями.

Аллювиальные отложения развиты в долинах всех рек Саратовской области, где они слагают речные террасы аккумулятивного типа.

В полевую программу практики по общей геологии входит знакомство с представительными разрезами среднеплейстоценового и верхнеплейстоценового аллювия в Левобережье у с. Красноармейское (Энгельсский район) и с. Приволжское (Ровенский район), слагающими хазарскую (среднеплейстоценовую) и раннехвалынскую (позднеплейстоценовую) надпойменные террасы р. Волги, соответственно.

Делювиальные и делювиально-пролювиальные отложения широко развиты на дневной поверхности, практически везде, где углы склонов превышают несколько градусов. Разрезы делювиальных и делювиально-пролювиальных отложений изучаются во время полевой практики, почти, в каждом геологическом маршруте.

Пролювиальные отложения, представляющие собой продукты конусов выноса временных водотоков, присутствуют в устье практически каждого оврага и крупной промоины, однако далеко не везде хорошо экспонированы, что затрудняет их изучение.

Коллювиальные отложения широко развиты у подножья крутых склонов. Наиболее мощные коллювиальные осыпи (мощностью до нескольких метров) можно встретить у подножья склонов Приволжской возвышенности и у береговых обрывов р. Волги.



К эоловым отложениям можно отнести широко распространенные на территории Саратовской области, особенно в Левобережье (так называемая покровная толща) лессовидные суглинки с характерной столбчатой отдельностью (рис. 9). Несмотря на то, что эти породы имеют смешанный генезис, эоловый материал в них доминирует.



*Рис. 9. Лессовидные суглинки покровной толщи Заволжья, венчающие разрез аллювиальных отложений хазарской надпойменной террасы р. Волги у с. Красноармейское. (Черными линиями подчеркнута столбчатая отдельность). Пунктирная линия – подошва суглинков.*

Элювиальные отложения (исключая почвенные образования) в Правобережье широко распространены только на ровной водораздельной поверхности Приволжской возвышенности.

### 2.3. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В геологической истории территории учебной практики, как и всего юго-востока Восточно-Европейской платформы, выделяются три основные стадии: кратонная, авлакогенная и плитная. Первая, самая длительная, занимала значительную часть архейского времени и ранний протерозой. В ходе ее были образованы метаморфические и магматические породы кристаллического фундамента и сформированы его основные структуры – складчатые и разрывные. Образования, вошедшие в состав фундамента, пережили несколько фаз складчатости и горообразования, что привело, в конце концов, к общей кратонизации (созданию общей прочной жесткой структуры на месте подвижного пояса) и появлению мощной консолидированной земной коры континентального типа. Во время тектонического «покоя» на месте орогена в ходе процесса денудации и выравнивания рельефа была создана денудационная равнина (пенеплен), в пределах которой длительное время происходили процессы выветривания горных пород, что привело к формированию рыхлых продуктов древней коры выветривания.

Вторая стадия – авлакогенная – проявилась благодаря сводовым поднятиям и растяжению земной коры на их сводах, что привело к дроблению единого кратона на крупные фрагменты и появлению между ними узких щелевидных структур - рифтов. Они стали заполняться осадками и спустя длительное время, в конце рифея прекратили свое существование («отмерли»), превратившись в авлакогены. Такую историю прошел Пачелмский авлакоген. На юго-восточном своем окончании он соединялся с двумя другими, образуя тройное сочленение рифтов. Один из них был ориентирован в широтном направлении на восток, а другой – на юг-юго-запад. В среднем углы между их направлениями составляли около  $120^\circ$ . Оба эти рифта в позднем рифее и венде продолжали расширяться и на их месте возник участок Палеоазиатского океанического бассейна, создав основу будущей Прикаспийской впадины.

В пределах Пачелмского авлакогена с начала позднего рифея установились морские условия и на смену наземным обломочным отложениям пришли прибрежно-морские и более глубоководные морские образования – терригенные и карбонатные. Их мощные (до 2,5 км) накопления к началу палеозоя заполнили рифтовую долину Пачелмского авлакогена, почти сравняв его с бортами (где морское осадконакопление не происходило). Начиная с позднего венда и затем весь ранний палеозой, на территории снова господствовали медленные поднятия и лишь на ее юго-востоке, в пределах океанического бассейна будущей Прикаспийской впадины, по-видимому, продолжалась аккумуляция терригенных осадков, судя по ордовикским и силурийским отложениям, сохранившимся на некоторых участках бортовых зон этой впадины.

Третья стадия развития платформы – плитная – прослеживается с момента появления первых образований ее осадочного чехла. Она началась с общих медленных погружений, приведших в конце раннедевонской – начале среднедевонской эпох к вторжению моря и установлению условий морского осадконакопления. Эти погружения пришли с юго-востока, со стороны зарождающейся Прикаспийской впадины, еще входившей в состав палеозойского океана.

Наиболее сложная мозаично-блоковая картина возникла в области тройного сочленения палеорифтов, на участке примыкания Рязано-Саратовского прогиба (сформировался на месте Пачелмского авлакогена) к бортовой зоне Прикаспийской впадины. Здесь происходила тектоническая перестройка, что привело к появлению новых структур – узких асимметричных продольных прогибов и разделяющих их гребневидных поднятий. В пределах первых происходило почти непрерывное накопление морских достаточно глубоководных осадков, на территории вторых седиментация неоднократно прерывалась и вообще протекала в мелководных условиях. Такие соотношения были установлены в разрезах среднего девона и низов верхнего девона бортовой

зоны Прикаспийской впадины, в частности, для Балаковской и Марьевской вершин, Степновского «сложного» вала и некоторых других структур второго порядка, осложняющих строение бортовой зоны в Саратовском левобережье.

Самые ранние слои осадочного чехла предположительно относятся к нижнему отделу девонской системы. Они несогласно перекрывают как метаморфические породы докембрия, так и рифейские отложения и сформированы за счет накопления в понижениях эрозионного рельефа наземных красноцветных отложений – продуктов интенсивного выветривания и денудации суши. Они были отложены в прибрежно-морских условиях и сохранились на участках опущенных тектонических блоков, что свидетельствует о дифференцированных тектонических движениях как во время их накопления, так и в последующее время. В среднедевонскую эпоху морская трансгрессия захватила почти всю территорию, создав условия для накопления терригенных, а затем и карбонатных осадков. Дифференцированные тектонические движения – поднятия и опускания блоков, сменявшие друг друга, продолжались и в позднем девоне, однако в меньшей степени сказывались на фациальной обстановке осадконакопления и проявились лишь в конце франского века и перед фаменским веком в виде четких стратиграфических перерывов в разрезах ряда положительных структур (Балаковская, Марьевская вершины). За это время была накоплена довольно мощная толща карбонатных осадков; в пределах зоны мелководных шельфовых фаций здесь выделяются мощные рифогенные постройки, выросшие на гребнях и склонах узких подводных поднятий в прибортовой зоне Прикаспийской впадины. На остальной территории к северу и северо-западу от них также преобладали мелководные условия шельфа, а к югу и юго-востоку – достаточно глубоководные обстановки континентального склона и его подножия, характерные для бортовой зоны Прикаспийской впадины (тогда – древней континентальной окраины Восточно-Европейского материка).

Тектонический режим и морские обстановки осадконакопления, установившиеся в позднем девоне, сохранялись и в каменноугольном периоде. Однако уже в позднекаменноугольную эпоху почти на всей территории юго-востока платформы (кроме Прикаспийской впадины и ее бортовой зоны) проявились восходящие движения. Они продолжались длительное время – вплоть до среднеюрской эпохи - и создали огромный континентальный перерыв, когда на поверхности суши господствовали процессы выветривания и денудации. В это время, по-видимому, были удалены ранее накопившиеся морские отложения верхнего карбона, в результате интенсивной денудации была снесена огромная масса ранее образовавшихся горных пород, территория была выравнена (пенепленизирована). Позднее, в триасовом периоде и в раннеюрской эпохе с наступлением влажного гумидного тропического климата усилились процессы химического выветривания, что привело к созданию древней (досреднеюрской) коры выветривания. Однако в результате позднейших тектонических движений и денудации ее образования почти не сохранились, оказавшись в переотложенном виде в составе базальных слоев нижне-среднеюрских отложений.

В бортовой зоне Прикаспийской впадины и внутри ее в позднекаменноугольно-раннепермское время продолжались опускания и накапливались мощные толщи терригенно-карбонатных осадков, сменившихся в конце раннепермской эпохи (в кунгурском веке) еще более мощными толщами каменной соли, гипса и ангидрита. Эти образования заполнили всю впадину, а продолжавшиеся по ее периферии поднятия – в области Уральского складчатого пояса на востоке и Северного Предкавказья на юге – привели к тектонической изоляции впадины и прекращению в ее пределах морского осадконакопления. В дальнейшем здесь в условиях аридного климата накапливались наземные образования поздней перми и триаса, представленные красноцветными обломочными породами.

Новая обширная морская трансгрессия, начавшаяся в среднеюрскую эпоху, была вызвана опусканиями земной коры, пришедшими с юга, со стороны Северного Предкавказья, и с юго-востока, со стороны Прикаспийской впадины. Область последней и до этого была зоной преобладающей аккумуляции, в течение триаса и юрского периода.

Крайняя западная часть территории нынешней Саратовской области, принадлежавшая Воронежской антеклизе, оставалась сушей до раннемеловой эпохи. Трансгрессия продолжалась с короткими перерывами и остановками в течение остальной части юрского периода, всего мелового периода и первой половины палеогенового периода, достигнув максимума в позднемеловую эпоху. Однако эти перерывы и остановки носили локальный и в целом эпизодический характер. В это время благодаря дифференцированным блоковым движениям фундамента и палеозойского чехла продолжали развиваться локальные структуры Саратовского района дислокаций, приуроченные к Елшано-Сергиевской и другим флексурам, разделяющим Корсаковскую, Карамышскую и другие депрессии, а также Степновский сложный вал, Балаковскую вершину и Марксовскую впадину. Однако впервые эти тектонические движения (опускания) были в целом общими для всей территории – как юго-восточной части платформы, так и Прикаспийской впадины. С этого времени сформировавшаяся в границах впадины Прикаспийская синеклиза становится частью единой Русской плиты.

В конце эоцена – раннем олигоцене, вследствие возобладавших поднятий, море покидает большую часть территории учебной практики. Регрессия началась с севера и востока одновременно и довольно быстро захватила ее целиком. В связи с продолжавшимися поднятиями к началу неогенового периода море ушло из Прикаспийской впадины. В новейший тектонический этап были созданы современная геологическая структура и наиболее ранние элементы рельефа – обширные денудационные и аккумулятивные равнины. Ин-

тенсивные поднятия были характерны для большинства структур Саратовского правобережья, в области Приволжской возвышенности. Во второй половине неогена – в плиоцене, и затем в четвертичном периоде движения земной коры несколько замедлились и сменились в Заволжье медленными опусканиями ритмично-колебательного характера. Такой режим тектонических движений предопределил развитие неоднократных ингрессий моря вдоль древней долины Волги со стороны древнего Каспийского бассейна – акчагыльской, апшеронской, бакинской, хвалынской.

Плиоцен-четвертичные отложения различного генезиса распространились в Заволжье в виде единого довольно мощного покрова, сгладившего все неровности ранее созданного денудационного рельефа поверхности.

## **2.4. МИНЕРАЛЫ**

На территории района учебной практики широко распространены обычные породообразующие минералы – кварц, полевые шпаты, глинистые минералы, кальцит и некоторые другие, входящие в состав большинства горных пород – песков, глин, мела, мергелей, известняков. Наряду с ними довольно обычны минералы, постоянно присутствующие в составе пород в качестве второстепенных, в виде, например, тонко рассеянной примеси. Это слюды – в песках и некоторых глинах, цеолиты – в некоторых опоках и мергелях, глауконит – в песках и некоторых опоках, магнетит – в речных песках. В виде прожилок по трещинам встречаются гипс, кальцит; конкреции и мелкие стяжения характерны для гематита и лимонита, пирита, сидерита, фосфоритов, кальцита, гипса. В сростках кристаллов, мелких друзах и игольчатых образованиях встречается гипс, в виде «пятен» (налетов, «примазок») на поверхности выходов алевролитов и глин иногда отмечается ярозит. Очень редко в зоне выветривания по трещинам в известковистых глинах обнаруживается палыгорскит.

В зависимости от происхождения минералы подразделяются на аутигенные, образованные на месте и во время осадконакопления, диагенетические, возникшие на стадии превращения осадка в горную породу, и эпигенетические, появившиеся в породе позднее. Кроме аутигенных минералов в породах присутствуют и такие, которые принесены издалека и, следовательно, образовались раньше и в других местах и обстановках. Это так называемые аллотигенные («чуждые») минералы. Из таких минералов состоят кварцевые и полевошпатово-кварцевые пески и песчаники; в них иногда в виде примеси присутствуют мусковит и магнетит – также аллотигенные минералы. Глины состоят из глинистых минералов (каолинита, монтмориллонита и некоторых других), также имеющих аллотигенное происхождение. Аутигенные минералы – кальцит известняков, халцедон кремней и опок, глауконит в некоторых песках, опоках и опокovidных песчаниках, где он образовался при диагенезе осадков, цеолиты в некоторых опоках, апатит фосфоритовых желваковых конкреций, пирит (марказит) и сидерит в конкрециях. Эпигенетические минералы – доломит в известняках, цеолиты в опоках и некоторых мергелях, гипс в прожилках, гематит и лимонит, окрашивающие пески в охристо-желтые цвета, а также ярозит и палыгорскит, присутствующие близ поверхности в трещинках. Характеристика типичных минералов и особенностей их проявления приводится ниже.

*Кварц*  $\text{SiO}_2$  составляет основную массу морских песков альбского и сенманского ярусов меловой системы, а также саратовской свиты палеоцена. Кроме того, он наряду с полевыми шпатами преобладает в составе аллювиальных песков русловой фации реки Волги. И лишь очень редко встречается в пустотах кремнистых («агатовых») конкреций в виде «щеток» мелких бесцветных прозрачных кристалликов, напоминающих горный хрусталь.

*Халцедон*, скрытокристаллическая тонковолокнистая разновидность кварца, встречается в виде корок, стяжений, прожилков, конкреций и жеод



среди некоторых горных пород. По-видимому, большей частью все эти образования относятся к эпигенетическим. Известны, в частности, псевдоморфозы халцедона по древесине – их можно обнаружить в глинах средней юры в окрестностях пос. Бартоломеевки севернее г. Саратова. В известняках московского яруса среднего карбона в карьере у пос. Тепловка встречаются многочисленные линзовидные кремнистые конкреции темно-серого и черного цвета, иногда зонального строения, с редкими пустотками. Изредка среди них отмечаются рисунчатые агатовидные кремни, состоящие из халцедона и кварца. В форме причудливых рогульчато-дырчатых светло-серых стяжений величиной до 30-40 см халцедон образует конкреции в кварцевых песках саратовской свиты палеоцена. В значительной степени из халцедона состоят биогенные кремнистые породы – опоки сантонского яруса верхнего мела и сызранской свиты палеоцена.

*Кальцит*  $\text{CaCO}_3$  - один из важнейших породообразующих минералов, он входит в состав таких пород как известняки, мел, частично мергели, слагающие в районе учебной практики целые толщи мощностью в десятки и сотни метров. Крупные месторождения известняков (как строительного камня и щебня) приурочены к участкам выхода на поверхность пород каменноугольного возраста в районе пос. Тепловки в 70 км севернее г. Саратова и на правом берегу р. Большой Иргиз у пос. Березовского западнее г. Пугачева, а также в других местах. Крупнейшее месторождение мела в окрестностях г. Вольска много лет разрабатывается для производства цемента. Иногда в известняках, например, в карьере у пос. Тепловки, можно обнаружить в небольших пустотах выщелачивания щетки кристаллов полупрозрачного кальцита.

В трещиноватых доломитизированных известняках Березовского месторождения кальцит встречается в виде натечных форм, возникших при заполнении пустот и трещин, а также при перекристаллизации и замещении известняка крупнокристаллическим агрегатом кальцита. Этот кальцит отлича-

ется ценными декоративными качествами – медово-желтым до янтарного цветом, меняющимся в тональности оттенков, что создает нередко красивый узорчатый рисунок. Возникшие при этом концентрически-зональные рисунки характерны для разновидностей поделочных и декоративных камней, получивших название мраморного оникса. Открытый в начале 70-х годов прошлого века, он получил местное название «саратовского арагонита», неоправданное с научной точки зрения.

*Гипс*  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  также является породообразующим минералом, когда он встречается в крупных скоплениях в виде пластов и целых толщ сульфатов (иногда вместе с ангидритом) в разрезе пермских отложений в Заволжье, где они установлены бурением. Однако этот минерал встречается у поверхности земли в виде включений отдельных кристаллов и их сростков, например, в глинах батского и келловейского ярусов у пос. Бартоломеевки, прожилок пластинчатого и поперечно-волокнистого строения – по трещинам в мергелях, глинах, песчаниках и алевролитах меловой системы, в плотных глинах среднеюрского возраста.

Встречаются и свежие тонкие натечные корочки гипса на выходах подземных вод сульфатного типа и в виде белесых «выпотов» на поверхности трещиноватых песчаников и алевролитов, обнажающихся в обрывах, интенсивно прогреваемых солнцем – например, на волжском склоне г. Шаблихи у пос. Увек. Нередко в этих же местах вместе с гипсом обнаруживаются налеты, примазки и тонкие корочки соломенно-желтого до зеленовато-желтого цвета, состоящие из тонкозернистого землистого агрегата. Это *ярозит* – водный сульфат калия и железа или железные квасцы -  $\text{KFe}_3(\text{OH})_6[\text{SO}_4]_2$ . Этот минерал быстро теряет влагу (гидроксильную воду) и разрушается при выветривании, выцветает на солнце, растворяется дождевыми водами.

*Сидерит*  $\text{FeCO}_3$  встречается только в виде включений в породах – конкреций среди песчанистых глин барремского и аптского ярусов нижнего мела.

Эти конкреции чаще залегают на определенных стратиграфических уровнях и приурочены к пачкам тонкого и частого чередования слоев глин и пропластков песков, когда в прослоях песков, перекрытых глинистыми илами, еще на дне моря создавались застойные условия в растворах придонных вод. Часто вместе с сидеритом в составе тонкозернистого агрегата присутствует кальцит, благодаря которому сидеритовые конкреции иногда обнаруживают слишком бурную реакцию вскипания с соляной кислотой. С поверхности конкреции сидерита часто покрываются натеками и корочками буровато-красного до охристо-желтого лимонита, что свидетельствует о неустойчивости сидерита в зоне выветривания.

*Пирит (марказит)*  $\text{FeS}_2$  еще более неустойчив на поверхности, подвергаясь окислению и замещаясь при этом мелантеритом (железным купоросом)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и лимонитом  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Однако на глубине уже нескольких метров он еще хорошо сохраняется, например, в плотных темно-серых глинах батского и келловейского ярусов юрской системы в окрестностях пос. Бартоломеевки. Здесь в неглубоких эрозионных промоинах и карьере рядом с окружной дорогой можно видеть мелкие (до 1-5 см) зернистые сростки пирита, точнее его разновидности – марказита. Этот минерал часто образует округлые или неправильной формы сростки нередко с бугорчато-зубчатой или гребенчатой поверхностью. На поверхности свежего излома виден металлический блеск и светло-желтый цвет, до зеленовато-черного в порошковатых разностях (цвет черты). Нередко наблюдается побежалость с интенсивными радужными расцветками на изломе. Марказит часто образует псевдоморфозы по раковинам моллюсков (аммонитов) и древесине. Его происхождение связывается с процессами диагенеза в илистых осадках, которые обогащены органическим веществом, участвующим в редукции сульфатов в растворах придонных вод.

*Глауконит*  $\text{K}(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Mg})_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]n\text{H}_2\text{O}$  – слоистый силикат, который возникает в морских осадках при их диагенетических изменениях. Он

часто замечается в виде тонкорассеянных мелких (0,1-0,2 мм) чешуйчатых зерен темно-зеленого цвета в светлых опоках и песках верхнего отдела меловой системы и палеогена.

На отдельных уровнях стратиграфического разреза, соответствующих перерывам в осадконакоплении и размывам ранее отложенных осадков, отмечается обогащение глауконитом вышележащих слоев. Наиболее отчетливо это наблюдается в опоках и конгломератовидных их разностях в верхах сantonского яруса на склонах г. Лысой, а также в песках в основании толщи опок сызранской свиты палеоцена (там же). Заметно обогащаются глауконитом и желваковые фосфориты в разрезе альбского яруса нижнего отдела меловой системы (например, в обрыве г. Шаблихи у пос. Увек).

Глауконит при выветривании легко разрушается, подвергаясь гидролизу, при этом освобождается окись железа в виде лимонита или гематита. Появление этих минералов сопровождается изменением окраски пород, например, песков сеноманского яруса – с зеленовато-серой на охристо-желтую, что хорошо видно на глубине первых 10-15 м в крупных выработках, в частности, в старом карьере у пос. Сокол. Содержит много калия (4,0-9,5%  $K_2O$ ) и используется в качестве удобрения почв.

*Гематит*  $Fe_2O_3$  и *лимонит*  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$  встречаются на поверхности и вблизи нее практически повсеместно – в виде пленок, корочек вдоль трещинок, отмечая тем самым зону современного выветривания. Кроме того, эти минералы придают характерную окраску некоторым толщам, особенно песчаным – например, альбским пескам в волжском обрыве у с. Пристанного. При этом заметно и появление отдельных стяжений охр и даже монолитных караваяобразных конкреций и жеод бурых железняков, образующих пунктирно прослеживающиеся скопления на нескольких уровнях разреза.

Иногда концентрация этих охр в песках становится настолько большой, что они приобретают практическое значение. Так, в области известно не-

сколько проявлений природных красок (пигментов) – железных охр и сурика, приуроченных к выходам песков альбского яруса. Одно из них расположено в районе учебной практики, в окрестностях пос. Тепловки, у ее восточной окраины, в старом карьере.

*Фосфорит (курскит - подолит)*  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})]_{2-3} \cdot \text{CaCO}_3$  представляет собой разновидность апатита, встречающуюся в осадочных породах в виде линзовидных и пластообразных скоплений (пластовые фосфориты), а также конкреций (желваковые фосфориты). В Саратовском Поволжье они встречаются в виде темно-бурых и черных желваковых стяжений (конкреций) в песчаных отложениях меловой системы, образуя нередко «горизонты», представляющие скопления полуокатанных гальковидных желваков и даже сплошные «плиты», возникшие при позднейшей их цементации. Наиболее типичные образования фосфоритовых залежей присущи отложениям альбского яруса нижнего отдела меловой системы – например, в обрыве г. Шаблихи (п. Увек) и туронского-коньякского ярусов в районе с. Пудовкино. Но они также отмечаются и на других уровнях разреза, например, подошве сантонского яруса, где выделяется так называемый «губковый» базальный горизонт, который можно наблюдать на склонах г. Лысой, в карьере в районе п. Поливановка, в оврагах у с. Пудовкино.

Первоначальные концентрации фосфатов возникли в морских осадках на стадии диагенеза, поэтому в конкреционных стяжениях наблюдается зональное строение и структуры перекристаллизации коллоидного вещества (радиально-лучистые микроструктуры), а также мелкие включения зерен кварца и глауконита.

*Палыгорскит*  $\text{Mg}_5(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – силикат сложного переменного состава, довольно редкий, но характерный в зоне гипергенеза (выветривания). Этот минерал встречается в трещинах среди глин и мергелей маастрихтского яруса меловой системы в самом верху уступа старого карьера

в завокзальной части Лысой горы. Он представлен тонкими мягкими картонообразными пластинами серого и буровато-серого цвета, спутанно-волокнутого строения, напоминающими нетканый материал. Это довольно рыхлый, неплотный минерал, способный поглощать воду. Палыгорскит был известен людям давно и заслужил такие народные названия как «горная кожа», «горная пробка». Практического значения не имеет, но интересен тем, что характеризует особые условия выветривания и взаимодействия пород, содержащих магний и алюминий, с подземными (грунтовыми) водами в зоне аэрации и капиллярного подъема.

## **2.5. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ.**

Горные породы являются важнейшим результатом большинства геологических процессов. Поскольку полигон учебной практики расположен в центральной части древней Восточно-Европейской платформы, то магматические и метаморфические породы здесь перекрыты мощным осадочным чехлом. Поэтому в ходе маршрутов студенты имеют возможность изучать только горные породы осадочного происхождения.

Классификация осадочных пород основана на их составе и условиях образования. По происхождению выделяют породы обломочные, глинистые и хемобиогенные (Швецов, 1958; Рухин, 1969). Эти крупные группы в свою очередь делятся по вещественному (в том числе гранулометрическому) и минеральному составу. Конечно, была бы желательна унифицированная генетическая классификация, однако большая часть осадочных пород представляет собой полигенетические образования, т.е. образуется разными способами. И только обломочные породы, ископаемые угли и соли являются моногенетическими образованиями. Поэтому наиболее целесообразным за основу подразделения осадочных пород принять вещественный состав и происхождение одновременно. В настоящее время по вещественному составу и генезису вы-

деляются следующие группы осадочных пород: обломочные, глинистые, глиноземистые (аллитные), железистые, марганцевые, фосфатные, кремнистые, карбонатные, соли и каустобиолиты. В районе Саратовского полигона наибольшим распространением пользуются первые две группы, в меньшей степени развиты кремнистые и карбонатные, в отдельных обнажениях можно наблюдать фосфатные.

Компонентный состав осадочных пород. Осадочные породы состоят из различных по составу и происхождению компонентов: аллотигенных, аутигенных, вулканогенного и космогенного материала, а также органических окаменелостей. Аллотигенные минералы составляют основную массу обломочных и некоторых глинистых пород, могут быть широко представлены в составе фосфатных, в виде примесей отмечаются в карбонатных и кремнистых породах. Самыми распространенными из них являются кварц, слюды, полевой шпат, реже глауконит, то есть наиболее устойчивые минералы, способные без разрушения перемещаться на большие расстояния.

Аутигенные компоненты образуются непосредственно в местах осадконакопления и не претерпевают латерального перемещения. К их числу относятся кальцит, доломит, гипс, сидерит, пирит, лимонит, глауконит и некоторые глинистые минералы. Они участвуют в строении практически всех осадочных пород, обнажающихся в районе практики, являются важными участниками процессов цементации в сцементированных разностях.

Органические окаменелости представляют собой окаменелые органические остатки растительного или животного происхождения, встречающиеся в ископаемом состоянии. Они могут быть породообразующими, или присутствовать в осадочных породах в виде примеси. Чаще всего представлены обломками створок и целыми раковинами брахиопод, двустворок, губок, кораллов, морских лилий, белемнитов и аммоноидей, а также остатками древесины. Значительно реже встречаются такие экзотические остатки, как зубы

акул. Органические окаменелости наиболее распространены среди глинистых и карбонатных пород, реже обнаруживаются в песчаных и фосфатных разностях. Целый ряд ископаемых организмов имеют микроскопические размеры (остракоды, фораминиферы, диатомеи, кокколитофориды и др.) и не могут быть обнаружены в полевых условиях.

В ходе полевых маршрутов описание пород должно проводиться по следующей схеме: название породы, цвет, минеральный состав, структура, текстура, характер отдельности, физико-механические свойства (крепкость, сыпучесть, трещиноватость, пластичность, пористость, гигроскопичность), наличие включений и конкреций, органические остатки (степень их сохранности, характер залегания, наличие сортировки, минерализация связанная с ними). В случае сцементированных разностей описывается тип и состав цемента.

#### Обломочные породы.

Само название этой группы показывает, что они состоят из обломков. То есть обломочные породы состоят, главным образом, из аллотигенных компонентов, образованных в результате разрушения (или физического выветривания) более древних образований. Это могут быть обломки как минералов, так и горных пород. Группа обломочных пород состоит из нескольких классов, которые выделяются в зависимости от размерности, слагающих их частиц. Кроме того, обломочные породы различаются (и классифицируются) по степени окатанности, а также делятся на сцементированные и рыхлые разности. Поэтому при изучении обломочных пород, кроме традиционной последовательности в описании, следует детально рассматривать структуру пород, отмечать преобладающие размеры зерен, степень их сортировки и окатанности, отдельно описывать состав и характер цемента.

*Крупнообломочные (или грубообломочные) породы.* Крупнообломочными называют такие породы, которые содержат более 25 % зерен с размерами по



длинной оси более 2 мм (по другим классификациям 1 мм). Такие породы иногда именуют псефитами. Крупная величина обломков обуславливает ряд специфических черт этих пород. Существенным, например, является то, что обломки представлены обычно горными породами, а не минералами, реже встречаются в различной степени окатанные скелетные остатки организмов.

Крупнообломочные породы, в зависимости от сочетания размеров слагающих обломков и степени окатанности, подразделяются на: глыбы – крупные угловатые обломки; валуны – крупные окатанные обломки; щебень – угловатые обломки средней размерности; галька – окатанные обломки средней размерности; дресва – мелкие угловатые обломки; гравий – мелкие окатанные обломки. Если крупнообломочные породы сцементированы, то состоящие из окатанных компонентов (крупных и средних) называют конгломератом и гравелитом (из мелких зерен). Если сцементированы не окатанные разности, то породу именуют брекчией (из крупных и средних обломков) или дресвяником (состоящую из мелких обломков).

В состав крупнообломочных пород кроме собственно обломков и цемента, также может входить заполнитель, представляющий собой относительно более тонкий обломочный материал, например песок, песок с гравием или гравий.

В районе практики крупнообломочные породы пользуются ограниченным распространением, имеют аллювиальное или морское (так называемые «конденсированные» разрезы) происхождение. Их можно наблюдать в окрестностях села Пристанное и в долине р. Елшанки, где они участвуют в строении речных террас. Кроме того, крупное обнажение грубообломочных пород альбского возраста студенты изучают в верхней части волжского склона, непосредственно под турбазой «Волга» (район с. Пристанное).

*Песчаные и алевритовые породы.* Песчаными называют мелкообломочные породы, состоящие преимущественно из зерен минералов, реже обломков пород, размер которых колеблется от 0,05 до 2 мм. Рыхлые разности называют

песками, а сцементированные – песчаниками. Алевритовые разности представляют собой породы, состоящие преимущественно из обломочных зерен минералов размером от 0,005 до 0,05 мм. Если порода сцементирована, ее называют алевролит, а если нет – алеврит.

Песчано-алевритовые породы подразделяются не только по структурному признаку, но и по составу слагающих минералов. В зависимости от этого показателя выделяют мономиктовые породы, состоящие на 90 % и более из одного минерала; олигомиктовые породы, которые сложены в основном обломочными зернами двух минералов; полимиктовые породы, состоящие из обломков нескольких минералов или даже горных пород. Последние обычно встречаются в складчатых областях, в то время как мономиктовые и олигомиктовые разности формируются на древних платформах.

В ходе полевых маршрутов студенты имеют возможность часто изучать песчано-алевритовые породы, которые целиком формируют разрезы батского яруса юрской системы, сеноманского яруса верхнего мела и саратовской свиты палеогена. Встречаются в виде прослоев в составе альбского и аптского ярусов нижнего мела. В основном это рыхлые разности, реже наблюдаются сцементированные породы. Хорошие обнажения песчано-алевритовых пород расположены в карьерах под горой Шаблиха (поселок Увек), севернее окраины села Каменка Татищевского района, вблизи «Золотой долины», в районе п. Поливановка, а также в отвесном Волжском берегу в окрестностях села Пристанное, в Пудовкинском овраге. Менее выразительные выходы можно наблюдать на склонах Лысой горы.

Песчано-алевритовые породы почти всегда светло окрашены, состоят преимущественно из кварца, нередко приобретают зеленоватый оттенок за счет наличия глауконита. Песчаники и алевролиты чаще слагают линзовидные прослои, нередко образуют конкреции, цемент по составу может быть кремнистым, железистым или карбонатным. По структурному признаку пески чаще

относятся к тонко- и мелкозернистым, хорошо отсортированным разностям.

Любой экзогенный процесс проявляется в разрушении, транспортировке и накоплении. Результатом разрушения часто является рельеф, накопление проявляет себя в виде осадочных пород, значительно реже удается отметить следы транспортировки. Восполнить этот пробел позволяют наблюдения над текстурными признаками, в первую очередь в песчано-алевритовых породах. В обнажениях на территории практики можно наблюдать многочисленные типы слоистости от горизонтальной, формирующейся в неподвижной или слабо подвижной среде, до различных вариантов наклонной, которая косвенно указывает на направление и скорость потока водной массы. В песчано-алевритовых породах также встречаются биотурбированные текстуры, представляющие собой ясные следы илороящих организмов, которые наблюдаются в виде разно ориентированных трубочек, отличающихся от вмещающих отложений структурой, степенью уплотнения или наличием ограничивающих корочек. Находки таких текстур наиболее часты в песках палеогена и сеноманского яруса, всегда указывают на подводные перерывы в осадконакоплении.

#### Глинистые породы.

Глинистыми называют породы, которые на 70 % и более состоят из пелитовых частиц с размерами менее 0,005 мм. Главными породообразующими минералами глин являются силикаты и алюмосиликаты, такие как каолинит, хлорит, смектиты и гидрослюды. В силу своих малых размеров они не могут быть диагностированы в полевых условиях, и потому минеральный состав глин, при их описании в обнажениях, не указывается.

Малые размеры пелитовых частиц определяют некоторые специфические черты глин: пластичность, то есть способность в увлажненном состоянии сохранять свою форму после снятия нагрузки; способность к набуханию за счет поглощения влаги; высокие адсорбционные свойства, особенно смектитовых разностей, что определяет их ценность с точки зрения полезного ис-

копаемого.

Глинистые породы имеют различную окраску, их цвет может меняться от темно-серого, почти черного до чисто белого. Это может быть связано как с наличием органики и красящих окислов, так и со спецификой минерального состава (в светло окрашенных разностях обычно преобладает каолинит). Структура глинистых пород обычно пелитовая или алевро-пелитовая, в случае примеси алевроитовых частиц. Текстуры более разнообразны и наряду с горизонтальной слоистостью широко распространены следы подводного оползания (рулетоподобные, колобковые текстуры, следы скручивания) внутри слоев и трещины усыхания на поверхности глинистых пластов.

На территории Саратовского полигона глинистые породы распространены достаточно широко, они участвуют в строении разрезов келловейского и оксфордского ярусов юрской системы, альбского и аптского ярусов нижнего мела, маастрихтского яруса верхнего мела, составляют значительную часть интервала в уступе хвалынской террасы. Глины обычно темно окрашены, часто содержат большое количество органических остатков. Наиболее мощные разрезы глинистых пород можно наблюдать в карьере «Дубки», в долине реки Елшанки близ с. Бартоломеевка, на склонах горы Шаблиха в поселке Увек.

#### Хемобиогенные породы.

*Карбонатные породы.* Эти породы, наряду с песчаными и глинистыми, одна из наиболее распространенных и важных групп осадочных образований. Они на 90 % и более состоят из минералов класса карбонатов (главным образом кальцит и доломит), часто присутствует терригенный материал, в том числе и глинистые частицы. В качестве существенной, иногда господствующей части в карбонатных породах находятся скелетные органические остатки и их обломки. По вещественному составу карбонатные породы разделяются в зависимости от содержания в них карбонатных минералов и от соотношения карбонатной и терригенной составляющей. Основными представителями яв-

ляются известняки, доломиты и мергели, реже сидерит.

Известняки. Эти породы представляют собой почти исключительно продукты морского осадконакопления. Традиционно, в зависимости от происхождения, известняки принято разделять на хемогенные, органогенные и обломочные (кластогенные). Органогенные в свою очередь могут быть органогенно-детритовыми, ракушняковыми и собственно органогенными. Однако в настоящее время общепринято исключать из хемогенных все кристаллические разновидности, которые ранее рассматривались как хемогенные. Поэтому, к хемогенным относятся по сути дела лишь пелитоморфные и некоторые разновидности оолитовых известняков.

Известняки, почти всегда, мономинеральные образования и состоят из кальцита, в незначительных количествах содержится доломит. В качестве примесей присутствуют глинистые минералы, а также кварц и глауконит. Структура пород определяется в зависимости от размеров кристаллов, зерен или обломков органических остатков (например, грубо-, крупно-, мелко- и тонкодетритовые). Текстуры известняков очень разнообразны, особенно в органогенно-детритовых разновидностях, но наиболее распространены различные варианты горизонтальной слоистости. На территории полигона практики известняки распространены, в основном, в палеозойской части разреза, наиболее представительный разрез известняков московского яруса среднего карбона вскрыт карьером у с. Тепловка Новобурасского района.

Мергели представляют собой переходные породы от обломочных к карбонатным. Приблизительно в равных количествах в них содержится пелитовый и карбонатный материал. Окраска мергелей достаточно разнообразна, в районе практики встречаются только светлоокрашенные разновидности. Основными породообразующими минералами являются кальцит, смектиты (монтмориллонит) и гидрослюды. Структура породы обычно пелитоморфная. В районе Саратовского полигона мергели входят в состав маастрихтского яруса, обна-

жены вблизи с. Тепловка и карьерах г. Вольска.

*Кремнистые породы (силициты).* Главной составляющей этих пород является аутигенный кремнезем (50 % и более), который слагает два основных минерала силицитов – опал и кристобалит. В полевых условиях их различить невозможно из-за малых размеров кристаллов. В зависимости от структурных признаков кремнистые породы разделяют на биоморфные, обломочные и абиоморфные, не содержащие органических остатков (или их немного). В качестве примесей могут присутствовать глинистые минералы, кварц, глауконит, карбонатные минералы. Кроме седиментационных силицитов в осадочных разрезах широко распространены постседиментационные разности, образующие конкреции и линзовидные прослои. В минералогическом отношении они сложены халцедоном и кварцем. В районе Саратовского полигона встречаются как седиментационные, так и постседиментационные силициты.

Опоки, это типично седиментационные породы, которые относительно широко распространены в районе практики. Они слагают значительные части разрезов сантонского яруса верхнего мела и зеландского яруса (сызранской свиты) палеоцена. Порода достаточно плотная, в различной степени известково-глинистая, окраска меняется от светло-серой почти белой до темно-серой в зависимости от степени выветрелости. Характерными свойствами опок являются высокая гигроскопичность (прилипают к языку), раковистый излом на свежем сколе, остроугольная отдельность и звонкость при ударе.

Кремни, представляющие собой постседиментационные образования, встречаются в известняках московского яруса Тепловского карьера. Порода темно окрашена, очень крепкая, образует конкреции и небольшие линзовидные прослои.

*Фосфатные породы.* Из фосфатных пород в районе практики распространены только фосфориты – так называют осадочные породы с содержанием  $P_2O_5$  не менее 5 %. Среди них выделяют две морфологические разности – пластовые и желваковые фосфориты, в окрестностях Саратова встречается

только вторая разновидность.

Желваковые фосфориты обычно слагают целые горизонты, которые называют «фосслоями». В пределах Саратовского полигона встречается несколько таких горизонтов, которые залегают среди альбских глин, в основании туронского и сантонского ярусов верхнего мела. По внешнему виду фосфориты довольно разнообразны, представляют собой стяжения округлой, удлиненной, гроздьевидной или более причудливой формы, иногда формируют конгломератовидные образования с желваками в песчаном заполнителе. Их цвет зависит от примесей окисного или закисного железа, а также от содержания органического вещества и меняется от коричневатого-бурого до свинцово-черного. В вещественном отношении среди них выделяются две разновидности: образованные в результате фосфотизации скелетов губок и сохранившие некоторые черты их строения (в обломках узнается бокаловидная форма); собственно желваки, которые по существу относятся к сцементированным песчаным разностям. В них обломочные зерна кварца, глауконита, иногда пирита и обломков пород, сцементированы фосфатным веществом из фторапатита или гидроксилапатита.

Фосфоритовые горизонты хорошо обнажены в старых карьерах на Завокзальном склоне Лысой горы и в районе п. Поливановка, на склоне г. Шаблиха (п. Увек), а также вскрываются в Пудовкинском овраге и серией промоин в него впадающих.

## **2.6. ФАУНИСТИЧЕСКИЕ ОСТАТКИ**

Ископаемые органические остатки доставляют тот материал, который служит геологу для установления относительного геологического возраста горных пород. Кроме того, в ряде случаев они являются пороодообразующими компонентами. В осадочных горных породах наиболее часто встречаются остатки организмов, обитавших в морских водоемах. Изучением органических

остатков прошлых геологических эпох и закономерностями исторического развития органического мира занимается наука палеонтология (от греч. «палеос» – древний, «онтос» – существо и «логос» – слово). Наука, в задачи которой входит изучение хронологической последовательности осадочных слоев, их корреляция (сопоставление) на больших территориях, а также установление периодизации геологической истории, называется стратиграфией (от лат. «стратум» - слой). Результаты стратиграфических исследований являются основой, без которой невозможно построение геологических карт, другими словами, невозможно познание строения земной коры. Геологическая карта, если убрать с нее информацию (цветовую окраску) относительного возраста пород, представляла бы собой белое пятно. Несмотря на то, что современная стратиграфия располагает огромным арсеналом методов для решения своих задач (магнитостратиграфический, изотопный, сейсмостратиграфический, климатостратиграфический, ритмостратиграфический и др.) палеонтологический метод, т. е. определение относительного геологического возраста по палеонтологическим остаткам, остается среди них, бесспорно, ведущим.

Число групп ископаемых органических остатков огромно. Самостоятельными отраслями палеонтологического метода являются макрофаунистические, микрофаунистические и палинологические методы. Макрофаунистические методы основаны на изучении крупных (видимых, как правило, невооруженным глазом) остатков ископаемой фауны беспозвоночных (губки, брахиоподы, моллюски и др.) и позвоночных (рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие) животных. Объектом изучения микрофаунистических методов являются микроорганизмы, различимые, как правило, только под микроскопом. Большинство микроорганизмов, которые широко исследуются в стратиграфических целях (фораминиферы, радиолярии, наннопланктон и др.) принадлежат к типу простейших (одноклеточных). Палинологические методы занимаются изучением ископаемых спор и пыльцы



растений.

Далеко не все виды ископаемых организмов обладают высокой стратиграфической информативностью. Существует понятие руководящих ископаемых, находки которых наиболее важны для точного определения стратиграфического возраста и должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- 1) принадлежать к группам, обладающим быстрой изменчивостью во времени (только в этом случае по ним можно будет заметить даже небольшую разницу во времени образования вмещающих отложений, решив таким путем задачу подразделения разреза на дробные стратиграфические подразделения);
- 2) быть широко распространенными в пространстве (именно это обстоятельство дает возможность сопоставлять разрезы, расположенные в удаленных областях);
- 3) часто встречаться в отложениях.

Разрезы осадочных пород палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста, которые изучаются во время академической практики, насыщены разнообразными палеонтологическими остатками. В данном разделе приведены краткие сведения только о некоторых руководящих формах, которые можно встретить в отложениях на территории Саратовского Правобережья.

*Брахиоподы (плеченогие)* – тип одиночных двустороннесимметричных морских животных, ведущих донный прикрепленный образ жизни. Раковина состоит из двух створок: брюшной и спинной, которые не равны по размерам и неодинаковы по форме (*рис. 10а*). Брахиоподы существуют с кембрия до настоящего времени, однако их расцвет был в палеозое, для которого они и являются руководящей фауной. Среди вымерших брахиопод известно более 10 000 видов, ныне живет около 200.

На Саратовском полигоне практики многочисленные остатки брахиопод можно встретить в среднекаменноугольных известняках в карьере у с. Тепловка. На отдельных уровнях остатки брахиопод составляют большую часть

породы и такие известняки можно называть органогенными.

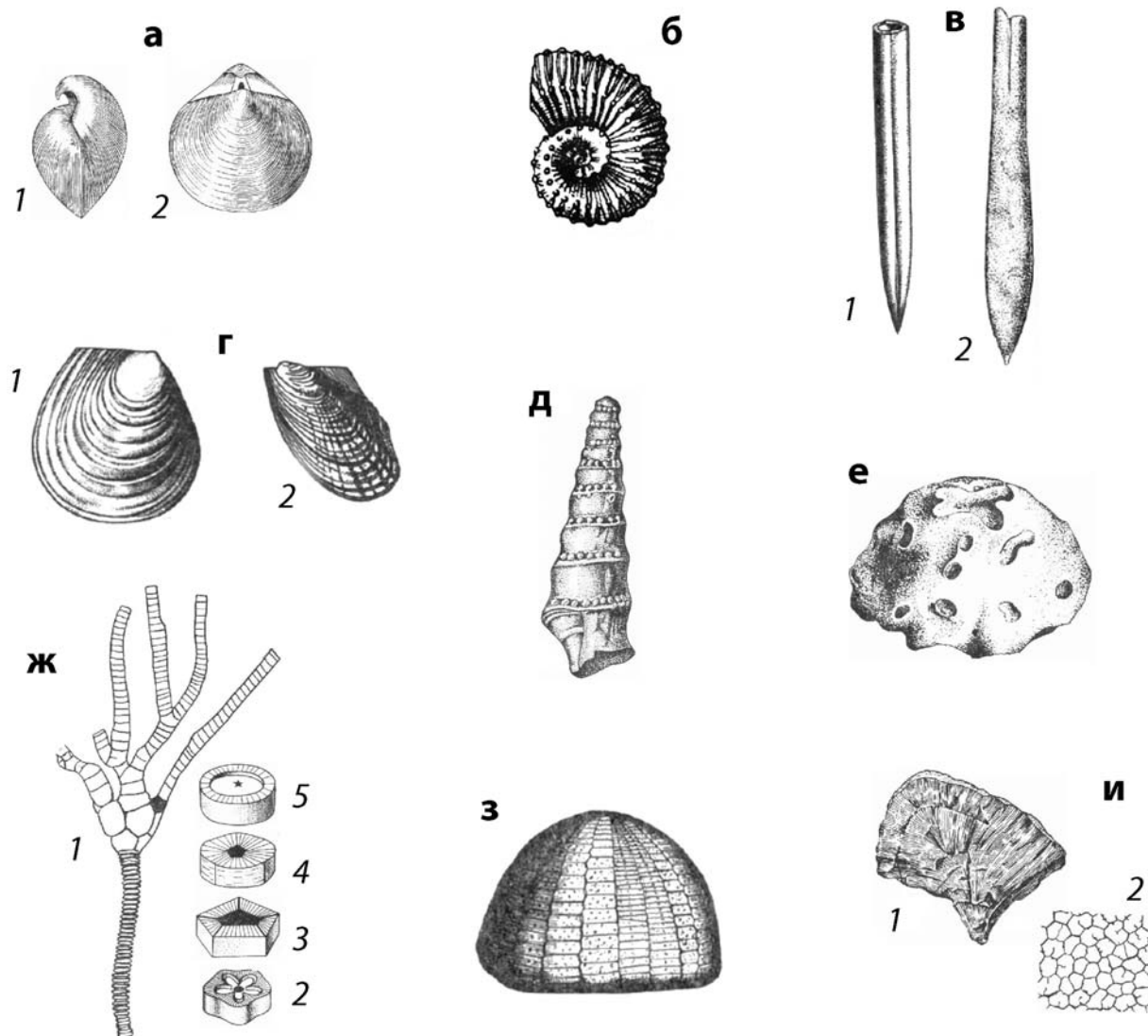


Рис. 10. Представители групп ископаемой фауны.

**а** – брахиопода *Stringocechalus burtini* ( $D_2$ ): 1 – вид сбоку, 2 – вид со стороны спинной створки; **б** – аммонит *Kosmoceras ornatum* ( $J_2$ ); **в** – белемниты: 1 – *Cylindroteuthis volgensis*, 2 – *Belemnella lanceolata*; **г** – двустворчатые моллюски: 1 – *Inoceramus crippii*, 2 – *Inoceramus (Sphenoceramus) cardissoides*; **д** – гастропода *Nerinea tuberculosa* ( $J_3$ ); **е** – губка *Etheridgea goldfussi* ( $K_2$ ); **ж** – морские лилии: 1 – *Moscovocrinus multiplex*, вид сбоку ( $C_2$ ), 2-5 – некоторые разновидности члеников стеблей морских лилий; **з** – морской еж *Echinocorys ovatus*; **и** – коралловые полипы, колония хететид ( $C_1$ ): 1 – вид сбоку, 2 – поперечное сечение.

*Аммониты* – отряд аммоноидей, отличающихся от более древних форм сложной формой перегородочной линии. Раковина свернута в плоскую спираль, но часть меловых аммонитов имеет развернутую или улиткообразную форму (рис. 10-б). Большинство аммонитов передвигались на большие расстояния пассивно - волнами и течениями, однако они могли самостоятельно перемещаться по вертикали вверх и вниз, так как имели своеобразный гидростатический аппарат (заполненные воздухом или водой камеры раковины), позволявший им менять глубину обитания. Аммониты жили в юрском и меловом периодах, вымерли на рубеже мезозоя и кайнозоя вместе с динозаврами и многими другими группами органического мира. Аммониты являются главными руководящими формами для юры и мела. Почти все юрские и меловые ярусы общей стратиграфической шкалы выделены на основе анализа эволюции аммонитов. Большинство детальных (подъярусных и зональных) стратиграфических шкал юры и мела также базируются на определениях фауны аммонитов. В Саратовском Поволжье благодаря находкам аммонитов обоснован байосский, батский, келловейский, оксфордский, волжский, готеривский, аптский, альбский, сеноманский возраст отложений.

Во время учебных маршрутов находки батских аммонитов можно сделать в карьере завода КПД-2 близ Сокурского тракта, различные виды аптских аммонитов можно найти в разрезе Соколова гора, с. Докторовка (Саратовский район), с. Широкий Буерак (Вольский район). Известны находки верхнемеловых аммонитов в разрезах с. Мизино-Лапшиновка (Саратовский район), карьер «Большевик» (г. Вольск). Вообще находки верхнемеловых аммонитов (кроме сеноманских) на территории Саратовской области редки, и любая новая находка представляет собой большую научную ценность. Но наиболее насыщены фауной аммонитов келловейские отложения. Разрезы келловей Малиновский овраг, с. Бартоломеевка, п. Дубки изобилуют пиритизированными, очень красивыми раковинами различных видов аммонитов, размерами от

первых сантиметров до первых дециметров.

*Белемниты (белемнитиды)* – отряд внутреннераковинных головоногих моллюсков, хороших морских пловцов. В ископаемом состоянии от них сохраняется ростр (*рис. 10в*). Белемниты появились в раннем карбоне и полностью вымерли в эоцене. Однако их расцвет приходится на мезозой. Особенно велико значение белемнитов для стратиграфии юрской и меловой систем. На территории Поволжья белемниты играют главную роль в обосновании баремского, сантонского, кампанского, маастрихтского возраста и детального расчленения отложений этих ярусов.

Остатки ростров белемнитов широко известны под названием «чертовых пальцев», на территории Саратовского Правобережья они в изобилии встречаются и в юрских, и в меловых отложениях. Чаще всего ростры белемнитов замещаются кальцитом (арагонитом). Длина ростров белемнитов варьирует от первых сантиметров до первых дециметров. Особенно много белемнитов можно встретить в батских и келловейских глинах в разрезах Сокурский тракт, с. Бартоломеевка, пос. Дубки и других.

*Двустворчатые моллюски (двустворки, пелециподы, пластинчатожаберные)* – одиночные двустороннесимметричные животные с известковой двустворчатой раковиной (*рис. 10г*). Створки соединяются при помощи упругой связи и замка. Двустворчатые моллюски – морские животные, но обитают и в солоноватых, и в пресных водах. Широко распространены с кембрия и до настоящего времени. Играют большую роль в стратиграфии как палеозоя, так и мезозоя, и кайнозоя. Например, для стратиграфии верхнего мела важное значение имеют иноцерамы – вымершие двустворки с неравностворчатой раковиной, покрытой грубыми концентрическими складками.

На территории полигона практики остатки двустворок, встречаются, пожалуй, наиболее часто, по сравнению, с другими группами древних ископаемых. Их можно встретить в отложениях, практически, любого возраста.

Размеры двустворок варьируют от долей сантиметра и первых сантиметров, например, в сантонских опоках в разрезах п. Поливановка, с. Пудовкино и др., до первых дециметров (иноцерамы) в маастрихтских мергелях разреза г. Вольск. Нередко в разрезах можно встретить уровни, представляющие собой скопление остатков раковин двустворок или их фрагментов. Один из подобных уровней, состоящий из нагромождения крупных раковин красивого вишнево-коричневого цвета, можно наблюдать в верхах сызранской свиты (палеоцен) в разрезах п. Поливановка, Лысая гора и др.

*Гастроподы (брюхоногие моллюски)* – одиночные животные обычно с асимметричным телом, ясно выраженной головой и спирально-башенковидной или плоско-спиральной раковиной (рис. 10d). Обитатели морей, пресных и солоноватых вод и суши. Известно около 85 000 современных и, примерно, 15 000 ископаемых видов. Гастроподы распространены с позднего протерозоя до настоящего времени, но особенно широко последние 250 миллионов лет. Поэтому наиболее важное стратиграфическое значение гастроподы имеют для мезозоя и кайнозоя.

Остатки древних гастропод можно встретить в палеозойских (среднекаменноугольных) известняках в карьере у с. Тепловка и, практически, во всех отложениях юрского, мелового и палеоценового возраста. Наиболее многочисленные находки мезозойских гастропод встречаются в келловейских отложениях разрезов с. Бартоломеевка, пос. Дубки Саратовского района.

*Губки* – тип низших многоклеточных беспозвоночных животных, не имеющих ни настоящих тканей, ни обособленных органов. Губки – одиночные и колониальные организмы, ведущие прикрепленный образ жизни. Губки распространены с протерозоя и доныне. Они играют значительную роль в стратиграфии верхнемеловых отложений Саратовского Поволжья. Большое количество древних губок можно встретить в основании сантонского яруса, где они образуют, так называемый, «губковый горизонт». Эти организмы имели скелет очень своеобразной формы (рис. 10e), иногда они имеют вид

бокалов или небольших кубков с высотой до 6-8 см.

Кроме перечисленных групп макрофауны, на территории полигона практики можно встретить также остатки *морских лилий (криноидей)* (рис. 10ж) (в разрезе келловей-оксфорда п. Дубки и известняках московского яруса в Тепловском карьере), *морских ежей* (рис. 10з) (в разрезе маастрихта г. Вольск), *кораллов (коралловых полипов)* (рис. 10и) (в разрезе среднего карбона с. Тепловка), фрагменты *ихтиофауны* (зубы рыб в песках сеномана на склонах г. Шаблиха) и *пресмыкающихся* (кости и, даже, черепа ихтиозавров в разрезах бата на Сокурском тракте и в с. Широкий Буерак Вольского района), *трилобиты* (единичные находки трилобитов, размером не более 1 см, встречены в разрезе среднего карбона с. Тепловка), а также *ископаемую древесину* (разрезы келловей Малиновый овраг, с. Бартоломеевка, п. Дубки, разрез саратовской свиты палеоцена у с. Б. Каменка) и других представителей древнего органического мира.

### **Глава 3. ИЗУЧЕНИЕ ЭНДОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Как известно, к эндогенным геологическим процессам относятся тектонические движения земной коры, иногда проявляющиеся в виде землетрясений, а также магматизм и метаморфизм, протекающие, как правило, на некоторой глубине от поверхности в недрах земной коры. В геологической «летописи» и рельефе Саратовского района учебной практики запечатлены лишь проявления тектонических движений. Следы процессов магматизма и метаморфизма в породах, обнажающихся на поверхности и даже залегающих на глубине первых километров, не отмечаются. Лишь на глубине более 2,5 км по данным бурения в составе кристаллического фундамента установлены разнообразные магматические и метаморфические породы – граниты, габбро, диабазы, гнейсы, амфиболиты, кварциты и кристаллические сланцы докембрийского (архейского) возраста.

#### **ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

Движения земной коры, вызываемые внутренними или эндогенными процессами Земли, называются тектоническими. В том или ином виде эти движения проявляются повсюду, однако, как правило, они протекают очень медленно и поэтому незаметны для обычного наблюдателя. Исключением являются такие явления как землетрясения, свидетельствующие о резких и быстрых перемещениях отдельных блоков земной коры. Однако сказанное верно лишь по отношению к современным тектоническим движениям, а ранее происходившие движения так или иначе оставили свои следы, например, в виде перерывов в напластованиях осадочных пород, в появлении их дислокаций и даже иногда – в рельефе поверхности Земли.

По времени своего проявления тектонические движения подразделяются на современные, новейшие и древние.

Современными движениями считаются те, что происходят на наших глазах в современную нам эпоху или происходили в недалеком историческом прошлом и сведения о них или их последствиях так или иначе были

зафиксированы в виде каких-либо свидетельств (наводнения, землетрясения и т.п.) В настоящее время научными методами регистрируется и обрабатывается информация о землетрясениях, а так же о всех перемещениях пунктов всемирной геодезической сети на поверхности Земли.

Однако о современных движениях можно судить и по характеру и скорости протекающих на земной поверхности экзогенных процессов – выветривания и денудации на одних участках, аккумуляции осадков – на других. Так широкое развитие осыпей на крутых склонах возвышенностей Саратовского правобережья, характеризует оживление гравитационных процессов при поднятии территории. К этому следует добавить, что на этих же участках активизируется и водная эрозия, благодаря которой на склонах широко развиваются овраги. Напротив, левобережье Волги в пределах Саратовской области и сопредельной части Казахстана, принадлежащее Северо-Каспийской низменности, отличается вялостью эрозионных процессов в условиях чрезвычайно выровненного рельефа и широкого развития процессов аккумуляции в континентальных обстановках (речных, озерных, пролювиальных, делювиальных, эоловых). Еще одним показателем современных восходящих движений является широкое развитие оползневых процессов на крутых склонах Приволжской возвышенности, особенно на участках правого берега р. Волги.

Представление об амплитудах современных движений можно получить из данных повторного нивелирования, проводимых, в частности, время от времени вдоль железных дорог. Установлено, что Приволжская возвышенность испытывает восходящие движения со скоростью 1-5 мм/год (в среднем за 25-50 лет). Эти значения довольно близки к скоростям тектонических движений в активных участках современного горообразования, однако они являются «мгновенными» оценками движений, на самом деле имеющих сложный колебательный характер, поэтому окончательная суммарная их амплитуда оказывается значительно (на 1-2 порядка) ниже такой «мгновенной» величины. В то же время Саратовское Заволжье опускается



со скоростью до 2,5 мм/год, что также представляется значительной величиной и характеризует области интенсивного погружения.

Во время практики студенты могут оценивать современные движения лишь по косвенным признакам: участкам интенсивного развития гравитационных процессов; зонам активизации оползней; фрагментам формирующейся эрозионной сети.

К новейшим (неотектоническим) движениям относятся такие, которые происходили на протяжении последних 25-30 млн. лет, то есть, с конца олигоцена – начала неогена. О них можно судить как по накопившимся за это время отложениям, созданным геологическим несогласиям и перерывам, так и по геоморфологическим признакам, сохранившимся в рельефе местности. Такими признаками являются денудационный или аккумулятивный типы рельефа, наличие и особенности строения речных террас, сужение и расширение речных долин, участки перехвата долин, участки оставленных (древних) долин, деформации высотных уровней речных террас и других геоморфологических уровней, наличие врезанных или блуждающих меандр, количество и строение эрозионных врезов в овражно-балочной сети и т.п. Поэтому важнейшими методами изучения новейших движений являются геологические и геоморфологические.

Начиная с раннего миоцена, Приволжская возвышенность участвовала в движениях разного знака. Ее центральная часть, входящая в район учебной практики и принадлежащая бассейнам рек Курдюма, Елшанки и Терсы, испытывала поднятие, общая амплитуда которого достигала 400-600 м. Причем эти движения проявились здесь не повсеместно, а в пределах отдельных тектонических зон – например, в зоне Саратовских дислокаций. Наибольшей интенсивности восходящие движения достигли в четвертичном периоде, в настоящее время они также достаточно велики – например, на Елшано-Курдюмском поднятии их скорость составляет 2,2 мм/год. Поднимающиеся возвышенности подвергались денудации и эрозионному расчленению. При этом в их водораздельных участках на разных

уровнях создавались поверхности выравнивания - денудационные равнины позднеолигоценового, позднемiocенового и раннечетвертичного возраста, а в долинах рек – плейстоценовые террасы. Ранее возникшие поверхности испытывали деформации, например, площадки нижнехвалынской террасы в долине р. Курдюма обнаруживают подъем на 8-10 м от Волги в сторону Приволжской возвышенности.

Существовавшая ранее овражно-балочная сеть переживала в такие моменты перестройку или «вторую молодость». Овраги – такие, как например, Маханный и Сеча, врезаемые в днища выположенных балок и лощин, образовались в результате вторичного вреза и свидетельствуют о возобновлении (или усилении) новейших тектонических движений на современном этапе. Отмеченные явления, вместе с такими признаками как ступенчатое (ярусное) строения водоразделов и склонов речных долин, висячие долины и овраги, преобладание выпуклых склонов водоразделов говорят об интенсивности восходящих движений в пределах Саратовского района учебной практики. Морфометрический анализ района Соколовой горы показал наличие здесь растущего сводового поднятия. Его местоположение совпадает с древней тектонической структурой – Соколовогорской брахиантиклинальной складкой, установленной бурением в породах палеозоя. Роль древних дислокаций на неотектоническом этапе вообще оказывается заметной. Так, крупный разлом северо-восточного простирания установлен вдоль правого берега Волги, определивший, по-видимому, общее направление ее долины к югу от Жигулевской (Самарской) излучины. Он контролировал распространение морских ингрессий в плиоцен-четвертичное время: к западу от разлома они не распространялись. Этот разлом сопровождается более мелкими, его оперяющими. Они обнаружены при разведке створов гидротехнических сооружений и мостовых переходов на Волге. Одним из них является сброс, идущий вдоль Глебучева оврага на северо-запад и разделяющий в черте г. Саратова блоки, представленные Соколовой и Лысой горами. Присутствие сброса непосредственно на

поверхности не наблюдается, но его наличие становится очевидным при сравнении высотного положения нижнемеловых отложений на этих участках: так, кровля аптских глин на Соколовой горе находится на абсолютных отметках 110 м, а у подножия Лысой горы – на уровне только 10 м над уровнем моря. На обоих участках слои меловых отложений залегают практически горизонтально, что позволяет определять амплитуду перемещения по этому сбросу не менее 100 м (рис. 11).

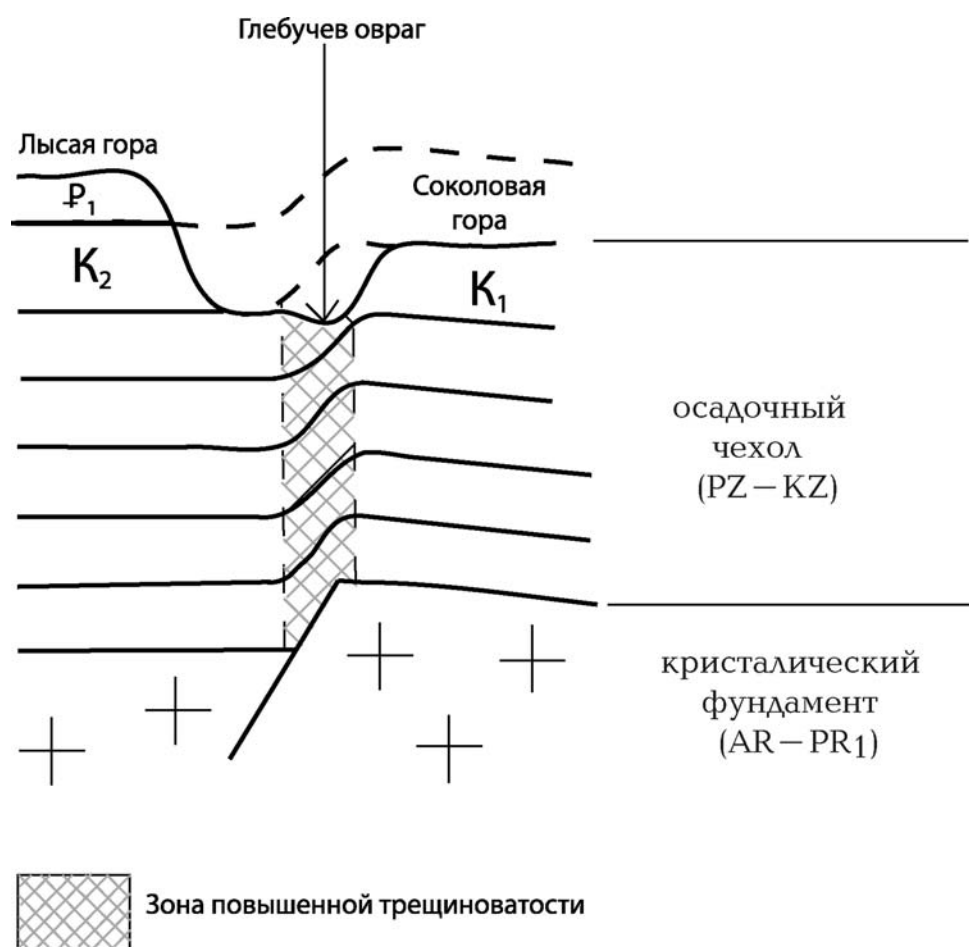


Рис. 11. Схематический разрез геологического строения участка между Лысогорским и Соколовогорским массивами. Смещение блоков фундамента по разлому обусловило формирование Елиано-Сергиевской флексуры в осадочном чехле. На земной поверхности в зоне повышенной трещиноватости, связанной с флексурным перегибом, возник крупнейший овраг г. Саратова – Глебучев.

В итоге неотектонического этапа на Правобережье был создан многоярусный рельеф, представленный тремя уровнями денудационных равнин (поверхностей выравнивания): самой древней – позднеолигоценовой - на

высоте 260-320 м над уровнем моря, второй, более низкой, позднемиоценовой, с отметками высот от 200 до 250 м, и самой низкой и молодой – раннечетвертичной – на высоте от 60 до 80 м. Эти денудационные равнины расчленены долинами Волги и ее притоков, а также долинами притоков Дона (на западе района). Современная долина Волги приурочена к границе позднеолигоценовой и раннечетвертичной денудационных равнин.

Слабые восходящие движения земной коры в начале неотектонического этапа проявились и в Заволжье, где в итоге сформировалась позднемиоценовая денудационная равнина с более низкими отметками высот чем в Приволжской возвышенности. Затем здесь возобладали опускания и в течение плиоцена и эоплейстоцена была создана аккумулятивная, в основном морская равнина. В начале неоплейстоценового времени на этой обширной территории снова стали господствовать слабые поднятия, приведшие к формированию раннечетвертичной денудационной равнины, наклоненной на юг, с отметками высот от 110-120 м на севере (район пос. Советское) до 60 м (в южной части Саратовского Заволжья). Ее поверхность еще очень слабо расчленена. Нисходящие движения земной коры в это время еще продолжались в зоне Приволжского разлома в ближнем Саратовском Заволжье, особенно на участке от г. Маркса до г. Энгельса. Здесь наблюдается аномальное расширение долины Волги и сближение устьев впадающих в нее рек Курдюма, Чардыма, Терешки, Малого и Большого Караманов. На этом участке резко увеличивается ширина всех террас и возрастает мощность речных отложений. Волга образовала на этом участке крупные блуждающие меандры и широкую пойму, ныне затопленные при создании водохранилища.

Во время полевых маршрутов студенты могут сравнить направленность и интенсивность новейших движений по следующим признакам:

- анализируя рельеф в левобережной и правобережной частях полигона;
- изучая особенности состава и мощность однотипных генетических типов четвертичных отложений;

- сопоставляя морфологию (глубина и поперечный профиль, висячие устья, наличие и характер вторичных врезов) оврагов и балок;
- изучая террасовые комплексы р. Волги и ее притоков.

Древними тектоническими (палеотектоническими) движениями считаются такие, которые происходили до олигоцена - начала неогена. Их невозможно изучать методами, применяющимися для современных и новейших движений земной коры. О том, что эти более ранние движения имели место, мы судим по их результатам (последствиям) в виде каких-либо дислокаций донеогеновых горных пород, выпадения из разреза отдельных слоев, их пачек и целых толщ осадочных пород, или изменений их мощности и фациального состава. Для этого необходимо применять геологические методы: анализ условий залегания пород и образованных ими структур, анализ геологических перерывов и несогласий, анализ распределения мощности осадочных толщ, анализ геологических фаций.

Как мы уже отмечали, на территории Саратовского района учебной практики отсутствуют пермская и триасовая системы, а также верхний отдел каменноугольной и нижний отдел юрской системы. Кроме этого огромного стратиграфического перерыва известны и другие, гораздо более кратковременные, зафиксированные по выпадению некоторой части слоев и отдельных ярусов юрской и меловой, а также палеогеновой и неогеновой систем.

Важнейшим геологическим объектом, на примере которого на территории полигона учебной практики можно показать значение крупного стратиграфического перерыва, созданного на протяжении длительной истории тектонического развития всей территории юго-востока Русской плиты, является участок окрестностей п. Тепловка в Новобурасском районе. Здесь, в долине р. Теплой, притока р. Чардыма, у южной окраины поселка расположен большой карьер по добыче строительного камня. В его южной части, в восточном борту обнажен контакт известняков московского яруса среднего отдела каменноугольной системы и песчано-глинистых отложе-

ний среднего отдела юрской системы. Между ними наблюдается угловое несогласие (рис. 12). Пластовая отдельность в известняках, совпадающая с их слоистостью, наклонена на северо-восток по Аз.  $40-45^{\circ}$  под углом  $14-16^{\circ}$ , а слоистость в перекрывающих их глинах и песках очень полого, под углом до  $2-4^{\circ}$  а погружается на восток-юго-восток. Таким образом, величина углового несогласия здесь составляет не менее  $12-14^{\circ}$ , что несколько больше общей для региона величины, достигающей  $4-5^{\circ}$ . Вызвано это тем, что на этом участке располагается сводовая часть брахиантиклинальной складки Тепловской локальной структуры, и обнаженная в уступе карьера толща известняков слагает ее северо-восточное крыло. Юрские отложения залегают на размытой поверхности известняков, полого наклоненной здесь в целом на юго-восток и как бы срезающей дислоцированные слои каменноугольной системы. По-существу, это древняя денудационная поверхность (поверхность выравнивания), существовавшая до прихода юрского морского бассейна.



*Рис. 12. Угловое несогласие между среднекаменноугольными известняками и среднеюрскими терригенными отложениями в карьере по добыче щебня у с. Тепловка.*

К контакту известняков московского яруса и песчано-глинистой юрской толщи приурочены характерные элювиальные образования, принадлежащие древней коре выветривания. Их мощность незначительна – не более 0,1-0,2 м, что скорее всего объясняется размывом. Однако если принять во внимание, что рядом в Саратовском Заволжье развиты карбонатные отложения верхнего отдела каменноугольной системы и нижнего отдела пермской системы общей мощностью до 650-700 м, то, по крайней мере, часть этой толщи могла быть подвергнута интенсивному химическому выветриванию (выщелачиванию и растворению) и на их месте мог образоваться остаточный продукт выветривания, подобный наблюдаемому. Формирование коры выветривания происходило в основном в раннем-среднем триасе. Если принять продолжительность этих эпох равной примерно 30 млн. лет и содержание нерастворимого остатка в известняках в среднем 1 вес.%, то при минимальной толщине элювия в 0,2 м при выветривании и денудации была удалена толща известняков мощностью до 20 м. Средняя скорость денудации суши в триасе в этом случае составляет не более 0,5 – 1,0 мм/1000 лет, что представляется разумной, но заниженной оценкой. Если учесть, что значительная, и возможно, большая, часть элювия древней коры выветривания была удалена и не сохранилась, то это может дать поправку, максимум на порядок превышающую полученную оценку. Снижение поверхности могло составлять за это время величину около 30-50 м, что означало уменьшение «нагрузки» и могло вызвать изостатический эффект всплывания земной коры, то есть, поднятия, по крайней мере компенсирующего денудацию.

Юрский этап седиментогенеза начинался в континентальных условиях. В районе Тепловского поднятия существовали древние реки и мелкие озера, геологическая деятельность которых также способствовала размыву древней коры выветривания. В песчано-глинистых породах байосского возраста студенты могут наблюдать «ленточную» слоистость сезонного

типа, а также однонаправленную косую слоистость, указывающих на аллювиально-озерное происхождение.

Приход морского бассейна (трансгрессия) на нашей территории завершился в середине среднеюрской эпохи. Это был достаточно медленный процесс, связанный с волной прогибания земной коры, пришедшей с юга, со стороны океана Тетис, и распространение более ранних юрских отложений прямо указывает на это. Мощности юрских отложений (порядка 220-270 м) свидетельствуют, что при постоянстве состава пород и их фаций обстановки седиментации существенно не менялись, в том числе и глубины бассейна. Если считать, что осадконакопление компенсировало погружение, то в целом итоговая амплитуда опускания земной коры за это время составляла около 250 м.

В позднеюрскую эпоху эти погружения неоднократно прерывались поднятиями, что отмечается размывами части уже отложенных осадков. Так, на территории Саратовского полигона учебной практики, по видимому, отсутствуют слои, принадлежащие кимериджскому ярусу и большей части волжского яруса. Затем опускания в конце волжского века сменились поднятиями в начале раннемеловой эпохи, что выразилось в отсутствии трех нижних ярусов меловой системы (в результате предготеривско-предбарремского размыва). Эти поднятия были все же кратковременны и локальны, и не идут ни в какое сравнение с предсреднеюрским перерывом. Они происходили на фоне общего медленного прогибания, компенсировавшегося накоплением осадков. К сожалению, по условиям обнаженности геологические разрезы, где можно было бы продемонстрировать отмеченные перерывы, недоступны. Зато можно увидеть в нескольких местах и в первую очередь, на склонах Лысой горы и в районе пос. Сокол (в старом карьере) контакт песчаной толщи сеноманского яруса и «полосатой серии» сантонского яруса, что означает выпадение из разреза туронского и коньякского ярусов верхнего отдела меловой системы. В основании сантонских опок и мергелей здесь залегает так называемый «губковый гори-



зонт», в котором встречается переотложенная фауна губок туронского и коньякского возраста, а также окатанные желваковые конкреции фосфоритов. Южнее в 35 км, в разрезе у села Пудовкино эти ярусы уже присутствуют в виде слоя карбонатных песчаников мощностью до 2,5 м, что свидетельствует о локальных и эпизодических поднятиях в конце коньякского века, перед отложением сантонских осадков. Эти поднятия в ряде мест привели к полному размыву отложений туронского и коньякского ярусов, на других участках – к конденсированному типу (результат перемыва) их залегания. Тем не менее, за весь меловой период накопилась довольно мощная толща (до 300 м) осадочных пород.

На рубеже мелового и палеогенового периодов снова произошли локальные поднятия, о которых мы узнаем по отсутствию отложений датского яруса палеогена в разрезах Саратовского правобережья, например, той же Лысой горы. Кроме того, в основании толщи опок сызранской свиты, принадлежащих следующему ярусу – зеландскому, залегает довольно выдержанный горизонт глауконитовых глинистых песков, с размывом перекрывающих глины маастрихтского яруса верхнего мела. Мощность сохранившихся от размыва отложений этого яруса составляет на Лысой горе не более 30 м, а севернее, в районе г. Вольска, их мощность достигает 80 м, а по данным бурения на водоразделе Волги и р. Терешки, северо-западнее с. Воскресенское - 140 м.

На территории Саратовского полигона сохранились лишь отложения нижнего отдела палеогеновой системы, представленные опоками сызранской свиты, песками и песчаниками саратовской свиты. Их общая мощность в районе г. Саратова (на склонах Лысой горы) едва ли превышает 55-60 м, что объясняется позднейшими восходящими движениями и размывами, коснувшимися в первую очередь самых высоких в разрезе отложений на водораздельных участках растущих поднятий. Однако на участках конседиментационных опусканий (т.е. происходивших одновременно с осадконакоплением), например, на Правобережье выше устья р. Чардым, по обе

стороны долины р.Терешки и на Змеевых горах около с. Воскресенское мощность отложений палеоцена достигает 170 м.

Самыми последними морскими отложениями (мелководными, и по существу переходными к прибрежно-морским) Саратовского Правобережья являются пески, песчаники и глины эоцена. Однако на территории Саратовского полигона они не известны, но за его пределами, на участке верховьев рек Вершаут, Аллай и Чардым имеются отдельные выходы проблематичного верхнего эоцена (Востряков, Ковальский, 1986). Все же это позволяет предполагать, что поверхность водораздела Приволжской возвышенности после эоцена уже больше никогда не покрывалась морскими водами и стала ареной поднятий, сформировавших олигоценовую денудационную равнину. Последующие тектонические события нами были уже рассмотрены (см. новейшие движения).

В пределах Саратовского полигона также существует возможность изучения результатов пликативных дислокаций. Есть несколько обнажений (на склонах Лысой горы, а также в Поливановском карьере по добыче песков), вскрывающих наклонно залегающие пласты пород сеноманского и сантонского ярусов, а также сызранской свиты в пределах юго-восточного крыла Елшанской брахиантиклинали.

В заключение можно отметить, что в районе Саратовского полигона учебной практики, как и на всей территории юго-востока Русской плиты, в результате общих тектонических движений дважды сменились морские и континентальные условия (и режимы осадконакопления). На фоне этих крупных и медленных движений в целом эпейрогенического характера проявлялись и более эпизодические локальные движения, вызванные дифференциальными перемещениями отдельных блоков земной коры и отражившиеся в строение поверхности кристаллического фундамента, в также в появлении отдельных складчатых и разрывных структур в породах осадочного чехла. Характерно, что многие ранее образованные структуры (например, в палеозое) продолжали свое развитие и после, в мезозойской и

кайнозойской эрах, проявив себя на неотектоническом этапе (Соколово-горская, Елшано-Курдюмская и Тепловская брахиантиклинали). Такие структуры получили название постумных или унаследованных, то есть унаследованно развивавшихся. Наряду с ними отмечаются структуры новообразованные, возникшие в результате инверсии тектонических движений – смены поднятия погружениями или наоборот. Так возникли многие депрессии – например, Корсаковская и Марксовская. Подобные структуры, а также флексуры, валы и составляющие их локальные «поднятия»- брахи-антиклинали, формировались на месте прежних поднятий и на границах тектонических блоков, менявших знак своих вертикальных перемещений. Такие тектонические структуры называются инверсионными. Для изучения таких движений полезно сравнивать структурные планы тех или иных территорий по результатам бурения для определенных поверхностей каких-либо стратиграфических уровней. Весьма полезным в начале исследований для анализа направленности и амплитуды эпейрогенических движений является построение так называемой палеогеографической кривой, отражающей смену поднятий и опусканий в геологическом времени. Мы предлагаем студентам перед написанием отчета о практике для иллюстрации главы о тектонических движениях построить такую кривую на основе данных о стратиграфических перерывах и распределении мощности тех или иных толщ.

## **Глава 4. ИЗУЧЕНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

### **4.1. ВЫВЕТРИВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД**

На возвышенных местах поверхности Земли обычно наблюдаются так называемые коренные породы – в виде скал, обрывов на склонах и отдельных останцов. У их подножья мы замечаем россыпи глыб и мелких обломков этих пород. Здесь же, на склонах, в виде покрова залегают тонкозернистые рыхлые отложения, содержащие мелкий щебень этих же пород. Эта картина не случайна, она создается благодаря могучим силам природы, действующим на поверхности суши: солнечной энергии – в форме тепла, нагревающего почву, движению воздушных масс атмосферы в своем известном круговороте, выполняющим важнейшую работу по перераспределению энергии у поверхности Земли, химической энергии многочисленных взаимодействий различных соединений и водных растворов с минералами горных пород, наконец, активности органического мира в разнообразных его проявлениях и особенно его способности поддерживать в динамическом равновесии весьма сложную глобальную систему биосферы. Возбуждаемые этими силами процессы приводят к перемещению огромных масс вещества на поверхности Земли, его дифференциации по механическому и химическому составу на путях переноса и накоплению этого вещества в конце этих путей, в новых условиях, где затем создаются новые горные породы.

Но прежде чем дать толчок этим процессам, те же природные силы подготавливают на суше необходимый материал, и начинается эта работа с разрушения и преобразования старых горных пород, оказавшихся к этому времени на земной поверхности. Этот начальный геологический процесс называется выветриванием, хотя он ничего общего не имеет с деятельностью ветра. Выветривание происходит практически повсеместно и проявляется на начальной стадии в появлении в горных породах трещин и их расширении (растрескивании пород), что приводит к раскалыванию монолитных блоков и дальнейшей их дезинтеграции (распадению) на мелкие

обломки и дресву. Так происходит разрушение горных пород под действием физических факторов – в первую очередь, колебаний температуры в результате нагрева и охлаждения горных пород в течение суток или продолжительных периодов времени года, когда благодаря действию сил объемного расширения внутри породы между отдельными ее минеральными зернами многократно возникают напряжения, приводящие в конце концов к появлению тончайших трещин на стыках зерен. Образовавшиеся трещинки заполняются водой, при замерзании которой происходит дальнейшее их расклинивание под действием кристаллизующегося льда. Вместе с водой в этих трещинках поселяются разнообразные микроорганизмы - бактерии и простейшие, а затем лишайники и мхи, высшие растения, благодаря метаболизму которых возникает обмен с окружающей средой, что во много раз ускоряет процессы разложения минералов и горных пород. Интенсивность преобразований в зоне выветривания и скорость процесса зависят от внешних условий и долговременно действующих причин - климатических, рельефа местности, тектонического режима и типа ландшафта, а с другой стороны – от степени прочности самих горных пород и устойчивости слагающих их минералов.

В районе учебной практики, в окрестностях Саратова можно наблюдать весьма характерные проявления процесса выветривания. Наиболее заметны следы выветривания на участках обширных водоразделов и их склонов, принадлежащих Приволжской возвышенности, особенно обращенных к долине Волги на ее правобережье. Они сложены породами меловой и палеогеновой систем – непрочными песчаниками и алевролитами, глинами, мергелями, опоками. Эти горные породы не отличаются прочностью и тем более монолитностью, они обычно разбиты трещинами отдельности (пластовой и секущей плоскости напластования под субвертикальными углами), нередко пористые и слабо сцементированные. Поэтому они легко разрушаются, образуя на склонах осыпи. Наиболее типичным примером являются участки склонов Лысой горы. Здесь в нижней части Завок-

зального склона наблюдаются широкие опоясывающие склон осыпи опок сантонского яруса, закрывающие борта старых карьеров. Выше по склону вдоль широких ложбин и промоин прослеживаются сравнительно узкие осыпи – «каменные реки», состоящие из обломков и щебня опок, и тонкоплитчатых обломочков, и дресвы мергелей сантонского и кампанского ярусов. Еще выше, в старом заброшенном карьере, его борта почти целиком, до самого верха, закрыты мощной глинистой осыпью, образовавшейся за последние полвека при выветривании известковистых глин и мергелей маастрихтского яруса меловой системы. Недалеко оттуда, на северном склоне Лысой горы в его верхней части выступают пласты выветрелых трещиноватых опок палеоцена, перекрывающих породы меловой системы (только что упомянутые глины и мергели). У подножия крутого обрыва располагается обширная каменистая осыпь этих опок, сильно выветрелых и с поверхности поэтому светло-серых и желтовато-серых, с бурыми разводами окислов железа (рис. 13).



*Рис. 13. Коллювиальные осыпи опок и опоковидных песчаников у подножия крутого обрыва на склоне Лысогогорского плато.*

Также на северном склоне Лысой горы, в районе 9-ой Дачной, распространены небольшие осыпи палеогеновых песчаников. Они занимают максимальные гипсометрические уровни на склоне, здесь поверхность горы наиболее круто наклонена.

Подобные результаты процесса выветривания можно видеть и в других местах, например, у подножия крутых волжских обрывов (как у с. Пристанного), на бортах глубоко врезанных оврагов (таких как овраг Маханый), на склонах других приволжских возвышенностей (например, на участке так называемого Увекского косогора). Широкое развитие осыпей – гравитационных образований – очевидно, свидетельствует о недавнем оживлении тектонических движений земной коры и таким образом, о проявлении их в современную нам эпоху. На правобережье Волги сейчас происходят поднятия, сопровождающиеся усилением эрозии и гравитационных процессов. Такие явления происходили и раньше, о чем свидетельствуют древние осыпи, погребенные под почвами и делювиальными суглинками на склонах Лысогорского массива, и вскрытые, например, в одном из старых карьеров в окрестностях трамвайной 9-й Дачной остановки. Как известно, такие скопления обломочного материала на склонах холмов и возвышенностей называются **коллювием**. Высота осыпей в нашем районе обычно не превышает 10-12 м, а толщина – 1-2 м.

Описывая коллювий в полевых условиях следует отмечать размер обломков (максимальный, минимальный, средний), их форму и состав, закономерности в распределении по склону, составлять планы-схемы, отражающие особенности распространения.

Форма обломков (или отдельность) коллювиальных образований часто теснейшим образом зависит от состава выветривающихся пород. Так при выветривании глин наиболее распространенной формой будут листоватая, чешуйчатая, пластинчатая, мелкощебенчатая. Другие типы пород практически никогда не дают такой отдельности. Наоборот, крупно глыбо-

вые обломки образуются лишь на участках выветривания прочных монолитных пород, таких как известняки, песчаники, силициты.

Менее заметны продукты выветривания на участках плоских ровных вершин этих возвышенностей, принадлежащих водораздельным пространствам, нередко довольно обширным. К ним относится, например, платообразная поверхность вершины Лысой горы, где находится лесопарк Кумысной поляны. Она занимает наиболее высокое положение в рельефе окружающей местности (порядка 290-320 м над уровнем Мирового океана) и вместе с другими такими же возвышенностями образует Волго-Донской водораздел. На поверхности этой вершины в мелких ямках, колеях дорог, искусственных рывинах и норках мелких грызунов под почвенным слоем можно наблюдать сильно выветрелые дезинтегрированные коренные породы – опоки, песчаники и пески палеоцена. При этом обнаруживается постепенный переход от них к почвенному гумусовому слою (горизонту) благодаря появлению (в случае, например, опок) мучнисто-пылеватой известковистой массы, содержащей дресву и мелкий щебень сильно выветрелых осветленных опок. Такая картина наблюдается в начале старой дороги, идущей в западном направлении вдоль просеки на Кумысную поляну. Здесь на опушке леса в небольшом по высоте уступе (до 1 м) на краю дороги из-под почвы выступают рыхлые образования описанного типа. Они представляют собой остаточные продукты выветривания, сохранившиеся на месте своего образования – **элювий**.

При изучении процессов выветривания необходимо обращать внимание на то, как они проявляются на различных горных породах, в какой зависимости эти процессы и их результаты находятся от рельефа и ландшафтных особенностей местности, как влияют внешние факторы (в первую очередь, климатические) на интенсивность протекания процессов выветривания и скорость накопления конечных его продуктов.

Наиболее полезным в этом отношении может быть маршрут на окраине города по склонам завокзальной части Лысой горы. Здесь можно



наблюдать, как идет выветривание различных слагающих ее горных пород. Так, темносерые мергели и известковистые глины на поверхности становятся более светлыми, иногда почти белыми и покрываются пленками и налетами извести, а сами переходят в мучнистую легко распадающуюся массу. В какой-то мере эта рыхлая масса, иногда толщиной до 1-5 см, сохраняясь на поверхности выходов пород, замедляет дальнейшее продвижение вглубь процесса, однако ненадолго – до ближайшего дождя, быстро смывающего эти продукты выветривания.

Выветривание опок происходит несколько иначе. За счет влаги, присутствующей в порах и трещинках, при колебаниях дневных и ночных температур, особенно при переходе через 0°C, в опоках возникает сеть микротрещин, захватывающая значительный объем породы на глубину до 1-2 и более метров. Трещины продвигаются не только вглубь, но и вдоль склона или поверхности выходов горных пород. При этом «оживают» и старые трещины, в частности, так называемые трещины отдельности, заложенные в породах в результате действия внешних тектонических напряжений и нагрузок на глубине. Они образуют свою систему пластовых трещин, совпадающих с напластованием, и секущих субвертикальных трещин по-крайней мере двух основных направлений. Нередко можно наблюдать, как крупные фрагменты (глыбы), отделенные трещинами от пластов опок, оседают и смещаются вниз под действием собственной тяжести, оказываясь на поверхности осыпи и распадаясь на более мелкие обломки. При этом обнаруживается, что опоки распадаются на обломки с характерными «криволинейными» поверхностями, как у черепков керамической посуды. Такой фарфоровидный излом проявляется при раскалывании скрытокристаллических силицитовых пород, какими являются опоки. На поверхности излома заметны пятнистые разводы красновато-бурого цвета, обязанные своим появлением диффузии водных растворов, содержащих соединения железа. При испарении у поверхности в этих растворах увеличивается их концентрация, превышающая предел растворимости, и происходит вы-

падение гидратов окисного железа (лимонита), но не прямо на поверхности, а в пределах некоторого объема породы, на глубине нескольких десятков сантиметров. Нередко при этом возникают узоры, напоминающие концентрические кольца Лизеганга, получаемые при демонстрации диффузии в лабораторных опытах с агар-агаром.

Выветривание глин, алевролитов и тонкозернистых рыхлых песчаников можно наблюдать и в других местах – например, вблизи поселка Увек, в обрыве горы Шаблихи. Здесь характерно появление на поверхности этих пород черепитчато-чешуйчатого «панциря», легко распадающегося и отделяющегося от самих пород при небольшом воздействии. Толщина отделяющихся «чешуек» обычно не превышает 0,5-1,0 см. Но это явление происходит и без нашего участия, о чем свидетельствует развитие осыпей у подножия обрыва, состоящих из таких плоских обломочков – плиточек. Называется это явление десквамацией (шелушением).

Другое место, где можно его наблюдать, это поселок Затон, где у подножия волжского склона горы Соколовой располагается оползневая гряда, увенчанная зубчатыми останцами тонкозернистых песчаников («Три монаха»). Вся их поверхность испещрена тончайшими трещинками, разделяющими ее на мелкие шелушащиеся корочковидные чешуйки. И здесь же можно видеть, что с южной стороны одного из сохранившихся останцов на его выветрелой поверхности закрепились наскальные «поселенцы» - так называемые накипные лишайники, что свидетельствует о прямом их участии в процессе выветривания. Если удалить эти крепко приросшие к породе лишайники (мы это делать не советуем из соображений о необходимости сохранения этого объекта), то с обратной стороны этих наростов можно обнаружить тонкий порошковатый «налет» серозема, то есть, почвы, всего толщиной в доли миллиметра.

Таким образом, с выветриванием тесно и неразрывно связано образование почвы. Они формируются на любых горных породах, поэтому многие особенности почв, в первую очередь, характер и содержание мине-

ральных компонентов, структура самой почвы, зависят от состава и структуры материнских пород. Нередко в составе почвы – ее иллювиального и даже верхнего аккумулятивного горизонтов – можно заметить мелкие обломки, щебень выветрелых горных пород или присутствие песчаных частиц, принадлежавших подстилающим пескам. Толщина почвенного покрова в этих случаях невелика, часто не более 10-15 см. Наблюдения за составом обломочного материала, структурой и толщиной почвенного покрова в зависимости от состава материнских пород и крутизны склонов лучше всего делать на различных участках Лысой горы – от завокзальной ее части до района 9-10-й Дачных остановок. Здесь на ее склонах и вершине можно проследить различные стадии почвообразовательного процесса – от начальной, когда идет образование ортоэлювия (дезинтегрированного выветрелого материала выветривания), до конечной, когда появляется аккумулятивный горизонт почвы за счет накопления отмершего растительного опада и его переработки в гумус и органические кислоты. Для этого следует составить описания разрезов почв на различных участках и провести их сравнение с учетом влияния материнских горных пород, крутизны склонов, развития растительности, степени увлажнения. При этом желательно отмечать изменения окраски в пределах почвенно-растительного слоя, которые обычно контролируются соотношением органических и минеральных компонентов, характер распределения обломочного материала, его вещественный состав и размеры.

В районе учебной практики можно наблюдать и результаты выветривания, происходившего в очень давние времена – 250-200 млн. лет тому назад, в основном в триасовом периоде, когда на огромных пространствах возникшего к тому времени суперматерика Пангеи господствовали условия аридного (сухого жаркого) и семиаридного (с периодическим увлажнением) климата. Согласно реконструкциям (в первую очередь, палеомагнитным) наш район тогда находился в субтропической зоне около 30<sup>0</sup> северной широты. В это время в результате длительного химического вывет-

ривания создалась мощная глинисто-латеритная кора выветривания. Ее образования сохранились на значительных территориях к востоку – от Южного Урала до Алтая. На юго-востоке Восточно-Европейской платформы им соответствуют элювиальные образования, приуроченные к контакту пород среднего карбона и песчано-глинистых отложений среднеюрского возраста. Последние трансгрессивно, с размывом и некоторым угловым несогласием, перекрывают каменноугольные породы, чаще всего, известняки московского яруса. Наиболее удобным объектом для изучения этого контакта и развитых в его зоне образований является карьер по разработке известняков на южной окраине пос. Тепловка (в Новобурасском районе, примерно в 70 км севернее Саратова). Здесь в южной части карьера в восточном его борту на верхнем уступе отчетливо прослеживается контакт этих разновозрастных толщ. Непосредственно на известняках залегает пестроцветная, внизу светлосерая до белой, а выше охристо-краснобурая глинисто-песчанисто-дресвянистая масса («сыпучка») (рис. 14), состоящая из кварца, глинистых частиц, с включениями красновато-бурых рассыпчатых лимонит-гидрогетитовых охр и стяжениями бурых железняков, обломков ожелезненных с поверхности и окремнелых известняков и черных кремней, также с поверхности осветленных и нередко покрытых корками белого цвета, а также довольно редких мелких (до 2-3 см) включений аморфного вещества белого до светлокремового цвета, принадлежащего, скорее всего, минералам глинозема. Толщина этих образований не превышает 10-20 см, они залегают на неровной ямчато-гребнистой поверхности кавернозных известняков, заметно выщелоченных, что характерно для условий наземного карста. В связи с этим возможно обнаружение в «карманах» на месте карстовых воронок лучше сохранившихся образований, представляющих более полный профиль древней коры выветривания.

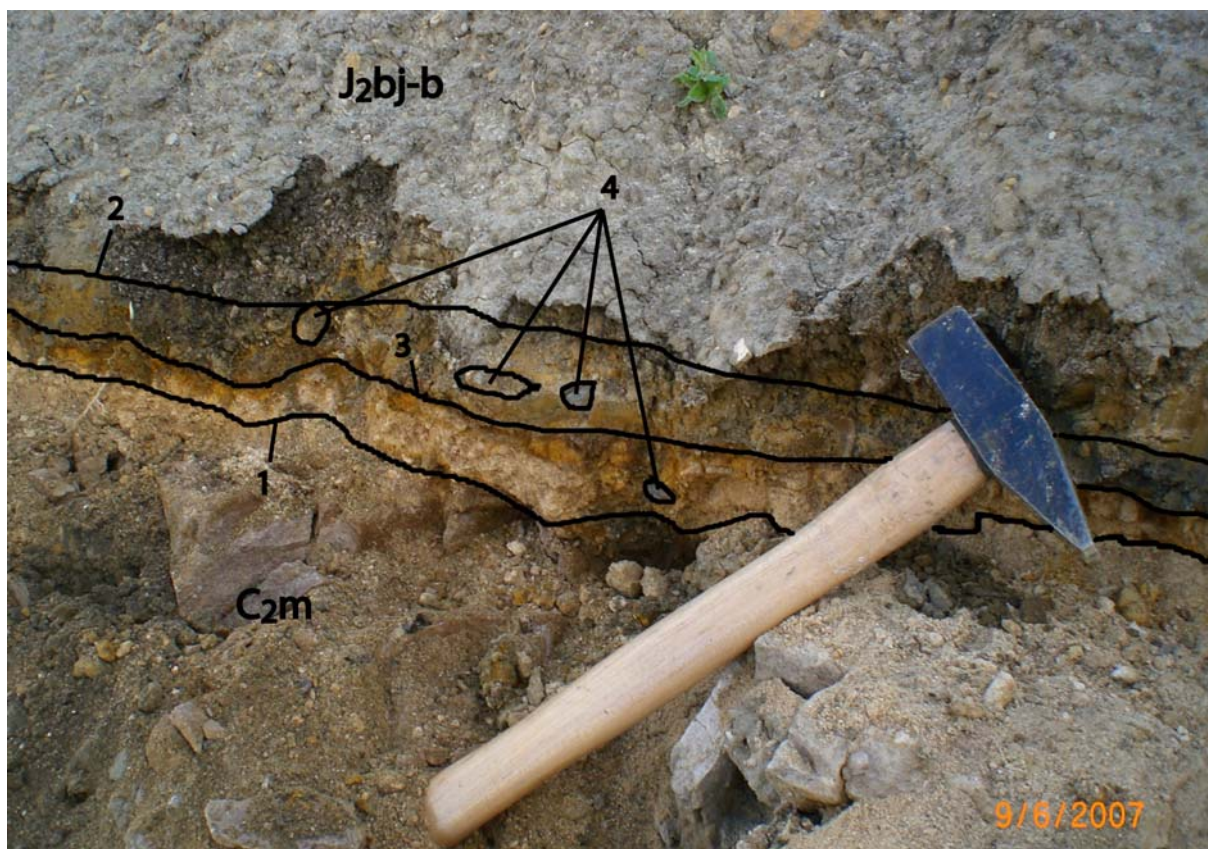


Рис. 14. Разрез древней коры выветривания по палеозойским известнякам в карьере по добыче щебня у с. Тепловка.

1 – неровная кровля среднекаменноугольных известняков, 2 – подошва среднеюрских глин, 3 – неровная граница между светло-серой и охристо-бурой зонами коры выветривания, 4 – щебень кремней.

#### 4.2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЕТРА<sup>1</sup>

Все процессы, связанные с деятельностью ветра, называются эоловыми. Они проявляются тогда, когда дуют сильные устойчивых направлений ветры. А выжженная солнцем земля, лишенная растительного покрова, не может противостоять разрушительному действию ветра. Особенно сильное воздействие ветер оказывает на возвышенных участках рельефа, не покрытых растительностью и сложенных рыхлыми породами – песками и супесями, а также на обнаженных местах скал, крутых и обрывистых склонах возвышенностей. В деятельности ветра можно выделить два направления: выдувание или **дефляцию**, и обтачивание или **корразию**.

<sup>1</sup> Заимствовано из учебного пособия А.В.Вострякова «Геология Саратовского района и геологические процессы в окрестностях города», 1977, с некоторыми сокращениями и дополнениями.

Временами сильные ветры над Саратовом поднимают очень большие облака пыли. Воздух, наполненный частицами пыли и песка, становится малопрозрачным. При наблюдении сверху видно, что город окутан облаком пыли. В такие дни (обычно поздней весной и летом, когда так не хватает дождей) жители города говорят: идет «саратовский дождь». Такая погода наблюдается, когда ветры дуют со стороны Заволжья, из центрально-азиатских пустынь и полупустынь, где надолго устанавливается антициклон. Сильные и сухие ветры («суховеи») приносят с собой большое количество пыли, поднятой и с полей степного Заволжья. Это особенно заметно в засушливые годы, когда при недостатке влаги почва иссушена суховеями и теряет растительный покров, поэтому легко сдувается и переносится на большие расстояния.

Явления выдувания и развевания на обширных равнинных участках местности относят к плоскостной дефляции. На некоторых местах, открытых ветрам на водоразделах, возникают довольно характерные формы рельефа – понижения в виде дефляционных котловин и впадин, бугристых песчаных гряд с ветровой рябью на их поверхности. Примером развития таких явлений является участок на склоне Волго-Донского водораздела у дороги Саратов-Петровск в 2 км на СЗ от с. Каменка (на 40-м километре), где на площади нескольких сотен квадратных метров среди открытого склона наблюдаются мелкие сливающиеся друг с другом дефляционные блюдцеобразные котловины (глубиной до 20-30 см), на дне которых обнажены рыхлые мелкозернистые кварцевые пески палеоцена. Эти же явления заметны и на поверхности того же водораздела примерно в полукилометре севернее, по другую сторону дороги – рядом с карьером по добыче строительного песка. И в том и в другом случае хорошо видно, что дефляция вызвана нарушениями растительного и дерновинно-почвенного покрова в результате действий человека (на выезде из карьера машинами, а в первом случае – при прокладке магистрального газопровода). Среди дефляцион-

ных блюдце можно наблюдать несколько мелких бугров («кучевые пески»), возвышающихся над их днищами на 60-80 см. Поверхность бугров очень неровная, закреплена травянистой, реже кустарниковой растительностью.

В районе г. Саратова процесс дефляции хорошо проявляется на обнаженной поверхности возвышенных участков рельефа и на крутых склонах правобережья Волги – например, выше села Пристанного. Здесь можно увидеть, как на обнаженных участках обрывов происходит избирательная дефляция песчаных отложений аптского яруса нижнего мела – благодаря предпочтительному выдуванию более рыхлых и менее сцементированных песков и алевроитов, чередующихся в этом обрыве с более плотными глинистыми алевролитами и песчаниками, пропластками глин и горизонтами караваеобразных железистых конкреций. Более прочные породы выступают в виде карнизов и отдельных козырьков, между которыми протягиваются вдоль обрыва ниши и ступенеобразные уступы. Подобную картину избирательной дефляции, но в более скромных масштабах, можно наблюдать в обрывистых бортах Маханного оврага напротив впадения в него первого правого отвершка, где обнажены песчанистые глины верхов барремского яруса нижнего мела. Следы дефляции заметны также и на поверхности обрывистых уступов многих горных выработок (*рис. 15*) или в береговых обрывах Волги, где благодаря действию ветра рельефно подчеркиваются особенности слоистых текстур в песчаных отложениях (параллельная и косая слоистость), распределение и ориентировка включений и многое другое. Почти в равной мере сказанное относится как к морским пескам альбского и сеноманского ярусов, так и к аллювиальным образованиям (пески и глины) хвалынской террасы р. Волги. Очень рельефно избирательная дефляция проявлена в бортах старого карьера возле трамвайной остановки «Дачный проспект». Этому способствует чередование в разрезе двух литологических разностей (глины и силициты), существенно различающихся по физико-механическим свойствам. И здесь надо иметь в виду,



что эти поверхности существуют не более нескольких лет или того меньше, будучи созданными при разработке горных выработок или непрерывно подновляются в процессе речной боковой эрозии.



*Рис. 15. Препарированные дефляцией ходы илоедов (биотурбации) в стенке песчаного карьера на вершине г. Шаблиха (п. Увек).*

Значительно более редкими являются проявления одновременно происходящей корразии обычно более прочных горных пород, и редкими – потому, что сами такие породы в районе города Саратова на поверхности не обнажены. Практически единственным примером этого явления, и поэтому весьма ценным для нас, остается довольно заметный скальный останец, венчающий гряду оползневого тела у подножия волжского склона Соколовой горы. Он известен местным жителям под названием «Три монаха» и за последние 100 лет, судя по фотографиям, уже сильно изменился в размерах и очертаниях благодаря совместному действию, как природных, так и, к сожалению, антропогенных факторов (рис. 16).





*Рис. 16. Эрозионные останцы «Три монаха» в п. Затон в 1930-е годы (А), в 2000-е годы (Б).*

Тонкозернистые песчаники и алевролиты аптского яруса, слагающие этот останец, не отличаются особой прочностью и поэтому быстро уступают обтачивающим силам ветра. Все же и сейчас еще видно, как происходило расчленение единого монолитного гребня гряды сначала на два, а потом и на три башнеобразных останца, а затем и постепенное исчезновение одного за другим и снижение высоты последнего останца. Изучая эти образования, можно заметить, что быстрое продвижение корразии на участках трещин приводило к появлению проникающих внутрь углублений, по мере роста которых происходило обособление округлых столбообразных останцов.

#### **4.3. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕКУЧИХ ВОД.**

К поверхностным текучим водам относятся реки, ручьи, временные (непостоянные) потоки и струи, возникающие при выпадении дождя и таянии снега и льда.

Поверхностные текучие воды проделывают огромную геологическую работу. Они выполняют как транспортную, так и разрушительную, а также аккумулятивную функции.

*Разрушительная деятельность* поверхностных текучих вод может быть глубинной и боковой, сводится к смыву и размыву (эрозии) горных пород. Эрозионная деятельность формирует отрицательные формы рельефа - промоины, овраги, долины рек, создавая при этом весьма расчлененные ландшафты.

*Транспортная деятельность* поверхностных текучих вод заключается в переносе продуктов физического разрушения горных пород. Невозможно переоценить эту роль в процессе формирования осадочного слоя земной коры. Хотя ветер и ледники тоже являются важными транспортными агентами, но по количеству переносимого материала, они несопоставимы с поверхностными текучими водами.

Нужно отметить, что дальность транспортировки терригенного материала крупнейшими реками может осуществляться на сотни, и даже тысячи километров.

Одновременно с переносом вещества, как правило, происходит и частичное осаждение транспортируемого материала. Таким образом, в руслах ручьев и рек, тальвегах оврагов (особенно в приустьевых частях), на склонах, по которым текут струи дождевых и талых вод, постепенно отлагаются толщи осадков. В этом заключается *аккумулятивная деятельность* поверхностных текучих вод. Обобщающее название всех отложений, аккумулярованных поверхностными текучими водами, - *флювиальные* (от лат. «флювиос» - река, поток).

Поверхностные воды - важнейший из экзогенных факторов, в плане преобразования рельефа континентов. С одной стороны, они способствуют дополнительному расчленению рельефа (эрозионная деятельность). С другой стороны, приводят к общему понижению и выравниванию территории, за счет удаления продуктов разложения горных пород с возвышенных мест и аккумуляции их в пониженных участках. Поэтому в условиях тектонической стабилизации изрезанный рельеф просуществует недолго в геологическом масштабе времени. Совокупность процессов разрушения горных пород при экзогенных процессах и их переносе в пониженные участки рельефа называется *денудацией*.

Таким образом, геологическая деятельность поверхностных текучих вод очень разнообразна, а большая часть осадочного чехла континентальной коры, обязана своим формированием поверхностным текучим водам, в первую очередь, рекам. В ходе практики есть возможность изучать результаты практически всех оставляющих геологической деятельности поверхностных текучих вод.

#### 4.3.1. ПЛОСКОСТНОЙ И МЕЛКОСТРУЙЧАТЫЙ СМЫВ

Смыв происходит тогда, когда выпадающие атмосферные осадки не образуют сколь-нибудь большого потока, а стекают тонкими струйками

дождевых и талых вод равномерно по всей поверхности размокшего склона. В этом случае живая сила воды очень незначительна, она способна перемещать по склону вниз лишь очень мелкие незакрепленные частицы рыхлых продуктов горных пород и почвы. У основания склона, где он вылаживается, скорость движения воды уменьшается, перенос частиц приостанавливается, они оседают. Так за длительное время на пологих склонах, у их подножий и в нижней части самого склона, образуется покров осадков, называемых *делювием* (от лат. «делуо» - смываю). Он состоит обычно из несортированной смеси частиц глины, алевроита и песка. Данный тип пород нельзя назвать ни глиной, ни алевроитом, ни песчаником, поэтому для него введены специальные термины – *суглинок*, если пелитовых частиц достаточно много (до 30%) и *супесь*, если пелитовых частиц менее 10%. В полевых условиях отличить суглинок от супеси легко по следующему признаку: суглинок во влажном состоянии пластичен, супесь – нет. Состав делювия зависит от крутизны склона. На крутых склонах в делювии могут содержаться неокатанные обломки псефитовой размерности (дресва, щебень). Максимальные мощности делювия наблюдаются у подножий склонов, а вверх по склону мощность делювиальных осадков уменьшается. Делювиальный процесс идет повсюду, где имеется хотя бы небольшой уклон местности (первые градусы), и приводит к общему понижению и выравниванию рельефа. Наиболее интенсивно он развивается на пологих склонах с крутизной не более 8-10°, значительно усиливается в условиях отсутствия или слабого развития растительности.

Плоскостной смыв – процесс очень кратковременный, и обломочный материал успевает перемещаться лишь на небольшие расстояния (десятки, первые сотни метров). Это проявляется в основных характерных признаках делювия:

- имеет плащеобразное залегание и не связан с линейными (русловыми) потоками. В этом его коренное отличие от других флювиальных отложений – аллювия и пролювия;

- характеризуется мелкоземистостью, в составе делювия преобладают суглинки и супеси, в разной степени обогащенные песком, иногда дресвой или даже мелким щебнем;

- мощность делювия в верхней части шлейфа очень мала (1-2 м), затем резко увеличивается и над погребенной подошвой склона достигает максимума (до 10-15 м);

- в строении делювия обычно выделяют три части *присклоновая*, насыщенная крупным обломочным материалом; *срединная*, характеризующаяся относительно отчетливой слоистостью; *низовая*, сложенная наиболее тонким материалом;

- сортировка материала выражена слабо, осуществляется за счет того, что вода уносит только мелкие частицы. Сильные ливни способны сносить значительно больше крупных частиц, в связи с этим меняется размерность материала;

- обломочный материал не окатан или несет слабые следы окатанности;

- слоистость отсутствует, если образуется, то имеет наклон параллельно поверхности склона, выражена прослойками песчано-дресвяного материала или чередованием суглинков разного тона окраски и различного механического состава;

- делювий вверх по склону часто переходит в коллювиальные образования, а в нижней части замещается пролювием или пойменным аллювием.

На более крутых склонах разрушительная способность воды возрастает, происходит ее перераспределение в пределах склона, и плоскостной смыв быстро переходит в мелкоструйчатый (мелкорытвинный). В результате образуются такие эрозионные формы как рытвины и промоины. Они описаны в разделе «Геморфологические наблюдения». Постоянное перемещение мелких рытвинок, зависящее от интенсивности выпадения атмосферных осадков (или таяния снега), вызывает в целом плоскостное разрушение поверхности склона.

С делювиальными отложениями могут быть связаны склоновые россыпи полезных ископаемых, образующиеся в результате выноса легких частиц и накопления более тяжелых и трудно разрушающихся минералов, которые остаются на месте. Подобные россыпи обычно не имеют промышленного значения, но указывают на местоположение рудных тел.

Во время полевой практики возможности наблюдения делювиальных отложений практически не ограничены: делювиальный (делювиально-пролювиальный) слой венчает собой почти каждое обнажение коренных пород. Наиболее мощные разрезы делювиальных (делювиально-пролювиальных) отложений приурочены к крутым склонам Приволжской возвышенности, например, на Лысой горе, в районе с. Пудовкино (*рис. 17*), а также к склонам Соколовой горы и г. Шаблиха (п. Увек).

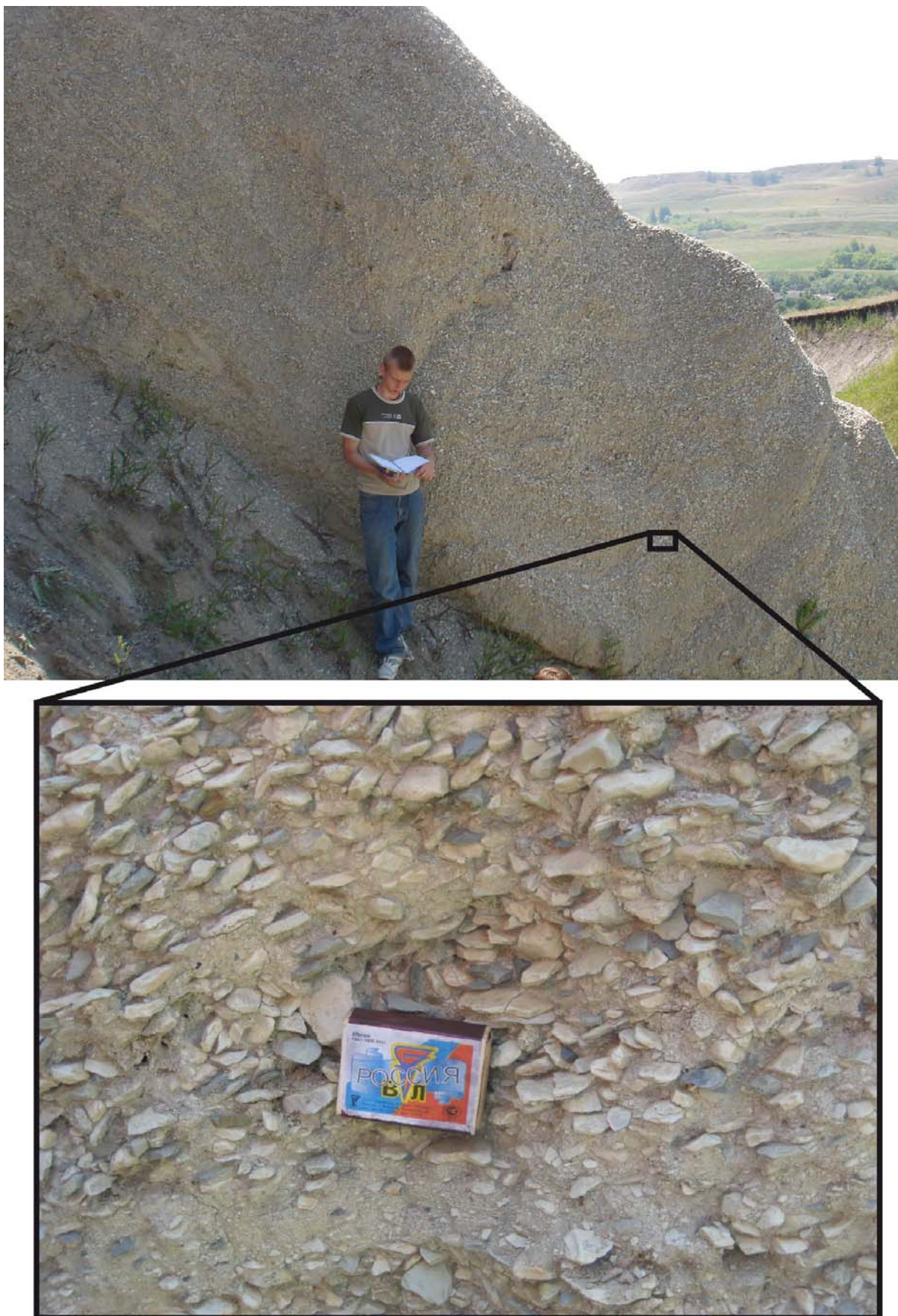
Мелкоструйчатый смыв наиболее четко выражен на склонах, сложенных относительно прочными осадочными горными породами. Результаты его деятельности удобно наблюдать на склонах Лысой горы (Завокзальном и в районе 9-ой Дачной), а также в окрестностях села Пудовкино.

Изучая результаты плоскостного смыва нужно обращать внимание на следующие детали:

- соотношение суглинистого (супесчаного) и псефитового материала;
- степень окатанности обломочных компонентов;
- наличие или отсутствие сортировки;
- вещественный состав и размеры обломков;
- наличие и особенности слоистости;
- характер перехода к почвенно-растительному слою;
- количество, размеры и морфология рытвин или промоин;

Наблюдения следует завершать зарисовками склона и составлением планов-схем расположения на местности рытвин и промоин.





*Рис. 17. Делювиально-пролювиальная толща на склоне борта оврага у с. Пудовкино.*

Тщательная фиксация мощности и состава необходима для того, чтобы потом на основе этих данных провести сравнительный анализ делювиальных отложений разных разрезов и выявить закономерности образования делювия в зависимости от крутизны склонов, состава пород, слагающих коренной склон, интенсивности выветривания и других факторов. Детальное описание разрезов делювия может дать материал для некоторых палеоклиматических и палеогеологических выводов: уровни с повышенным содержанием грубозернистого материала в делювиальном слое могут соответствовать периодам максимального увлажнения, а состав щебня может дать информацию о породах, которые ранее слагали верхи склонов. Мощности делювиальных отложений в районе практики могут достигать нескольких метров.

#### 4.3.2. ВРЕМЕННЫЕ РУСЛОВЫЕ ПОТОКИ

Среди временных русловых потоков в зависимости от рельефа местности выделяются два типа: временные потоки оврагов и временные горные потоки. Последние развиты только в горных областях. Территория Саратовской области, расположенная в пределах Русской равнины, является прекрасным полигоном для знакомства с результатами деятельности временных потоков в оврагах.

Начало оврагообразования связано со склонами. Если в пределах склона имеются различные естественные или искусственные неровности, понижения, то при выпадении дождя или таянии снега в них происходит слияние отдельных стекающих струй воды, которые разрушают указанные части склона и на их месте образуются различные промоины, рытвины. Так начинается на склонах процесс *размыва*, или *эрозии* (лат. "эродо" - размываю). Фактически это первая зародышевая стадия развития оврага. В последующем в таких рытвинах периодически концентрируется еще большее количество воды, и они начинают расти в глубину, ширину, вниз и вверх по склону. Дно такого оврага отличается неровностью. По мере дальнейшего углубления (увеличение донной эрозии) профиль оврага по-



степенно выравнивается, его устье достигает реки или более крупного оврага, или заканчивается конусом выноса (на площадках террас или на выположенных участках склона). Уровень реки или какого-либо бассейна, куда входит овраг, называется *базисом эрозии*. Ниже этого уровня овраг не углубляется. В вершине оврага, выдвинувшейся за бровку склона в пределы водораздельного плато, образуется перепад. В результате возникающие водотоки обрушиваются в вершину оврага водопадом или образуют здесь стремнины с быстрым течением, завихрениями. Это способствует интенсивной эрозии в пределах перепада и постепенному продвижению вершины оврага все дальше в глубь водораздельного плато. Такой процесс роста вверх по течению потока называется *регрессивной* (лат. "регрессус" - движение назад) или попятной эрозией. По мере продвижения вершины растущего оврага в глубь водораздельного плато на его склонах образуются промоины или рытвины, которые также превращаются в овраги. Такие ответвления, или *отвержки*, от главного оврага растут попятно, следуя по течению сливающихся струй воды, и по мере развития они также ветвятся. Для отвержков базисом эрозии является тальвег оврага, в который они впадают. В результате возникает сложная ветвящаяся овражная система, расчленяющая местами не только склоны, но и обширные водораздельные пространства.

Если овраг достиг своей предельной глубины (то есть достиг базиса эрозии), то дальнейшее его развитие прекращается: дно расширяется, стенки выполаживаются, покрываются делювием, затем почвой и растительностью. Такие оврагоподобные формы рельефа называются *балками*. Размыв (эрозия) в балках практически отсутствуют, если не возникают вторичные врезы в их днища.

Несмотря на то, что эрозионная деятельность существует благодаря экзогенным факторам, следует помнить, что на развитии оврагов сильно сказываются новейшие тектонические движения (поднятие водоразделов

или опускание базиса эрозии). Поэтому во многих случаях тектонический фактор является определяющим в интенсивности роста овражной сети.

В Саратовском Поволжье овражно-балочный рельеф занимает 20-30% площади плодородных земель. К сожалению, следует отметить, что оврагообразованию способствуют не только природные факторы, но и необдуманная деятельность человека (вырубка леса, распахивание, заложение грунтовых дорог и канав вниз по склону и др.). Для борьбы с оврагами применяются различные методы, направленные на предотвращение попятной эрозии и укрепление склонов.

Полигон учебной практики представляет богатые возможности для наблюдений за различными эрозионными формами рельефа, начиная от промоин и заканчивая крупнейшими оврагами, например, Маханний овраг, овраги в районе с. Пудовкино (рис. 18).



*Рис. 18. Овраг, в сеноманских песках у с. Пудовкино.*

Маршруты подобраны таким образом, что в них можно собрать материал о строении оврагов, находящихся на разных стадиях развития – от начальной (возникновение промоин и рытвин) до конечной (превращение оврага в балку) и развивающихся в разных геологических и геоморфологических условиях. Обобщение и анализ собранных материалов позволит сделать интересные выводы о влиянии на форму и динамику развития оврагов состава размываемых пород, морфологии склонов, тектонического режима местности. Например, при сопоставлении данных по наблюдениям за оврагами на Лысой горе и у с. Пудовкино обнаруживается, что на последнем участке эрозионная деятельность происходит гораздо интенсивнее.

Хотя эрозионные процессы наносят безусловный вред народному хозяйству, препятствуя использованию пахотных земель, строительству дорог и зданий, для геологов овраги часто являются благоприятной возможностью ознакомиться с представительными разрезами коренных пород. Поэтому многие овраги на территории Саратовского Правобережья являются опорными разрезами тех или иных стратиграфических подразделений.

Аккумулятивная деятельность временных водотоков проявляется в низовьях оврага и, особенно, при его выходе в долину реки, другой овраг или в водоемы, где местами образуется *конус выноса*, сложенный различным несортированным обломочным материалом местных пород. Отложения, слагающие конус выноса, называются *пролювием*. В нем всегда наблюдается сортировка материала по крупности и удельному весу: более крупные и тяжелые частицы располагаются ближе к устью оврага, а мелкие и легкие уносятся дальше к внешней части конуса выноса. К сожалению, пролювиальные отложения, слагающие конусы выноса крупнейших оврагов, недоступны для наблюдения, потому что они, как правило, задернованы. В пределах полигона практики на них зачастую располагаются дороги или строения. Однако в бортах крупных оврагов (например, у с.

Пудовкино) доступны для непосредственного наблюдения мощные (несколько метров) пачки делювиально-пролювиальных отложений (рис. 17).

#### 4.3.3. РЕКИ

Эрозия. Выделяют два типа речной эрозии: *донную* или *глубинную*, направленную на врезание речного потока в глубину; *боковую*, ведущую к подмыву берегов и в целом к расширению долины.

Соотношение донной и боковой эрозии изменяется на разных стадиях развития долины реки. В начальных стадиях развития реки преобладает донная эрозия, которая стремится выработать профиль равновесия применительно к *базису эрозии* - уровню бассейна, куда она впадает. Базис эрозии определяет развитие всей речной системы - главной реки с ее притоками разных порядков. Первоначальный профиль, на котором закладывается река, обычно характеризуется различными неровностями, созданными до образования долины. В процессе *регрессивной эрозии* река, углубляя свое русло, стремится преодолеть различные неровности, которые со временем сглаживаются, и постепенно вырабатывается более плавная (вогнутая) кривая, или *профиль равновесия реки*.

По мере выработки продольного профиля, приближающегося к стадии динамического равновесия, закономерно изменяется и форма поперечного профиля долины. На ранних стадиях развития, при значительном преобладании глубинной эрозии, реки вырабатывают крутостенные узкие долины, дно которых почти целиком занято руслом потока. Поперечный профиль долины представляет каньон с почти вертикальными, иногда ступенчатыми склонами и неровным продольным профилем дна, или имеет V-образную форму (по сходству с латинской буквой v) с покатыми склонами. Эта первая стадия развития реки называется *стадией морфологической молодости*. Такие формы особенно хорошо выражены в пределах молодых горных сооружений (Альпы, Кавказ, Памир и др.), где глубина речных долин достигает нескольких километров.

По мере выработки профиля равновесия и уменьшения уклонов русла донная эрозия постепенно ослабевает, и все больше начинает сказываться боковая эрозия, направленная на подмыв берегов и расширение долины. Наиболее ярко это проявляется в периоды половодий, когда скорость и степень турбулентности движения потока резко увеличиваются, особенно в стрежневой части, что вызывает поперечную циркуляцию. Возникающие вихревые движения воды в придонном слое способствуют активному размыву дна в стрежневой части русла, и часть донных наносов выносятся к берегу. Накопление наносов приводит к искажению формы поперечного сечения русла, нарушается прямолинейность потока, в результате чего стрежень потока смещается к одному из берегов. Начинается усиленный подмыв одного берега и накопление наносов на другом, что вызывает образование изгиба реки. Такие первичные изгибы, постепенно развиваясь, превращаются в излучины, играющие большую роль в формировании речных долин.

Перенос. Реки переносят большое количество обломочного материала различной размерности - от тонких илистых частиц и песка до крупных обломков. Перенос его осуществляется *волочением (перекатыванием) по дну* наиболее крупных обломков и *во взвешенном состоянии* песчаных, алевритовых и более тонких частиц. Помимо обломочного материала реки переносят еще и *растворенные минеральные соединения*.

Переносимые обломочные материалы еще больше усиливают глубинную эрозию. С одной стороны они являются своеобразными эрозионными инструментами, которые дробят, разрушают, шлифуют горные породы, слагающие дно русла. С другой - сами измельчаются, истираются с образованием песка, гравия, гальки. Влекомые по дну и взвешенные переносимые материалы называют *твердым стоком рек*.

Растворенные вещества возникают в результате растворяющей деятельности речных вод и попадают в реки вместе с подземными водами. В речных водах гумидных областей преобладают карбонаты кальция и маг-

ния, на долю которых приходится около 60% ионного стока. В небольших количествах встречаются соединения железа и марганца, чаще образующие коллоидные растворы. В равнинных реках преобладают растворенные вещества, на втором месте взвеси и сравнительно малое число влекомых частиц, представленных преимущественно песками с примесью гравия. Очень важно, что именно благодаря транспортировке в речном аллювии возникают специфические слоистые текстуры.

Аккумуляция. Наряду с эрозией и переносом различного материала происходит и его аккумуляция (отложение). Речные отложения (наносы), называются *аллювиальными*, или *аллювием* (лат. "аллювио" - нанос, намыв).

В накоплении аллювия и в формировании речных долин большую роль играют изгибы рек. Двигаясь по дуге изгиба, вода испытывает воздействие центробежной силы, и стрежень потока прижимается к вогнутому берегу, где вода опускается вниз, вызывая усиленный размыв дна, борта русла и захват обломочного материала. От подмываемого крутого берега придонные токи воды направляются к противоположному выпуклому берегу, где начинается интенсивная аккумуляция, и образуется так называемая *прирусловая отмель*. Это начальный этап формирования аллювия. Так шаг за шагом подмываемый берег становится обрывистым и постоянно отступает, увеличивая крутизну изгиба, а на другом берегу происходит постепенное наращивание прирусловой отмели. Постепенное смещение подмываемых вогнутых берегов и наращивание русловых отмелей у выпуклых берегов приводит, в конце концов, к образованию крупных *излучин*, называемых *меандрами* (по названию р. Меандр в Малой Азии). В результате последовательного развития речной долины происходят значительное расширение площади русловых аллювиальных отложений и образование низкого намываемого берега, который начинает заливаться только в половодье.

Такой низкий участок долины, сложенный аллювием, представляет *пойму реки* - часть долины, возвышающуюся над руслом, называемую также *пойменной, луговой или заливной террасой*. Поперечный профиль долины приобретает плоскодонную или ящикообразную форму. Излучины, превращаясь в меандры, приобретают значительную кривизну, образуют серию петель, разделенных узкими перешейками. Местами происходит прорыв перешейка, и река на таких участках спрямляет свое русло. Осадки, накапливающиеся в главном спрямленном русле, заполняют оба конца покинутой излучины, и она превращается в замкнутое озеро.

Такие озера постепенно заполняются осадками, приносимыми в половодья, зарастают, могут превратиться в болота или в сухие понижения. Отшнурованные от русла реки излучины называют *старицами*.

В долинах многих рек наблюдается *серия надпойменных террас*, возвышающихся над поймой и отделенных друг от друга уступами. В пределах равнинных рек обычно наблюдается до 3-5 надпойменных террас, в горных районах - до 8-10 и более. Террасы – это сложные формы и состоят из следующих элементов (*рис. 19*): площадка – субгоризонтальная, слабо наклоненная в сторону реки, наиболее высокая часть террасы; уступ - относительно круто наклоненная часть террасы, ограничивающая ее со стороны реки; тыловой шов – линия пересечения площадки террасы с коренными породами или породами более древней террасы; бровка – линия пересечения уступа и площадки.

*Эрозионные террасы* встречаются главным образом в молодых горных сооружениях. В этих террасах почти вся площадка и уступ до ниже-расположенной площадки слагаются коренными породами. *Аккумулятивные террасы* характеризуются тем, что их площадки и уступы полностью сложены аллювиальными отложениями. Аккумулятивные террасы имеют широкое распространение в пределах низменных равнин. *Эрозионно-аккумулятивные, или цокольные, террасы* характеризуются тем, что в них нижняя часть уступа (цоколь) сложена коренными породами, а верхняя часть уступа - аллювиальными отложениями.

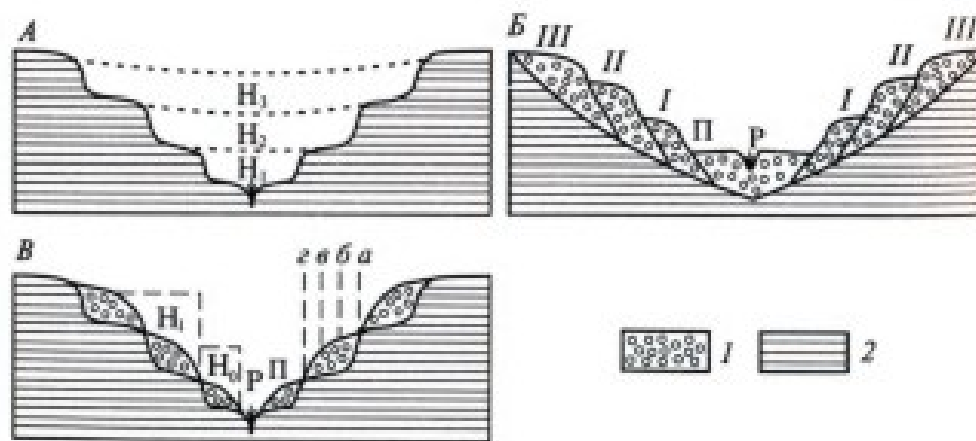


Рис. 19. Схемы строения речных террас эрозионного (А), аккумулятивного (Б) и цокольного (В) типов. 1 – аллювий, 2 – коренные породы. Элементы террас: а – тыловой шов, б – площадка, в – бровка, г – уступ. П – пойма, Р- русло.  $H_0 - H_3$  – эрозионные циклы. I - III – надпойменные террасы.

Наличие надпойменных террас свидетельствует о том, что река протекала когда-то на более высоких уровнях, которые в последующем были прорезаны в результате периодического усиления глубинной эрозии. Образование террас связано с понижением базиса эрозии, тектоническими движениями и изменениями климата. Наибольшее значение имеет тектонический фактор. При поднятии суши в верховьях речного бассейна происходит опускание базиса эрозии, изменяются уклоны реки и, следовательно, увеличивается скорость ее течения и темп глубинной эрозии. В результате на месте плоскодонных долин вырабатываются вначале врезы V-образного типа, на новом уровне формируется профиль равновесия реки и затем новая пойма. Прежняя пойма остается в виде террасы, возвышающейся над новой поймой. При многократных понижениях базиса эрозии или поднятиях суши на склонах долин рек образуется система надпойменных террас. По взаимным превышениям террас, продольному профилю долины можно судить о том, как они развивались. Счет надпойменных террас производится снизу вверх. Самая нижняя I надпойменная терраса – самая молодая, выше располагается II надпойменная терраса и т. д. Самая высокая терраса – самая древняя.



Изучение деятельности рек имеет большое теоретическое значение. Состав аллювия и соотношение его фаций, количество древних надпойменных террас и изменение их высот вдоль долины реки дают возможность понять историю новейшего развития района, характер новейших тектонических движений, климатических особенностей и т. п. Относительное превышение надпойменных террас одной над другой и над дном долины, глубина врезания на разных стадиях развития реки позволяют судить о размахе движений земной коры. Да и само заложение речных долин бывает predetermined особенностями глубинного тектонического строения территории. Они часто приурочены к ослабленным зонам (разломам) в земной коре.

С эрозионной и аккумулятивной деятельностью рек связано формирование особого типа месторождений ценнейших полезных ископаемых, называемых аллювиальными *россыпными месторождениями*. Если размыву рек подвергаются коренные месторождения или горные породы, содержащие тяжелые и химически стойкие минералы в рассеянном состоянии, то они переносятся на то или иное расстояние и откладываются вместе с другими аллювиальными отложениями. В процессе переноса и перераспределения продукты размыва сортируются по плотности. Более легкие минералы истираются и выносятся реками. В россыпях же концентрируются минералы с высокой плотностью. В первую очередь выпадают тяжелые минералы, золото и платина, затем такие минералы, как вольфрамит, касситерит, магнетит, рутил, гранат, алмаз. Эти тяжелые и устойчивые минералы и образуют аллювиальные россыпи - промышленные скопления полезных ископаемых.

На территории полигона практики имеется возможность детально познакомиться со строением речных долин и разрезами аллювиальных отложений. Геологические маршруты пересекают Волгу и множество долин малых рек Саратовской области (Елшанку, Поливановку, Курдюм, Чардым, Гуселку и др.), в пределах которых хорошо выражены пойменные и

надпойменные террасы. Излучины р. Волги лучше всего наблюдать с вершин Соколовой горы, Лысой горы, г. Шаблиха. Многочисленные старицы р. Волги можно видеть во время маршрутов по Левобережью. Наиболее представительные разрезы аллювиальных отложений изучаются в Левобережье на примере хазарской и раннехвалынской надпойменных террас р. Волги.

#### 4.4. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОРЕЙ

С физико-географической точки зрения акватория Мирового океана подразделяется на 1) собственно океаны, 2) окраинные моря, имеющие свободную связь с океаном, 3) внутриконтинентальные моря, далеко вдающиеся в сушу и соединяющиеся с океаном или соседним морем через узкие проливы. С геологической точки зрения моря могут располагаться на земной коре океанского типа (Тасманово, Филиппинское и др.), земной коре переходного (континентального) типа (Охотское, Японское и др.) и на земной коре континентального типа (Баренцево, Карское, Белое, Балтийское и др.). Последние образовались в результате погружения континентальной суши ниже уровня мирового океана и поэтому называются эпиконтинентальными морями (греч. «эпи» - после). В подводном рельефе им соответствует слабо наклоненная (около  $1^\circ$ ) равнина, которая называется *шельфом*. Соответственно эпиконтинентальные моря нередко называют шельфовыми. Глубина шельфа, как правило, не превышает 100 м, реже достигая 200 м и, в исключительных случаях, 300-500 м. Еще глубже континентальная кора погрузиться не может, согласно изостатическому принципу (потому что она гораздо легче океанской).

На Саратовском полигоне учебной практики студентам представляется благоприятная возможность наблюдать отложения морей разного возраста (от среднекаменноугольных, ~ 300 млн лет назад, до палеоценовых, ~ 55 млн лет назад). Все эти древние моря представляли собой эпиконтинентальные (шельфовые) бассейны. Конфигурация океанов в минувшие геоло-

гические эпохи было иной: в среднекаменноугольную эпоху моря, покрывающие территорию Поволжья, были частью суперокеана Панталасса, в мезозое и палеогене они сообщались с океаном Тетис на юге и Бореальным океаном на севере.

4.4.1. РАЗРУШИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОРЯ называется *абразией* (лат. «абрадо» - брею, соскабливаю). Она связана главным образом с фрикционным (ветровым) волнением и в значительно меньшей степени с приливно-отливными движениями морской воды. Штормовые волны ударяют с большой силой о крутой берег. Под их воздействием в основании крутого берегового уступа, где сосредоточена наибольшая сила гидравлического удара, возникает так называемая *волноприбойная ниша*, над которой остается карниз нависающих пород. Разрушительная деятельность волн усиливается захватываемыми ими различными обломками горных пород. При дальнейшем разрастании волноприбойной ниши наступает момент, когда устойчивость карниза нарушается и происходит обрушение пород. После обрушения берег вновь представляет отвесный обрыв, называемый *клифом* (нем. "клиф" - обрыв). В дальнейшем процесс может повторяться развитием новых волноприбойных ниш.

Таким образом, берег отступает в сторону суши, оставляя за собой слабо наклоненную в сторону моря подводную *абразионную террасу (бенч)*. Часть обрушившегося обломочного материала выносится на крутой подводный склон за пределы абразионной террасы и откладывается. Так образуются подводные *аккумулятивные террасы*, сопряженные с абразионными. Между подводной абразионной террасой и клифом возникает *пляж* – полоса, покрытая галькой, гравием или песком.

На первый взгляд, может показаться неожиданным, что на территории полигона практики имеется возможность продемонстрировать вполне очевидные результаты разрушительной деятельности современного моря. Дело в том, что абразия волжских берегов стала проявляться после создания Волгоградского и Саратовского водохранилищ, ширина которых достигает

15 км, а высота ветровых волн – 3-4 м, что уже сопоставимо с высотой волн, приводящих к абразии настоящих морских побережий. Интересно, что, кроме главного фактора абразии – действия волн, в Волгоградском водохранилище имеют место изменения уровня воды, также влияющие на абразию, хоть и в значительно меньшей степени. Амплитуда изменений уровня воды достигает нескольких дециметров, что связано, конечно, не с гравитационным воздействием Луны и Солнца, а с техногенным фактором – снижением расхода воды на вращение турбин на Саратовской ГЭС в ночное время.

Благодаря тому, что породы, слагающие левый берег Волги (Волгоградского и Саратовского водохранилищ) представлены чрезвычайно рыхлыми отложениями (в основном, песками четвертичных аккумулятивных террас р. Волги и лессовидными суглинками покровной толщи), абразионная деятельность водохранилищ именно в Левобережье проявляется в ощутимых масштабах, представляя собой серьезную геоэкологическую проблему (*рис. 20*). Скорость отступления левого берега Волги в Саратовской области достигает нескольких метров в год (рекорд принадлежит Духовницкому району, где зафиксирована скорость абразии до 15 м в год). Многие небольшие острова, оставшиеся после заполнения водохранилищ, были «срезаны» в процессе абразии, оставив после себя только небольшие отмели.

Правый берег сложен, в основном, более крепкими породами (глинами, опоками, песчаниками) и поэтому подвержен абразии, гораздо в меньшей степени. Однако на некоторых участках, например у с. Пристанное, в береговых обрывах, сложенных рыхлыми преимущественно песчанистыми породами альба, можно наблюдать слабое (но достаточно отчетливое) выражение волноприбойных ниш в миниатюре, применительно к размерам водоема.



*Рис. 20. Результаты абразии левого берега Волги у с. Приволжское.*

4.4.2. АККУМУЛЯТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОРЕЙ. Наиболее важным геологическим процессом в морях является аккумуляция донных осадков. Этот сложный процесс называют *седиментацией* или *седиментогенезом*. Последующие изменения осадков и их превращение в осадочные горные породы называется *диагенезом* (греч. "диагенезис" - перерождение). Вся совокупность сложных процессов образования осадков (седиментогенез) и осадочных горных пород (диагенез) называется *литогенезом* (греч. "литос" - камень) и является объектом изучения науки *литологии*.

Разрезы осадочных пород морского генезиса являются на Саратовском полигоне учебной практики, пожалуй, главным объектом изучения. Знакомство с ними происходит, почти, в каждом маршруте. Разнообразие морских отложений, вскрывающихся на земной поверхности в Саратовском Правобережье, достаточно для того, чтобы наблюдать все типы осадочных горных пород (обломочные, хемогенные, биогенные) в естественном залегании и ознакомиться с важнейшими видами осадочных структур и текстур

Обломочные (терригенные) породы на территории полигона широко представлены глинами, алевролитами, алевролитами, песками, песчаниками, галькой, конгломератами.

Среди хемогенных пород распространены карбонатные (мергели, мел), кремнистые (опоки) и фосфатные (желваковые фосфориты) разности.

К органогенным породам можно отнести некоторые разновидности опок, известняков, в которых доминируют органические остатки, а также горючие сланцы.

Морское происхождение пород однозначно устанавливается по находкам в них остатков морских организмов (аммонитов, белемнитов, брахиопод, гастропод, криноидей и других групп, в том числе и микрофаунистических – фораминифер, радиолярий, наннопланктона и др.) или следам жизнедеятельности морских организмов - *ихнофоссилиям*. Кроме того, существует еще целый ряд литологических признаков, характерных для морских отложений и не типичных для континентальных, например, хорошая сортированность отложений по гранулометрическому составу, отсутствие пестроцветной окраски, латеральная выдержанность слоев, ровные границы кровли и подошвы пластов, специфические косослоистые текстуры и др.

Визуальное описание разрезов сразу позволяет судить о многих условиях осадконакопления в древних морях – глубине, геохимической среде, тектоническом режиме, климате и т. д. Например, косослоистые пески по-

чти всегда указывают на мелководную, прибрежную обстановку с активной гидродинамикой; толщи известняков с остатками кораллов – на теплый палеобассейн с нормальным морским солевым режимом (33-35‰), конкреции пирита – на сильно-восстановительную среду с проявлением сероводородного заражения в придонных слоях и т. д.

Таким образом, изучая осадочные породы, их состав, закономерности площадного развития и включенную в них фауну, можно восстановить условия седиментации и палеогеографическую обстановку. Совокупность горных пород (осадков), возникших в определенной физико-географической обстановке и отличающихся по составу и условиям образования от смежных одновозрастных пород, называется *фацией*. Главные типы фаций – морские, континентальные и переходные (лагунные). В пределах каждого из этих типов выделяется множество разновидностей фаций. Морские фации часто называют по породам, которыми они представлены, например, фация известняков, фация глин.

В ходе геологического времени обстановка осадконакопления неоднократно изменялась, что, естественно, сопровождалось изменениями в горизонтальном и вертикальном направлениях состава осадков и органических остатков в них.

При поступлении осадочного терригенного материала в Мировой океан происходит его механическая дифференциация, заключающаяся в сортировке зерен по размерности, в зависимости от глубины и удаления от суши. В прибрежной (литоральной) мелководной зоне отлагаются грубые песчано-гравийно-галечные образования. В более глубоких частях бассейна (в сублиторальной или неритовой зоне) образуются песчаные, алевроитовые и алевропелитовые осадки. В наиболее удаленных от источника терригенного сноса (суши) и глубоких зонах формируются самые тонкие пелитовые и хемогенные (карбонатные, кремнистые) осадки. Однако указанная схема латерального ряда фаций осложняется многими факторами и поэтому выдерживается не всегда. Так, при отсутствии активного терриген-

ного сноса, непосредственно у берега могут образовываться хемогенные или биогенные осадки, и, напротив, грубозернистый материал может быть вынесен подводными течениями в центральные части палеобассейна.

Полевые маршруты по Саратовскому полигону позволяют наблюдать разнообразные типы морских фаций, образовавшихся в эпиконтинентальных (шельфовых) морях, и реконструировать, на основе собранных данных, некоторые важные особенности осадконакопления в каменноугольных, юрских, меловых и палеоценовых бассейнах на территории Саратовского Правобережья.

Отложения московского яруса среднего карбона, вскрытые карьером у с. Тепловка Новобурасского района, представлены известняками с редкими прослоями темных глин. Отсутствие алевроитовых и песчаных примесей в породах указывает на удаленность суши от района осадконакопления. Однако линзовидные скопления в известняках крупного органического детрита типа устричных банок свидетельствуют о мелководности «московского» бассейна. Остатки теплолюбивых кораллов, морских лилий и других многочисленных представителей фауны (брахиопод, гастропод) свидетельствуют о температуре воды сходной с современными тропическими морями. Ископаемые колонии кораллов служат также индикатором глубины палеобассейна, не превышающей 50 метров. В то же время мощность известняков только московского яруса превышает 400 метров (а суммарная мощность всей верхнедевонской-каменноугольной карбонатной толщи известняков и доломитов превышает 1500 метров). Подобная ситуация может быть объяснена только интенсивным прогибанием морского дна, при незначительных изменениях глубины моря.

Отложения средне- и верхнеюрского отделов представлены песчано-глинистыми образованиями. В байосских-батских отложениях доминирует песчанистый материал, что свидетельствует об интенсивном размыве окружающей суши и ее относительной близости. Основание среднеюрской толщи можно наблюдать в карьере у с. Тепловка, пограничные отложения



байоса и бата – в карьере завода КПД-2 вблизи Сокурского тракта, верхи батских отложений – у д. Бартоломеевка.

Келловейские-оксфордские отложения представлены толщей чистых глин, которая соответствует максимальной трансгрессии среднеюрского бассейна. Келловейские отложения насыщены разнообразными органическими остатками (аммонитами, белемнитами, древесиной и др.). Скорость накопления глинистых осадков невелика (миллиметры в тысячу лет), поэтому для того, чтобы погибший организм перекрылся осадком, требовалось довольно длительное время. Массовость палеонтологических находок и их великолепная сохранность свидетельствуют о застойной бескислородной среде в придонных слоях палеобассейна. Только в таких условиях древние организмы могли сохраниться без разложения до тех пор, пока, они не перекроются вышележащим осадком. Надежным показателем восстановительной среды в придонных слоях с проявлениями сероводородного заражения служат многочисленные конкреции пирита (марказита), которыми насыщены келловейские глины.

Отложения волжского яруса представлены песками. В них встречены остатки средневолжских аммонитов, поэтому морской генезис песков сомнений не вызывает. Однако, судя по грубому составу песков, волжский бассейн на территории Саратовского Правобережья был крайне мелководным, вероятно здесь располагалась прибрежная зона.

В начале раннемеловой эпохи (в берриасском, валанжинском и готеривском веках) моря неоднократно трансгрессировали на территорию Саратовского Правобережья, однако отложения этих морей практически не уцелели от последующих размывов. Представительные разрезы меловых отложений начинаются отложениями барремского яруса. Вместе с отложениями аптского, альбского и сеноманского ярусов они слагают терригенную толщу песчано-глинистого состава. Исходя из этого, можно сделать вывод о преобладании на территории Саратовского Правобережья морского режима, начиная с середины раннемеловой эпохи и до начала позднего

мела. По результатам полевого изучения разрезов п. Дубки, Соколовой горы, с. Пристанное, п. Поливановка, г. Шаблиха можно составить сводный разрез барремских-альбских отложений и убедиться, что в барреме доминирует песчанистый, в апте – глинистый материал, в альбе – вновь песчанистый, сеноманский ярус представлен исключительно песками. Следовательно, максимальная трансгрессия раннемелового бассейна приходится на аптское время, когда формировались мощные (десятки метров) пачки глин и глинистых песков, обнажения которых можно наблюдать на Соколовой горе. Пачка битуминозных сланцев, которую можно наблюдать в разрезе с. Широкий Буерак Вольского района, является отражением весьма специфической обстановки осадконакопления, связанной с кратковременной регрессией, обнажившей огромные по площади равнины шельфа, и последовавшей за ней быстрой трансгрессией, затопившей равнины, покрытые болотами с громадным количеством органики. Сеноманский век – время существования максимально мелководного моря, о чем свидетельствует гранулометрический состав отложений (в основном, крупнозернистые пески).

Верхний мел (начиная с сантонского яруса) и палеоцен представлены наиболее глубоководными фациями. Состав сантонских и палеоценовых отложений в основном кремнистый (опоки), маастрихтских – карбонатный (карбонатные глины, мергели, писчий мел). Преимущественно хемогенный генезис пород служит индикатором максимальной глубины и площади палеобассейна в мезозое. Однако в кампанском веке произошло обмеление моря и имел место длительный перерыв в осадконакоплении, показателем чего является прослой глауконитового песчаника на кремнистом цементе мощностью несколько метров. Выходы этого песчаника можно наблюдать во время маршрутов по Лысой горе и у с. Пудовкино. Смена кремнистого типа осадконакопления (в сантоне-кампане) на карбонатный (в маастрихте) и вновь на кремнистый (в палеоцене), возможно, связана с изменением климатических условий. Частое чередование слоев опок и глин в низах сантонского яруса (так называемая «полосатая серия» сантона), вероятно,

обусловлено неоднократными изменениями уровня моря в это время, что, в свою очередь, также может быть связано с вариациями палеоклимата. Зеландский век (палеоцен) характеризуется регрессией морского бассейна, что зафиксировалось в увеличении песчанистого материала снизу-вверх по разрезу, вплоть до доминирования песчанистого материала в пределах саратовской свиты. В верхах сызранской свиты песчанистого материала настолько много, что соответствующие породы называют опокovidными печаниками. В этих слоях часто встречаются скопления раковин устриц (так называемые «устричные банки» или «устричные мостовые»), которые однозначно указывают на крайне мелководную, прибрежную обстановку.

Необходимо усвоить эти и многие другие признаки для того чтобы «считывать» подобную информацию непосредственно во время работы на обнажении.

После того, как в эоцене море окончательно покинуло территорию Саратовского Правобережья, здесь установились континентальные условия (эоценовые отложения и часть палеоценовых были при этом уничтожены денудацией).

Последнее море проникло на территорию Саратовской области во второй половине плиоцена (в акчагыльское время) в результате самой большой за новейшую геологическую историю трансгрессии Каспийского бассейна. Во время этой трансгрессии морские воды проникли далеко на север (до территории Кировской области), но правобережную часть Саратовской области они почти не затронули. Немногочисленные прибрежные отложения акчагыльского бассейна (известняки-ракушняки) сохранились на локальных участках в Воскресенском районе в устье р. Терешка. Зато территория Саратовского Левобережья представляла собой настоящее море, которое простиралось вплоть до Урала.

Трансгрессии Каспия в четвертичном периоде повторялись неоднократно, в результате чего море распространялось на часть Саратовского

Левобережья, но в правобережную часть морские воды уже не проникали. Во время очередной (раннехвалынской) трансгрессии Каспия в позднем плейстоцене морские воды внедрились на территории нашей области в долину Волги. Такой тип трансгрессии, когда внедрение морских вод происходит только по наиболее низким участкам рельефа (долинам рек) называется *ингрессией*. Ингрессионные отложения (темно-коричневые «шоколадные» глины с морской микрофауной) можно наблюдать в разрезе нижнехвалынской террасы у с. Приволжское Ровенского района.

#### 4.4.3. ДИАГЕНЕЗ

Под *диагенезом* (греч. "диагенезис" - перерождение) понимается изменение осадков, их перерождение и превращение в осадочные горные породы. Первичный рыхлый морской осадок в большинстве случаев представляет многокомпонентную «открытую» систему. Уже в самой начальной стадии существования осадка начинается взаимодействие отдельных его частей друг с другом, с остаточными иловыми водами и средой их накопления. После того как слой перекрывается новыми порциями осадка, система «закрывается», происходит ее изоляция от наддонных вод, а слагающие минеральные компоненты вынуждены приспособляться к вновь возникшим физико-геохимическим условиям.

В преобразовании осадков в горные породы участвуют многие факторы:

1. Высокая влажность осадков, имеющая огромное значение в перераспределении отдельных элементов в осадке и способствующая взаимодействию различных составляющих и образованию новых диагенетических минералов.

2. Наличие многочисленных бактерий, главная масса которых сосредоточена в верхних первых сантиметрах осадков. Бактерии играют различную роль в преобразовании вещества. В одних случаях они разлагают углеводороды и органические соединения, создают новые реактивы и изме-

няют химизм среды. В результате деятельности различных бактерий происходят сложные процессы - окисление закисных соединений и чаще, наоборот, перевод окисных соединений в закисные. В других случаях бактерии служат главным источником накопления органического вещества в верхней части слоя.

3. Иловые растворы, пропитывающие осадок, существенно отличаются от состава наддонной воды океана более высокой минерализацией. Различие состава иловых растворов и придонной морской воды вызывает обмен веществ между ними. При большой концентрации ряда веществ в иловых растворах в осадке образуются новые диагенетические минералы.

4. Органическое вещество, большое скопление которого в осадке вызывает дефицит кислорода, появление углекислого газа и сероводорода, т. е. создает восстановительные условия.

5. Окислительно-восстановительный потенциал. В мелководных зонах, где преобладают хорошо водопроницаемые пески с отсутствием или ничтожным содержанием органического вещества, создаются окислительные условия среды, наблюдающиеся и в глубине осадка. В этом случае возможны новообразования гидроксидов железа. В более глубоководных тонких илах, богатых органическим веществом и бактериями, создается восстановительная обстановка, при которой возможно образование магнетита, сидерита (в слабовосстановительной среде) и сульфидов железа – пирротина, мельниковита, пирита, марказита и др. (в сильно восстановительной).

В результате сложные и длительные процессы диагенеза приводят, в конце концов, к превращению осадков в горные породы.

К главным изменениям осадков при диагенезе относятся:

1. *Обезвоживание и уплотнение*, возникающие под давлением накопившихся новых слоев осадка.

Глины подвержены уплотнению в наибольшей степени, хемогенные породы – известняки и опоки, практически не уплотняются. В целом поро-

ды осадочного чехла платформ слабо уплотнены, по сравнению с отложениями складчатых областей. Это объясняется, в первую очередь, тем, что в центральных частях древних платформ породы перекрываются толщей горных пород незначительной мощности – десятки и сотни метров, а в складчатых областях они, как правило, оказываются погребенными под толщей пород мощностью в километры и десятки километров. В пределах Саратовского Правобережья только породы из основания осадочного чехла (девон и низы карбона) находятся на глубине 1-3 километров, поэтому в них можно встретить максимально уплотненные разности глин, которые называются аргиллитами. К сожалению, отложения этого возраста не выходят на земную поверхность и поэтому недоступны для наблюдения в естественных обнажениях.

2. *Цементация* происходит из-за образования новых минералов, заполняющих поры и пустоты и цементирующих частицы осадка, или перераспределения уже имеющегося минерального вещества. Таким образом, под цементом песчано-алевритовых пород понимают содержащийся в них хемогенный или глинистый материал, скрепляющий обломочные зерна между собой. По составу цемент бывает кремнистый (из вторичного кварца, опала, халцедона), карбонатный, глинистый, железистый, что иногда отражается в названиях пород – песчаник железистый, алевролит карбонатный и т. п. Иногда цемент слагается сульфатными или фосфатными минералами.

В пределах Саратовского полигона можно встретить осадочные горные породы с различными типами цемента. Песчаники на кремнистом цементе распространены в пределах саратовской свиты (палеоцен), встречаются в отложениях кампанского, реже – альбского ярусов. Кремнистый цемент легко диагностировать по высокой твердости пород, которые с трудом раскалываются молотком. Песчаники на кремнистом цементе называются также «сливными» песчаниками и являются самыми прочными породами среди других осадочных пород, распространенных на террито-

рии Саратовской области. Карбонатный цемент (кальцит) однозначно опознается по реакции с соляной кислотой. Глинистый цемент при увлажнении образца вызывает на ощупь ощущения жирности («мылкости»), характерные для глин. Железистый цемент легко узнать по ржаво-бурому, желто-коричневому цвету, типичному для лимонита. Часто цемент может быть смешанным, например, глинисто-железистым, кремнисто-карбонатным или карбонатно-глинистым.

3. *Кристаллизация и перекристаллизация.* Эти изменения особенно проявляются в мелкозернистых и иловых хемогенных и органогенных осадках, состоящих из легко растворимых минералов. Это может приводить к переходу опала в халцедон, а затем кварц, кальцита в доломит. Из аморфных гелей образуются кристаллические формы глинистых и других минералов. Очень быстрая кристаллизация характерна для органической основы коралловых рифов, преобразующейся в известняки.

Результаты этих диагенетических изменений воплощены в среднекаменноугольных известняках, многочисленных опоках сантонского и палеоценового возраста. Отчетливо видна в песчаниках аптского яруса фунтиковая текстура («конус-в-конус»), образованная за счет перекристаллизации карбонатного цемента.

4. *Образование диагенетических минералов и конкреций.* В процессе диагенеза формируются различные новообразования, отличающиеся друг от друга по составу и форме нахождения. Некоторые из них бывают рассеяны по всей толще осадка, например, глауконит, пирит, сидерит и другие минералы. Но часто новообразования концентрируются вокруг каких-либо центров и образуют конкреции шаровидной, почковидной, лапчатой, вытянутой формы и четко отделяются от вмещающих пород. Размеры их от нескольких миллиметров до больших конкреционных линз, протягивающихся на несколько метров. При значительной концентрации фосфатных, железистых и других конкреций они становятся объектом промышленных

разработок. Конкреции могут классифицироваться в зависимости от минерального состава, размеров, формы, внутреннего строения.

Сидеритовые конкреции широко распространены в батских, келловейских, барремских и аптских глинах. Максимальных размеров (до полутора и более в поперечнике) достигают конкреции уплощенной, линзовидной формы в барремских и сантонских отложениях. В батских и аптских конкрециях часто встречаются крупные аммониты хорошей сохранности. Сидеритовые конкреции имеют темно-коричневый (почти до черного) цвет, часто покрыты сеткой прожилок сидерита светло-коричневого и темно-желтого цвета («септариевые» конкреции).

Сидерит служит надежным индикатором слабовосстановительной или нейтральной среды. Следует заметить, что, как правило, сидерит образуется в ассоциации с аутигенным тонкодисперсным магнетитом.

В аптских отложениях присутствует слой гигантских карбонатных (мергельных) конкреций (т. н. аптская плита), латерально устойчивый на значительной части территории Среднего и Нижнего Поволжья. К сожалению, в настоящее время на Соколовой горе этот уровень недоступен для изучения из-за техногенного фактора. Его можно наблюдать внутри битуминозных сланцев в разрезе с. Широкий Буерак, где мергельные конкреции уплощенной формы достигают более метра в длину.

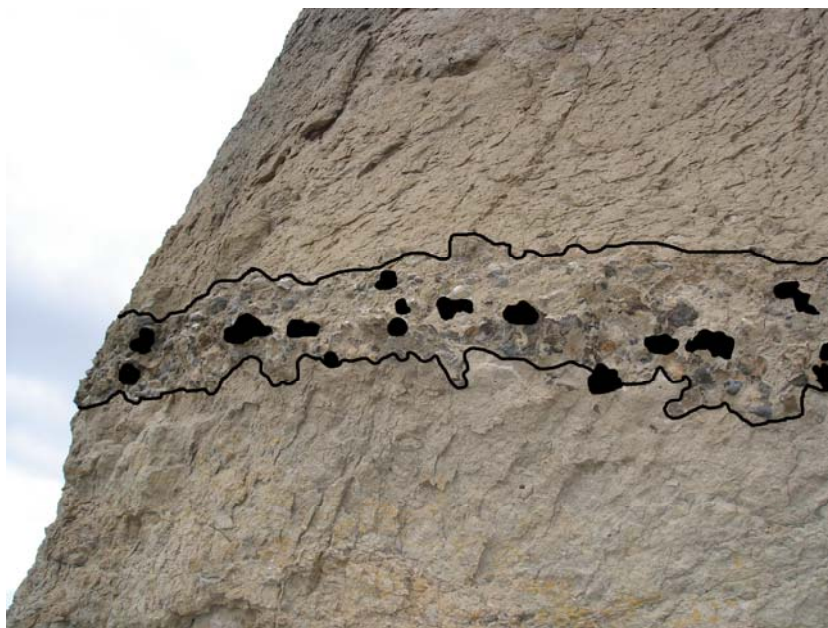
Конкрециями пирита (марказита) разнообразной формы (от шарообразной до вытянутой), размерами до дециметра насыщены келловейские глины. Подобные конкреции можно встретить и в сантонских глинах (в глинистых прослоях «полосатой серии» сантона). Пирит однозначно указывает на восстановительную обстановку с проявлениями сероводородного заражения.

В береговых обрывах Волги у с. Пристанное можно наблюдать гигантские (до метра и более) железистые конкреции (конкреции песчаника на железистом цементе) (рис. 21). Многие из них полые внутри. Такая разновидность конкреций называется жеодами.





*Рис. 21. Крупная (диаметром ~ 0,7 м) конкреция песчаника на железистом цементе в альбских песках у с. Пристанное.*



*Рис. 22. Желваковые фосфориты (размеров от нескольких мм до нескольких см) в альбских глинах на г. Шаблиха (п. Увек).*

*Контуром обведены границы фосфоритоносного пласта, закрашены некоторые наиболее крупные фосфоритовые конкрекции (до 2-3 см).*

Фосфоритовые конкреции (желваковые фосфориты) гравийной и галечной размерности (от миллиметров до сантиметров) можно наблюдать в альбских отложениях на г. Шаблиха (*рис. 22*), в туроне-коньяке у с. Пудовкино, в основании сantonа («губковый горизонт») на Лысой горе, в п. Поливановка, у с. Пудовкино.

Конкреции черных кремней (фтанитов) широко распространены в известняках московского яруса (с. Тепловка).

К последиагенетическим изменениям осадочных горных пород относятся: *катагенез*, *метагенез*, *гипергенез* (выветривание). В совокупности они объединяются под названием *эпигенез* (эпигенетические изменения).

#### **4.5. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

К подземным водам относятся все природные воды, находящиеся под поверхностью Земли в подвижном состоянии. Вопросы происхождения, движения, развития и распространения подземных вод являются предметом изучения специальной отрасли геологической науки - гидрогеологии (греч. "гидро" - вода). Подземные воды тесно связаны с водой атмосферы и наземной гидросферы - океанами, морями, озерами, реками. В природных условиях происходит непрерывное взаимодействие этих вод.

В случае выпадения осадков на континентах часть осадков стекает по поверхности вновь в океан, некоторый объем воды опять испаряется в атмосферу, а часть осадков просачивается (фильтруется) в горные породы и идет на пополнение подземных вод.

Большинство осадочных горных пород пористы или трещиноваты в той или иной степени. Подземные воды заполняют поры между отдельными зернами осадка и трещины. Такие породы, служащиеместилищем подземных вод, называются *коллекторами* (лат. "коллектор" - собирающий). В роли коллекторов чаще всего выступают рыхлые породы (пески, гравий, галечники) или высокопористые породы (опоки, органогенные известняки (риффы), многие песчаники). Если кристаллические породы тре-

щиноваты, то и они могут выступать в роли коллекторов. Порода непроницаемая для воды называется *водоупором*. Среди осадочных пород в роли водоупора чаще всего выступают глины или мергели.

По условиям образования выделяются несколько типов подземных вод: 1) инфильтрационные; 2) конденсационные; 3) седиментогенные; 4) магматогенные или ювенильные.

*Инфильтрационные подземные воды* образуются из наземных вод атмосферного происхождения. Одним из главных видов питания их является инфильтрация, то есть просачивание в глубь Земли дождевых и талых атмосферных осадков. В ряде случаев в питании подземных вод принимают участие воды, фильтрующиеся из рек, озер, водохранилищ и из каналов.

*Конденсационные воды* образуются в результате конденсации водяных паров воздуха в порах и трещинах горных пород. Конденсация водяных паров имеет существенное значение для пустынных районов с малым количеством атмосферных осадков.

*Седиментогенные (погребенные, реликтовые) подземные воды* - это высокоминерализованные (соленые) подземные воды в глубоких слоях осадочных горных пород. Они представляют собой захороненные воды морского генезиса, сильно измененные под влиянием давления и температуры.

*Магматогенные (ювенильные) подземные воды*, образуются непосредственно из магмы (лат. "ювенилис" - юный). Поступление таких вод происходит, с одной стороны, при извержении вулканов, с другой - из магматических тел, расположенных на глубине, в которых первоначально может содержаться до 7-10% воды. В процессе кристаллизации магмы и образования магматических пород вода отжимается, по разломам и тектоническим трещинам поднимается вверх.

Количество магматогенных, седиментогенных и конденсационных вод незначительно. Наиболее важное практическое значение имеют инфильтрационные воды.

Все результаты деятельности подземных вод, которые можно наблюдать в пределах Саратовского полигона практики, связаны с инфильтрационными водами.

В современной гидрогеологической литературе имеется несколько классификаций подземных вод. По условиям залегания подземные воды чаще всего классифицируют на верховодку, грунтовые воды и межпластовые воды. Последние в свою очередь подразделяются на безнапорные и напорные (артезианские).

*Верховодка* образуется, когда инфильтрующаяся вода встречает на своем пути линзы водонепроницаемых пород – или суглинков среди песчаных отложений. Подземные воды верховодки обычно образуются на сравнительно небольшой глубине и имеют ограниченное по площади распространение. Мощность пород, насыщенных верховодкой, чаще всего бывает до 1 м, редко достигает 2-5 м. Наибольшая мощность отмечается весной в период интенсивного снеготаяния и осенью при обильном выпадении атмосферных осадков. В засушливые годы мощность и количество воды верховодки уменьшаются, а иногда она совсем иссякает.

Под *грунтовыми водами* понимают подземные воды первого от поверхности Земли стабильного водоносного горизонта, залегающего на первом от поверхности, выдержанном по площади водоупоре. Верхняя граница зоны насыщения называется *уровнем* или *зеркалом грунтовых вод*. Породы, насыщенные водой, называется *водоносным горизонтом*. Мощность водоносного горизонта (расстояние по вертикали от зеркала грунтовых вод до водоупора) может сильно изменяться в пространстве и во времени. Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и воды из поверхностных водоемов.

*Межпластовые ненапорные воды* располагаются в водопроницаемых породах, которые сверху и снизу ограничены водонепроницаемыми пластами. В условиях расчлененного рельефа они выходят на поверхность в виде источников (родников) в склонах оврагов, рек.

К *напорным (артезианским) водам* относятся подземные воды, находящиеся в водоносных горизонтах, перекрытых и подстилаемых водупорными слоями горных пород, и обладающие гидростатическим напором. Они связаны с отрицательными структурами земной коры - синеклизами, мульдами и др.

За исключением артезианских вод, на территории Саратовского Правобережья за время практики по общей геологии можно познакомиться со всеми остальными типами подземных вод, выделяемых по условиям залегания.

В разрезе осадочного чехла Саратовского района выделяется до 17 водоносных горизонтов. Все они относятся к межпластовым безнапорным водам. В программу учебных геологических маршрутов входит посещение источников подземных вод нижнеаптского и сызранского водоносных горизонтов. Название горизонта дается по возрасту пород-коллекторов. Так в случае сызранского горизонта в роли коллектора выступают опоки сызранской свиты (палеоцен), а водоупором для них служат маастрихтские сильнокарбонатные глины. Источники сызранского водоносного горизонта наиболее широко распространены в пределах Саратовского Правобережья, они располагаются в основном на крутых восточных склонах Приволжской возвышенности. В городской черте Саратова многие десятки таких источников можно наблюдать на склонах Лысогорского плато на всем протяжении от г. Алтынной на юге до района 10-ой Дачной на севере. Многие источники оборудованы приспособлениями для сбора воды в виде труб, благоустроены каменной кладкой (*рис. 23*). Любые оформления естественного выхода подземных вод называются каптажом источника.





*Рис. 23. Каптированный источник подземных вод сызранского водоносного горизонта в районе 10-ой Дачной.*

Вкус подземных вод в значительной степени определяется свойствами и составом коллектора и водоупора. Вода сызранского горизонта не имеет посторонних привкусов. А, например, вода нижеаптского горизонта имеет ярко выраженный горько-соленый привкус и не пригодна для питья. Это связано с тем, что как в коллекторе (нижеаптские глинистые пески), так и в водоупоре (барремские-аптские глины) содержится большое количество гипса, который, растворяясь, портит вкусовые качества воды.

Дебит (от франц. «дебит» - расход) источников подземных вод, т. е. количество воды, изливаемое в единицу времени (обычно измеряется в литрах в минуту) не является постоянной величиной водоносного горизон-

та ни в пространстве, ни во времени. Дебит источника определяется коллекторскими свойствами пород (т. е. степенью пористости и трещиноватости) в данном месте и другими факторами. Сильное влияние на дебит источников оказывают сезонные изменения климата – он возрастает во время весеннего таяния снегов, затяжных дождей и уменьшается в засушливую погоду. Например, источник вод сызранского водоносного горизонта в Завокзальном ущелье Лысой горы имеет дебит около 4 л/мин в жаркое лето и увеличивается до 6 л/мин в дождливое.

С подземными водами теснейшим образом связаны процессы карста и оползневая деятельность.

4.5.1. КАРСТ представляет собой совокупность процессов, форм рельефа и отложений, связанных с растворением и выщелачиванием горных пород подземными и поверхностными водами. В образовании карста помимо растворения принимают участие водная эрозия (в том числе и подземная), а также обрушение. В результате этого комплексного явления образуются отрицательные западинные формы рельефа на поверхности Земли и различные полости, каналы и пещеры в глубине. Впервые такие широко развитые процессы детально были изучены на побережье Адриатического моря на плато Карст, откуда и получили свое название. К растворимым породам относятся соли, гипс, известняк, доломит, мел. В соответствии с этим различают соляной, гипсовый и карбонатный карст. Наиболее интенсивно происходит соляной и гипсовый карст, но наиболее широко распространен карбонатный карст, потому что известняки, доломиты, мергели, мел гораздо чаще встречаются в осадочном слое земной коры.

Необходимыми условиями развития карста являются: 1) наличие растворимых пород; 2) трещиноватость пород, обеспечивающая проникновение воды; 3) растворяющая способность воды.

Наибольшее разнообразие карстовых форм рельефа (кары, карстовые воронки, котловины, пещеры и т. д.) наблюдается в горных районах (Крыма, Кавказ, Альпы и др.). В Саратовской области можно увидеть только

незначительные проявления карстовой деятельности, в виде неглубоких карстовых воронок, например в районе с. Тепловка Новобурасского района, где они распространены на косогоре, сложенном маастрихтскими мергелями. На севере Саратовского Правобережья (Хвалынский, Вольский районы), где весьма расчлененный рельеф сложен в значительной части карбонатными породами можно наблюдать и карстовые пещеры. Интересный результат совместной работы эрозионной деятельности и карста можно наблюдать в районе с. Пудовкино Саратовского района. Здесь овраги, интенсивно развивающиеся на склонах Приволжской возвышенности, имеют необычную форму: в верховьях они линейной формы, неглубокие (3-5 метров), затем в средней части склона их глубина резко увеличивается до 30-50 м, с образованием крутых обрывистых склонов, а в плане они приобретают циркообразную форму, ниже по склону овраги вновь сужаются. Скачкообразное углубление и аномальное увеличение ширины оврагов в средней части склонов связано с пересечением поверхностными и подземными водами уровня, на котором чистые опоки сантона сменяются сильно карбонатными силицитами низов сантона и сильно известковистыми песчаниками. Из-за повышенной растворимости карбонатных пород турона-коньяка (карбонатные песчаники) и сантона (карбонатные силициты) и глубинная, и боковая эрозия в этом месте идет значительно интенсивнее. Под незначительной по мощности толщей карбонатных пород (не более 10 метров) залегают рыхлые пески сеноманского яруса, которые легко подвержены эрозии, поэтому с расширением оврага сопряжено и резкое увеличение глубины.

#### 4.5.2. ОПОЛЗНИ.

Под *оползнями* понимают смещения крупных блоков горных пород по склону. В отличие от осыпей и обвалов, смещения оползневых масс определяются не только силой тяжести и крутизной склона, но и количеством поверхностных и подземных вод. В условиях Саратовского Право-



бережья подземные воды играют определяющую роль в динамике оползневых процессов.

На территории полигона оползневая деятельность проявлена очень интенсивно. В разной степени оползневая деятельность проявляется практически повсеместно на склонах Приволжской возвышенности и на крутых правых берегах р. Волги (рис. 24).



*Рис. 24. Оползень в нижнеаптских глинах на берегу Волги у с. Широкий Буерак Вольского района.*

*Обведены трещины отрыва (шириной до 1 м).*

Поверхность, по которой происходит отрыв и оползание, называется поверхностью скольжения, сместившиеся породы - оползновым телом, которое часто отличается значительной неровностью. Место сопряжения оползневого тела с надоползновым коренным уступом называется тыловым швом оползня (рис. 25).

Часто оползни бывают сложного строения, они могут представлять серию блоков, сползающих вниз по плоскостям скольжения (рис. 26).

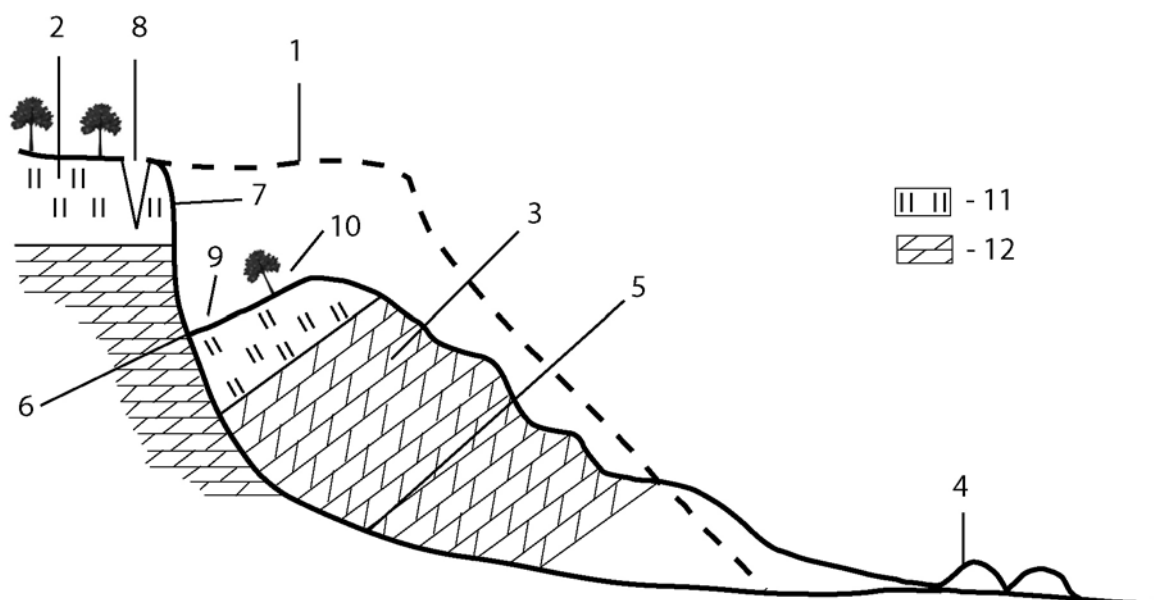


Рис. 25. Схема оползневого склона: 1 – первоначальное положение склона, 2 – ненарушенный склон, 3 – оползневое тело (деляпсивный оползень), 4 – оползневое тело (детрузивный оползень), 5 – поверхность скольжения, 6 – тыловой шов, 7 – надоползневой уступ, 8 – трещина отрыва, 9 – оползневая западина, 10 – «пьяный лес», 11 – опоки, 12 – мергели.



Рис. 26. Система древних оползневых блоков в правом борту оврага у с. Пудовкино.

Оползни, соскальзывающие под влиянием силы тяжести называются *деляпсивными* (лат. "деляпсус" - падение, скольжение). Нижняя часть оползня может быть представлена сместившимися породами, значительно раздробленными, перемятыми в результате напора выше расположенных движущихся блоков. Эта часть оползня называется *детрузивной* (лат. "детрузио" - сталкивание).

Интенсивность оползневой деятельности зависит от следующих факторов:

1. Крутизна склона. Разумеется, чем круче склон, тем больше вероятность, при прочих равных условиях, схождения оползня. Поэтому любое искусственное увеличение крутизны склона (например, в связи с проведением строительных или дорожных работ) увеличивает оползневую опасность. Подмыв берега рекой также увеличивает крутизну склона, дополнительно провоцируя тем самым оползневые движения. В результате создания серии водохранилищ в Среднем Поволжье (Волгоградского, Саратовского, Куйбышевского) абразия волжских берегов активизировалась, в результате существовавшее равновесие нарушилось, и оползневая деятельность также интенсифицировалась, в особенности на более высоком правом берегу.

2. Геологическое строение и литологический состав. Если падение пластов горных пород направлено вниз по склону, то вероятность схождения оползневых тел возрастает. Очень важным фактором, стимулирующим активизацию оползневой деятельности, является наличие пластичных пород, в первую очередь, глин.

3. Поверхностные воды. Большое количество выпадающих атмосферных осадков увеличивает степень обводненности пород склона, и, в ряде случаев, именно в период или в конце интенсивного выпадения атмосферных осадков происходят оползни. Если на склоне уже имеются оползневые тела, то поверхностные воды просачиваются в первую очередь вдоль тылового шва на поверхность скольжения, резко увеличивая тем самым веро-

ятность возобновления движения оползневого тела, в особенности, если поверхность скольжения расположена на глинах. Поэтому в качестве одной из важных мер по предотвращению оползней является прокладка водоотводов вдоль тыловых швов.

4. Подземные воды. Пласты глин часто играют роль водоупора, подстилаемая водоносный горизонт, и в этом случае, независимо от количества поверхностных осадков, породы склона будут постоянно обводнены. Таким образом, подземные воды, в отличие от поверхностных являются не эпизодическим, а непрерывно действующим фактором, усугубляющим оползневую опасность. С подземными водами может быть связано явление *суффозии*, также приводящее к оползневым явлениям. Суффозия связана с выносом из водоносного слоя мелких частиц вмещающих горных пород и химически растворимых веществ. В результате этого происходит разуплотнение, разрыхление водоносного слоя, что естественно вызывает неустойчивость выше расположенной части склона, и он оползает. Суффозии больше всего подвержены лессы и лессовидные породы. В Саратовской области чистых лессов нет, но лессовидные суглинки развиты широко, особенно в Левобережье, где можно встретить просадочные понижения (воронки), вызванные суффозией.

5. Дополнительная нагрузка на склоны, связанная, как правило, с антропогенным фактором – строительством различных сооружений на склоне, которое также стимулирует оползневую деятельность.

Геологические наблюдения в пределах Саратовского полигона практики позволяют убедиться в наличии всех перечисленных факторов, способствующих возникновению оползней. В то же время сравнительный анализ результатов оползневой деятельности в разных районах приводит к однозначному выводу, что решающая роль в этом комплексе факторов принадлежит подземным водам. Например, склоны Лысой горы, Соколовой горы и г. Шаблиха вполне сопоставимы по крутизне склонов, геологическому строению и литологическому составу, количеству атмосферных

осадков, нагрузке на склоны, но резко различаются степенью обводненности за счет подземных водоносных горизонтов. Максимальная обводненность склонов характерна для района п. Увек, вследствие чего и оползневая активность там максимальна.

Во всех случаях при решении вопросов строительства тех или иных сооружений вблизи склонов детально изучается их устойчивость, и вырабатываются меры по борьбе с оползнями в каждом конкретном случае.

В районе Лысой горы, где обводненность склонов относительно невелика и карбонатные глины маастрихта играют подчиненную роль в строении склона, по сравнению с опоками сантона и палеоцена, противооползневые меры ограничены террасированием склонов (искусственным уменьшением крутизны склонов, путем создания ровных площадок). Местами сохранились посадки деревьев полувековой давности, сделанные с целью укрепления склонов.

На волжском склоне Соколовой горы в районе п. Затон неоднократно происходили катастрофические оползни. Сохранились сведения о сильных оползнях, которые произошли здесь в течение минувших двух столетий. Например, 20 сентября 1884 г. при оползне на склоне Соколовой горы много домов было превращено в развалины, а несколько жилищ вместе с пластами земли были сброшены с крутого склона в реку. За несколько дней до случившегося жители заметили, что поверхность земли покрылась трещинами, буграми. Ночами в тишине явственно слышалось потрескивание домов, иногда в домах лопались стекла. Когда растрескались печи и начали коробиться полы, люди поспешили покинуть помещения, что спасло их от гибели. Около полудня 20 сентября значительная часть п. Затон, вместе с домами обрушилась в реку. Под давлением оползневых масс на прилежащие части речных долин могут возникнуть бугры пучения. Во время схождения одного из оползней Соколовой горы в начале прошлого века подобный бугор образовался на дне р. Тарханка (которая до создания Волгоградского водохранилища располагалась между п. Затон и Зеленым

островом), в результате чего затонувший на дне этой реки пароход, оказался вновь на поверхности.

После событий 1963-1968 гг., когда произошло особенно много оползневых подвижек на Соколовой горе, большие массивы горных пород оторвались и осели более чем на 9 метров, городские организации в срочном порядке приняли неотложные меры. Была построена система бетонных желобов для отвода поверхностных вод. Так называемые ливнесбросы были проложены, в том числе, и вдоль тыловых швов. Для отвода подземных вод была сооружена дренажная система в виде подземных желобов (дренов). Кроме того, было проведено террасирование и укрепление склонов путем посадки деревьев. Горизонтальные ряды посадок хорошо видны на склоне Соколовой горы со стороны Волги.

В районе п. Увек мер, аналогичных тем, которые были предприняты на Соколовой горе, заведомо недостаточно для предотвращения оползневой опасности. Поэтому здесь осуществлены наиболее радикальные инженерные противооползневые действия, заключающиеся в отводе подземных вод с помощью специально вырытых штолен. Строительство штолен началось в начале 40-х годов XX века. Вначале была пробита штольня для отвода вод сеноманского водоносного горизонта, позже - две штольни для отвода вод альбского водоносного горизонта. Протяженность каждой из штолен 400-500 м. Для сбора и отвода грунтовых вод в нижней части Увекского косогора были построены четыре прорези, осушающие береговую зону. Кроме того, в береговой полосе у переднего края оползневых массивов был сделан упор – контрфорс, ограничивающий их продвижение в сторону р. Волги.

Одной из важных профилактических мер по предупреждению оползней служит мониторинг оползневой деятельности, в результате которого фиксируется скорость движения оползневых блоков. Современные наблюдения показывают, что, несмотря на все принятые меры, движение оползневых блоков вниз по склону продолжается на увекском косогоре со скоростью до 11 см/год.

## **Глава 5. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ**

Во время учебной полевой практики по общей геологии огромное значение имеют геоморфологические наблюдения. Большинство геологических процессов приводит к результатам двух типов. С одной стороны образуются горные породы осадочного, магматического или метаморфического происхождения, связанные с перемещением вещества в той или иной форме (магматического расплава, газов, флюидов, взвеси, истинных и коллоидных растворов и пр.). С другой стороны, подобные перемещения приводят к изменению облика земной поверхности, и образуется все многообразие форм рельефа. Это вторая форма проявления геологических процессов.

По своему происхождению рельеф может быть эндогенным или экзогенным, в зависимости от того, какие из процессов перемещают вещество в большей мере. Эндогенные процессы, как правило, формируют более крупные по своим масштабам неровности земной поверхности; экзогенные факторы обычно определяют образование более мелких черт рельефа.

Саратовский полигон располагается в центральной части древней Восточно-Европейской платформы, поэтому в ходе практики студенты знакомятся в основном с результатами экзогенного рельефообразования. Значительно реже имеется возможность изучить формы рельефа, образованные эндогенными факторами.

### **5.1. РЕЛЬЕФ, ОБУСЛОВЛЕННЫЙ ЭНДОГЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ**

В окрестностях г. Саратова можно наблюдать несколько примеров эндогенно обусловленного рельефа. Во-первых, это массив Соколовой горы, которая располагается на северо-восточной окраине города. Эта гора имеет максимальные абсолютные отметки около 160 м. Возвышается она

над окрестностями более чем на 100м. Скважины, пробуренные в пределах Соколовой горы, показали, что на глубине (по кровле пород девонской системы) ей соответствует крупная складка, которую называют Соколовогорской. Следовательно, в данном случае имеет место прямое выражение рельефа, когда антиклинальной складке на глубине соответствует положительная форма на земной поверхности. Находясь в маршрутах на Волжском склоне горы, можно описать его крутизну, оценить превышение вершины горы над урезом воды в р. Волге.

Территорию г. Саратова пересекает сеть крупных оврагов, которые впадают в р. Волгу. В настоящее время они плохо видны или вовсе завуалированы городскими постройками. Однако, самый крупный из них, который называют Глебучевым, трассируется в северной части города и на отдельных участках отчетливо выражен в рельефе. Заложение оврага произошло в зоне тектонического разрыва (*рис. 11*), факт наличия которого и место положения могут быть установлены путем сравнения гипсометрии стратиграфических разрезов, вскрываемых на склонах гор Лысая и Соколовая. Горные породы, залегающие в зонах глубинных разломов, обычно характеризуются повышенной трещиноватостью, относительно легко поддаются эрозии, часто по ним происходит образование речных долин или временных русловых потоков.

Приведенный пример также относится к категории прямого рельефа, поскольку отрицательная форма рельефа соответствует разрывной тектонической структуре. В районе практики есть примеры обращенного рельефа. В осевой части Тепловской брахиантиклинали, описанной в разделе «Тектоника», на земной поверхности располагается речная долина р. Теплой (*рис. 27*). Ее заложение, вероятно, обусловлено повышенной трещиноватостью каменноугольных известняков, обнаженных в сводовой части этой положительной тектонической структуры.



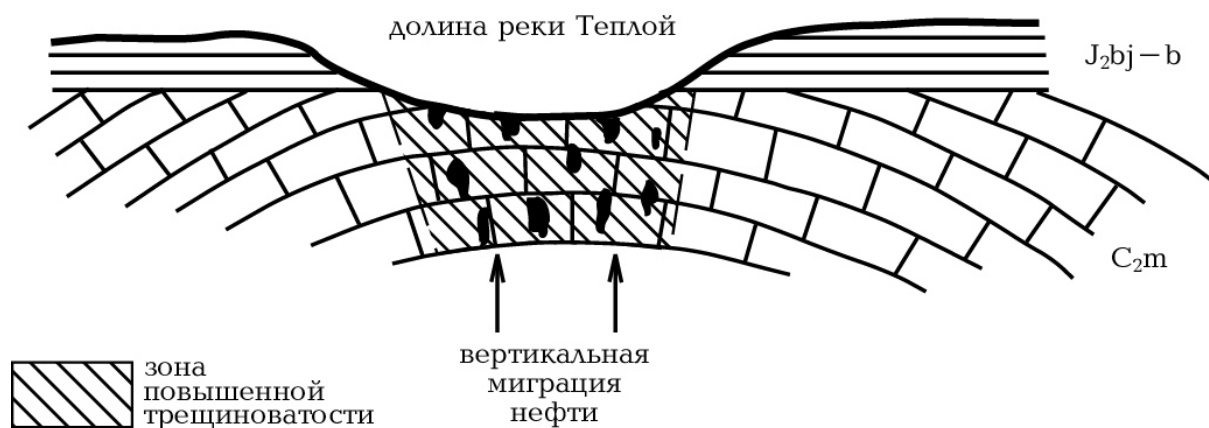


Рис. 27. Обращенный рельеф над сводовой частью брахиантклинальной складки в районе с. Тепловка.

## 5.2. РЕЛЬЕФ, ОБУСЛОВЛЕННЫЙ ЭКЗОГЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

В природе существует большое количество самых различных форм рельефа экзогенного происхождения, но все их многообразие по существу сводится к водоразделам, склонам и долинам. Именно эти три формы чаще всего удастся изучить в ходе учебной практики. Кроме того, в ходе некоторых маршрутов описываются неровности эолового и карстового генезиса.

ВОДОРАЗДЕЛЫ. Значительно реже других форм изучаются студентами. Эти формы рельефа представляют собой субгоризонтальные участки междуречий, которые имеют углы наклона не более  $3-4^{\circ}$  и ограничены по периферии склонами. В связи с этим поверхностные воды не способны на водоразделах осуществлять рельефообразующую деятельность. Поэтому, из всех экзогенных процессов там наиболее ярко проявляется выветривание, и происходит формирование элювия. В зависимости от особенностей образования форма водоразделов может быть *плоской* (углы наклона в их пределах не превышают 30 минут), *выпуклой* (центральная часть таких водоразделов более пологая, чем периферийные участки), *грядовой* (они отличаются резко вытянутой формой и максимальными уклонами).

В окрестностях г. Саратова один из маршрутов проходит по склонам и водораздельной части г. Лысой. При этом, есть возможность определить и описать форму поверхности водораздела, оценить его размеры, описать обнажающиеся там элювиальные образования.

СКЛОНЫ. В своей верхней части они примыкают к водоразделам, характеризуются углами наклона более  $4^0$ , постепенно переходят в склоны долин и потому их нижним ограничением являются реки и временные водотоки. Крутизна склонов меняется от отвесных (с углами наклона, приближающимися к  $90^0$ ) до пологих ( $5-15^0$ ). В зависимости от крутизны, склоны разделяются на *очень пологие* ( $4-6^0$ ), *пологие* ( $6-15^0$ ), *средней крутизны* ( $15-30^0$ ), *крутые* ( $30-45^0$ ), *очень крутые* ( $45-60^0$ ), *обрывистые* ( $60-80^0$ ) и *нависающие* (более  $90^0$ ). Кроме того, склоны отличаются формой поперечного профиля, которая может быть прямой, вогнутой, выпуклой, ступенчатой, или сложной.

*Прямые склоны* – у них величина уклонов от бровки до подошвы остается постоянной. *Вогнутые склоны* – в верхней части обычно крутые, в направлении подошвы крутизна быстро убывает. *Выпуклые склоны* – для них характерна пологая верхняя часть, а в направлении подошвы углы наклона заметно возрастают. *Ступенчатые склоны* линия поперечного профиля таких склонов осложнена одним или несколькими переломами. Причиной переломов чаще всего служит неоднородность горных пород, слагающих склон. *Сложные склоны* – представляют комбинации выше перечисленных разновидностей.

Все отмеченные особенности строения склонов определяются, прежде всего, рельефообразующими экзогенными процессами и особенностями геологического строения. А самым главным фактором, вызывающим перемещение продуктов выветривания и разрушения склонов, является сила тяжести. Все рельефообразующие процессы на склонах обычно делят в зависимости от формы проявления на три группы: гравитационные, водогравитационные и флювиальные. Преобладание той или иной группы

зависит от крутизны склонов, степени задернованности и сомкнутости растительного покрова, характера растительности (травянистая, кустарниковая, древесная), климата, экспозиции склона.

Гравитационные процессы развиваются только на крутых склонах с углом наклона более  $30^0$ . Перенос продуктов физического выветривания происходит в виде обвалов, камнепадов и осыпей в зонах развития прочих или сыпучих горных пород. На равнинах участки распространения таких процессов весьма ограничены, характерны для верхних более крутых участков склоновых поверхностей, часто имеют техногенное происхождение (в бортах карьеров). Главными формами рельефа, возникающими при гравитационных процессах, являются *денудационные уступы (обвальные обрывы), обвальные гряды и холмы, конусы осыпания*.

В районе практики можно наблюдать все указанные формы рельефа. Обвальные обрывы наиболее ярко выражены в районе с. Пристанное, где они приурочены к выходам альбских песчаников в верхней части склона, а также в многочисленных действующих и заброшенных карьерах. При описании обвальных обрывов следует указывать их высоту, крутизну, состав горных пород, размеры обломков в обвальных холмах и грядах. Конусы осыпания распространены значительно шире, они встречаются практически на всех обнажениях, формируясь у их основания. Наиболее крупные осыпи наблюдаются в окрестностях с. Приволжское и в ряде карьеров. Изучая такие формы рельефа, необходимо определить и описать их размеры (мощность, протяженность, высоту), форму, состав обломков и их размеры, степень сортировки обломочного материала. Наблюдения нужно сопровождать зарисовками, составляя план-схему распространения конусов осыпания.

Водно-гравитационные процессы характеризуются тем, что смещение пород по склону происходит при их увлажнении. Одной из самых распространенных форм проявления этих процессов является **оползание**. Это процесс соскальзывания крупных блоков горных пород по разрывным

поверхностям. П р и ч и н а м и образования оползней могут быть: 1 – быстрое возникновение крутых склонов (например, при подмыве берега рекой или быстрым переувлажнением пород, слагающих склон); 2 – наличие водоносных и водоупорных (глинистых) слоев, обуславливающих влажности пород и тем самым уменьшающих внутреннее трение с возникновением поверхностей облегченного скольжения, по которым и происходит срыв горных пород; 3 – геологическое строение склонов – наличие пластов песчаных и глинистых пород, условия их залегания (процесс быстрее развивается, если пласты наклонены в соответствии с уклоном), интенсивность трещиноватости горных пород; 4 – большая высота склона, обеспечивающая минимальный вес соскальзывающих пород.

На территории Саратовского полигона оползневые явления распространены очень широко. Рельеф, связанный с ними, легко узнаваем, локализован в трех участках: на склонах Лысой горы, в поселке Увек и в окрестностях поселка Затон. Наиболее удобно изучать этот рельеф на северо-западном склоне г. Лысой и в Маханном овраге. Наблюдение следует проводить по следующей схеме: описать горные породы, обнажающиеся в стенке отрыва; установить основные элементы в строении рельефа, описать их (формы, размеры), сопроводив описание зарисовками и фотографиями.

Флювиальные склоновые процессы связаны с проявлением плоскостного смыва продуктов выветривания и разрушением склонов мелкими временными струями воды. Оба эти процесса связаны и обычно переплетаются между собой даже в пределах одного склона.

Дождевые и талые воды, стекая по склонам, могут распространяться почти равномерно по их поверхности, осуществлять п л о с к о с т н о е воздействие и перемещать только самые мелкие обломочные частицы пелитовой и алевроитовой размерности. Только в периоды сильных дождей воды становится настолько много, что переноситься начинают песчаные и

гравийные зерна и даже щебень. Плоскостной смыв ярко проявляется только на пологих, не задернованных склонах, с крутизной не более  $5-8^{\circ}$ . На более крутых поверхностях всегда появляются причины перераспределения воды и ее концентрации в виде относительно мощных струек, которые могут значительно врезаться в поверхность склонов. Возникает мелкоструйчатый смыв.

Формы рельефа, образующиеся в результате флювиальных склоновых процессов, по своему происхождению могут быть денудационными и аккумулятивными. К первым относятся разнообразные останцовые выступы, а также рытвины и промоины. **Аккумулятивные** формы чаще всего выражены делювиальными шлейфами, которые формируются в нижней части склонов и у их подножий.

**Рытвины и промоины** достаточно широко распространены в районе практики. Наиболее удобно их изучать на склонах г. Лысой (как на Завокзальном, так и на обращенном склоне в сторону Дачных остановок) и в окрестностях с. Пудовкино. При этом следует составлять схематические планы распространения эрозионных форм, измерять и описывать их размеры (протяженность, ширину, глубину), изучать морфологию (извилистость или прямолинейность), зарисовывать поперечные профили, описывать состав обнажающихся пород.

Делювиальные шлейфы трудно выявляются на территории Саратовского полигона, зато легко устанавливаются доказательства проявления плоскостного смыва в виде делювиальных отложений, слагающих эти шлейфы. Отличительные черты делювия и участки его распространения описаны в главе «Геологическая деятельность поверхностных текучих вод».

**Овраги и балки.** Эти эрозионные формы рельефа широко распространены в районе практики. Их происхождение связано с геологической деятельностью временных русловых потоков, а особенности формирования зависят от целого ряда факторов: крутизны

склона, состава горных пород его слагающих, запаса энергии, зависящего от превышения бровки склона над местным базисом эрозии, а также от климата. Район практики является хорошим полигоном для изучения овражно-балочной сети и дает возможность студентам проводить сравнительный анализ оврагообразования в различных геологических условиях. В частности, установить зависимость морфологии оврагов от состава горных пород, на которых они развиваются.

Особенно различаются овраги в левобережной части района практики и на территории Саратовского Правобережья. Эти условия обусловлены геоморфологическими особенностями и геологическим строением двух указанных участков. Правобережье характеризуется огромным запасом энергии рельефа, поскольку там наблюдаются резкие перепады абсолютных отметок на сравнительно небольших расстояниях. Например, высоты г. Лысой превышают «+280 м», а урез воды в реке Волге в районе г. Саратова располагается на уровне «+17 м». Таким образом, на расстоянии 5-6 км перепад высот составляет более 260 м. В пределах правого склона долины обнажаются осадочные горные породы широкого стратиграфического диапазона от апта до палеоцена, нередко обладающие очень контрастными физико-механическими свойствами (пески, глины, карбонаты, силициты, песчаники). В таких условиях водные потоки оврагов очень мощные, поскольку базисом эрозии для них обычно служит уровень воды в р. Волге. Поэтому для них характерны стремительные темпы роста, значительная глубина. Преобладают V-образные и даже щелеобразные поперечные профили. Недаром, некоторые овраги на Завокзальном склоне г. Лысой именуют ущельями (Октябрьское, Смирновское). На заключительных стадиях развития этих оврагов часто происходят оползневые явления.

Еще одна особенность описываемых эрозионных форм заключается в резких изменениях их морфологических особенностей по мере пересечения разных по составу горных пород. Особенно ярко это

проявляется в районе села Пудовкино, где овраги эродируют пески сеноманского яруса, карбонатно-терригенные породы туронского, коньякского ярусов и низов сантона, силициты верхов сантона и кампанского яруса.

Левобережная часть района практики отличается более сглаженным полого-волнистым рельефом с перепадом высот не более 40м. Овражно-балочная сеть там формируется на алевро-суглинистых породах эоплейстоцена и плейстоцена. Поэтому эрозионные формы отличаются небольшими глубинами, задернованностью склонов, а нередко и днищ. Их поперечные профили часто террасированы и обычно имеют корытообразную форму. Подобные овраги удобно наблюдать в окрестностях села Красноармейское Энгельсского района (рис. 28).



*Рис. 28. Корытообразная балка у с. Красноармейское (Заволжье).*

Изучая овражно-балочную сеть в пределах полигона практики, следует придерживаться следующей схемы:

- изучать поперечный профиль в нескольких сечениях, с обязательными замерами крутизны склонов;

- оценить глубину;
- описать горные породы, обнажающиеся в бортах оврагов;
- оценить степень задернованности склонов и днища;
- описать оползневые явления, если они проявлены;
- отмечать вторичные врезы и приводить их характеристики;
- сопровождать изучение составлением схем-планов овражно-балочной сети.

**РЕЧНЫЕ ДОЛИНЫ.** Они являются основным результатом геологической деятельности рек, образуются в результате сочетания эрозии (как глубинной, так и боковой) и аккумуляции. В строении речных долин выделяют русло, днище и склоны. *Русло* представляют собой относительно узкое линейное углубление, по которому происходит сток воды. Формируется оно, в основном, за счет глубинной эрозии. Образование *днища* происходит под действием боковой эрозии с сопутствующей ей аккумуляцией аллювия. *Склоны долин* могут иметь самую различную форму, которая является отражением многочисленных экзогенных рельефообразующих процессов.

Во всех долинах платформенных областей широко распространены формы рельефа аккумулятивного происхождения. В руслах – это береговые и островные косы, в пределах днищ – поймы, на склонах – комплекс террас. Из всех этих форм в окрестностях Саратова наиболее широко распространены террасы, которые в зависимости от особенностей происхождения и строения бывают аккумулятивными, цокольными и эрозионными (*рис. 19*).

Основополагающим геоморфологическим элементом района практики является долина реки Волги. Она разделяет Саратовский полигон на две части (левобережную и правобережную), которые отличаются комплексом рельефообразующих процессов. Собственно речные формы рельефа значительно шире развиты в левобережной части и представлены надпойменными террасами. При посещении окрестностей сел



Красноармейское и Приволжское студенты описывают состав аллювия, слагающего уступы второй и третьей террас (рис. 29, 30), измеряют высоту этих уступов, а также ведут наблюдения над современными рельефообразующими процессами реки Волги, в частности, изучают результаты абразии в береговой зоне.



*Рис. 29. Вид с площадки III-ой (хазарской) надпойменной террасы Волги на площадку II-ой (раннехвалынской) надпойменной террасы, на которой расположено с. Красноармейское.*



*Рис.30. Уступ II-ой (раннехвалынской) надпойменной террасы Волги с площадки I-ой (поздnehвалынской или сарпинской) надпойменной террасы у с. Приволжское.*

В маршруте, проходящем по берегу реки Волги вблизи с. Пристанное, есть возможность наблюдать фрагмент цокольной террасы. Приблизительно в 2-3 м выше уреза воды четко фиксируется граница между цоколем, сложенным породами альбского яруса и перекрывающими их аллювиальными образованиями. Изучение строения речных долин также можно проводить вблизи села Бартоломеевки, что на северо-западной окраине г. Саратова, а также во время остановки на мосту через р. Чардым при движении на карьер известняков в село Тепловка.

## **ГЛАВА 6. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

В Саратовской области имеются различные полезные ископаемые. Среди них выделяются 2 основные группы: горючие и неметаллические.

Горючие полезные ископаемые представлены нефтью, газом, горючими сланцами.

Среди неметаллических полезных ископаемых выделяются химическое сырье и строительные материалы.

К химическому сырью относятся фосфориты и глауконит. Перспективы выявления крупных месторождений фосфоритов в области ограничены, хотя фосфоритовые горизонты широко известны в меловых и юрских отложениях.

Глауконитосодержащие породы развиты практически во всех административных районах правобережной части области. Прогнозные ресурсы на глауконитовое сырье оцениваются в 252,6 млн. м<sup>3</sup>.

Строительные материалы – это известняк, мел, мергель, опока, песок, песчаник и глина. Строительными материалами область обеспечена полностью за счет местного сырья.

Ниже описываются наиболее крупные месторождения по типам полезных ископаемых.

### **6.1. ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

6.1.1. НЕФТЬ - это маслянистая жидкость органического происхождения. Цвет ее изменяется от черного до красновато-, зеленовато-коричневого и светло-оранжевого. Бывают и бесцветные нефти (конденсат). По удельному весу она легче воды (удельный вес 0,79 – 0,9 г/см<sup>3</sup>). Более тяжелые нефти, как правило, и более вязки. Нефти обычно содержат некоторое количество азотистых и сернистых соединений и минеральные примеси. На поверхности воды нефть образует радужные пятна – важнейший поисковый признак.

Состав нефти очень сложный. В основном это соединение углерода и водорода. Метановые и нафтановые нефти содержат много бензина и керосина. Они имеют мало негорючих примесей и являются более легкими. Нефти, содержащие ароматические углеводороды - бензол, толуол и нафталин, считаются тяжелыми. Они более вязкие и имеют более темную окраску. При высоком содержании твердых углеводородов нефти называются парафиновыми.

Саратовские нефти являются легкими. В них мало негорючих примесей, поэтому они имеют высокое качество.

Нефть в нашей области получают из палеозойских карбонатных (известняков и доломитов) и терригенных (песков и песчаников) отложений, залегающих на глубине от 1000 до 4000 метров. Для скопления и сохранения нефти в недрах необходимо 3 главных условия:

1) наличие пористых и трещиноватых пород (коллекторов): песков, песчаников или кавернозных известняков. Такие породы являются вмещающими для нефти.

2) наличие естественных ловушек, какими в природных условиях являются выпуклые складки пластов горных пород или песчаные линзы в глинистых отложениях. Поскольку нефть легче воды, она скапливается в пористых породах вверху в куполовидных складках или может подниматься по восстанию моноклинально залегающих пластов, пока не достигнет литологического или тектонического экрана.

3) необходимо, чтобы пористые породы, содержащие нефть, были покрыты плотной непроницаемой крышкой (глиной), которая консервирует нефть, предохраняя ее от испарения, а залежи нефти от разрушения.

При отсутствии хотя бы одного из этих факторов скопление или сохранение нефтяной залежи не возможно.

В Саратовской области имеется много участков, где строение горных пород отвечает этим требованиям. Такими участками является Соколовая гора, Елшанка, Песчаный Умет и др.

Название нефтяных месторождений обычно даются по названию тех пунктов, близ которых они располагаются. Соколовогорское месторождение с севера примыкает к г. Саратову. Первые сведения о Соколовогорском поднятии относятся к 1883 – 85 гг. и принадлежат И.Ф. Синцову. В 1942 г. на данной площади была проведена геологическая съемка масштаба 1: 50000 геологом А.Ф. Мишенным с целью поисков нефтегазоносных структур. Им была установлена брахиантиклинальная складка и дана рекомендация разбурить данную площадь на нефть и газ. В следующем году было начато структурное бурение, а в 1948 г. был получен приток промышленной нефти из нижнещигровских отложений (франский ярус верхнего девона).

Соколовогорское месторождение представляет собой брахиантиклиналь северо-западного простирания с относительно более крутым юго-западным и более пологим северо-восточным крыльями. Углы падения более крутого крыла  $7 - 35^{\circ}$ , пологого до  $4^{\circ}$ . Промышленные залежи нефти и газа установлены в отложениях башкирского, визейского (бобриковский горизонт), фаменского, франского и живетского ярусов.

#### 6.1.2. ГАЗ.

Следующим полезным ископаемым, которым богата наша область, является природный газ. Он был открыт в 1941 году. Первая глубокая скважина близ с. Елшанки оказалась аварийной и ее пришлось закрыть. И только в 1942 г. рядом с первой скважиной пробурили вторую, которая дала газ с дебитом около миллиона кубических метров в сутки при давлении свыше 50 атмосфер. Природный газ стал поступать по трубам на предприятия г. Саратова.

Вновь пробуренные скважины стали давать газ с дебитом два и более миллиона кубических метров в сутки, при давлении его свыше ста

атмосфер. Было установлено, что запасы газа Елшанского месторождения исчисляются миллиардами кубических метров.

Природный газ состоит из метана, пропана, бутана, этилена, представляющих собой соединения водорода и углерода. В незначительном количестве природный газ содержит примеси других газов: сероводорода, азота, углекислого газа, гелия. Он не имеет цвета и запаха, намного легче воздуха.

Природный газ используется в быту, на электростанциях и имеет широкое применение в промышленности. Из него можно приготовить очень много различных химических веществ; искусственные волокна, пластические массы, синтетический каучук, аммиак, идущий на производство мочевины, лаки, краски, медицинские препараты и многое другое.

Саратовский газ с первых дней его открытия подается в Москву. В трудные годы военного времени в короткий срок был проложен газопровод Саратов- Москва. Он явился первым магистральным газопроводом в Советском Союзе.

Промышленная добыча углеводородного сырья территориально сосредоточена в нескольких районах области – Саратовском, Татищевском, Лысогорском, Красноармейском, Энгельсском, Ровенском, Советском, Новобурасском и Базарно-Карбулакском.

### 6.1.3. ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ

Сланцы – это органогенная горная порода буровато – серого или зеленовато – серого цвета, тонко слоистая, состоит из глиняного и известковистого материала, насыщенного органическим битуминозным веществом, которое представляет собой продукты разложения морских одноклеточных водорослей. Они содержат водород и много других летучих компонентов (до 70%) – углеводородов, углекислый газ, сероводород. Легко загораются от спички и горят коптящим пламенем, испуская своеобразный запах, напоминающий запах жженой резины.

Теплотворная способность сланцев колеблется в больших пределах, но редко бывает выше 5000 ккал/кг. Основным недостатком сланцев является то, что их бывает трудно разжечь в топках и то, что они содержат много золы (до 60-70%).

Саратовская область богата горючими сланцами. Они имеются в районе села Савельевки (поселок Горный), в Озинском районе, Хвалынском районе и других местах. В этих районах они долгое время разрабатывались и использовались, как топливо в тепловых электростанциях, но с открытием природного газа разработка месторождений прекратилось.

Сейчас сланцы находят новые сферы применения. Так, при сухой перегонке при температуре около 500<sup>0</sup> из них получают горючий газ, лигроин, технические масла, деготь, различные химические продукты: смолы, краски, серу, фенол, многочисленные медицинские препараты, в частности, ихтиоловую мазь.

Зола сланцев также может быть использована. Она обладает вяжущими свойствами, благодаря чему ее можно использовать при изготовлении канализационных труб, облицовочных плит, специальных сортов цемента, огнеупорного кирпича, черепицы, водопропускных желобов, строительных блоков и др.

#### 6.1.4. ТОРФ

Это органогенная очень рыхлая порода, которая состоит из осадков растений, слабоуплотненных, в разной степени разложившихся и слегка обугленных. Цвет торфа чаще всего бурый, структура волокнистая, мягкий, гигроскопичный, в сухом состоянии легкий, горит коптящим пламенем. Теплотворная способность его не высокая - 2500-3000 ккал/кг. Торф образуется при зарастании мелких озер или в заболоченных участках, покрытых обильным покровом мха, осоки, камыша, хвоща и др. растений. Эти растения, отмирая, падают на дно. Из года в год накапливаются, уплотняются и образуют торфяные залежи.

Хорошо высушенный торф дает тепла больше, чем дрова. Путем перегонки из торфа можно получить много других продуктов. Торф широко используется в сельском хозяйстве, в качестве удобрения, особенно в глинистых и сильно песчанистых почвах, где не хватает перегноя; в строительстве при выполнении бетонных работ в зимнее время. Торф может служить сырьем для получения горючего газа, аммиака, уксусной кислоты, дегтя и многих химических продуктов. Его можно использовать и в грязелечении.

В Саратовской области известно несколько месторождений торфа. Они располагаются в пойме рек Хопра, Медведицы, Аткары, Баланды и Сердобы. Местной промышленностью месторождения торфа не разрабатываются, а используются только несколько залежей для местных нужд.

Месторождения торфа, почти не изучены, сведения об их качественной характеристике отсутствуют.

## **6.2. ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ**

### **6.2.1. ФОСФОРИТЫ.**

Фосфоритами называются минеральные образования серого, бурого, темно – серого, почти черного цвета, содержащие до 15 – 25% фосфатных соединений. Бывают фосфориты желваковые и пластовые.

В Саратовской области развиты фосфориты в форме желваков и их сростков размером от 3 до 8 см в диаметре. Например, у г. Вольска имеется выход пластовых фосфоритов.

Используются фосфориты для производства минеральных удобрений. Фосфориты перерабатывают, получая концентраты или просто размалывая их в фосфоритовую муку. Фосфор необходим растительным и животным организмам для развития клеток. Помимо использования фосфора в качестве удобрения он необходим многим отраслям народного хозяйства.



В большом количестве потребляется химической и медицинской промышленностью, используется при производстве взрывчатых веществ.

В Саратовской области нет крупных месторождений фосфоритов. Почти все фосфоритовые горизонты, характеризующиеся невысокими содержаниями пятиоксида фосфора, связаны с юрскими и меловыми песчано-глинистыми и мел–мергельными отложениями. Наиболее крупная фосфоритовая залежь расположена на правом берегу р. Волги между селом Синенькие и ст. Увек. Фосфориты здесь залегают слоями мощностью до 20 – 30 см, их можно наблюдать в ходе маршрута, проходящего в Пудовкинском овраге. Запасы этого месторождения большие, но их разработке препятствует большой объем вскрышных работ.

#### 6.2.2. ГЛАУКОНИТ

Глауконит - это минерал зеленого цвета, встречается в виде вытянутых округлых зерен, рассеянных в меловых и палеогеновых песках.

Там, где пески размываются поверхностными водами глауконит легко вымывается из них, отсеивается и по ходу движения водных потоков образует мелкие россыпи. Глауконитовые россыпи встречаются в устьях оврагов, на поверхностях песчаных конусов выноса. Размер отдельных зерен 0,1 – 0,5 мм. Содержание глауконитов в песках иногда достигает до 60 %.

Глауконит широко распространен в песчано-глинистых морских отложениях, что свидетельствует о морском его происхождении. Он образуется в прибрежных частях теплых морских водоемах на глубине до 200 метров.

Используется глауконит как сорбент при очищении и смягчении воды, является хорошим калийным удобрением и сырьем для получения калия. Используется как дешевая зеленая краска, применяется в пищевой, кожевенной, химической промышленности.

В нашей области месторождения глауконита изучены недостаточно.

Известны Нижнебанновское и Сосновское месторождения глауконитовых песков и мергелей с содержанием глауконита от 50 до 60%.

Нижнебанновское месторождение расположено у села Нижняя Банновка Красноармейского района. Полезная толща представлена верхнемеловыми мергелями мощностью 5 метров. Вскрыты – почвенно-растительный слой и суглинки общей мощностью 2 – 7 метров. Содержание глауконита в мергелях составляет примерно 30 – 65%. Глауконит пригоден для производства удобрений.

Ориентировочные запасы составляют 17 тыс. тонн.

Месторождение не эксплуатируется.

Сосновское месторождение расположено на западной окраине села Сосновка Саратовского района. Полезная толща представлена сеноманскими песками кварцево-глауконитовыми, тонко-зернистыми, мощностью 5 -10 метров. Вскрыша представлена почвенно-растительным слоем и суглинком мощностью 2 – 4 метра.

Содержание глауконита колеблется от 35 до 50%. Глауконит пригоден для производства удобрений и зеленого красителя. Ориентировочные запасы составляют 100 тыс. тонн. Месторождение не эксплуатируется.

### **6.3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Саратовская область богата строительными материалами, среди которых большое место занимают карбонатные породы: известняк, мел, мергель.

6.3.1. ИЗВЕСТНЯК представляет собой очень плотную крепкую породу светло – серого и светло – желтого цвета, которая находит применение в разных областях строительства. Прежде всего, известняк используется для изготовления щебня, применяемого в дорожном строительстве и в наполнении бетонов, для изготовления стенных блоков, облицовочных и мостовых плит, для производства вяжущих материалов.

Саратовский известняк использовался при сооружении Волгоградского, Куйбышевского и Саратовского гидроузлов. Отдельные сорта известняка широко используются как облицовочный материал, известный под названием «Саратовский арагонит» (мраморный оникс). В г. Балаково им облицован машинный зал Саратовской ГЭС, интерьеры многих административных зданий, школ и магазинов. Такие известняки добываются на Березовском месторождении, которое расположено в районе г. Пугачева.

Помимо строительных целей известняк может быть использован в качестве флюса в черной и цветной металлургии (как вещества, способствующего плавлению и разжижению металлов и отделению шлаков), для получения многих химических продуктов, в стекольной, сахарной и полиграфической промышленности. Молотый известняк идет для известкования почв и как минеральная добавка в корм скоту и птицам.

Месторождение известняка в нашей области известны у сел Тепловки, Ивантеевки, и у г. Пугачева (Березовское, Иргизское и Каменное). Известняки залегают в земной коре мощными пластами, которые прослеживаются на многие сотни километров, но на поверхность выходят только у названных пунктов.

Тепловское месторождение расположено у юго-западной окраины одноименного села Новобурасского района, разведано в 1954 г. Полезная толща приурочена к каширскому горизонту московского яруса и представлена толщей переслаивания известняков с доломитизированными разностями, мергелями и глинами, суммарной мощностью 11,0 – 20, 0 м. Вскрыша – делювий с щебнем известняка, мощностью 3,5 м (*рис. 31*).



*Рис. 31. Карьер по добыче щебня известняка у с. Тепловка  
Новобурасского района.*

Известняки пригодны для неморозостойкого бута и щебня в неморозостойкий бетон.

Запасы по категории А+В+С1 – 1512 тыс. м<sup>3</sup>.

Месторождение эксплуатируется с 1959 г.

#### 6.3.2. МЕЛ И МЕРГЕЛЬ.

Мел - это органогенная карбонатная горная порода белого цвета, однородная, микропористая, очень мягкая (легко мажет руки). Мел состоит из множества мельчайших скорлупок микроорганизмов, представляющих собой скелетные остатки наннопланктона, которые различимы только под электронным микроскопом. Примесей пелитовых частиц в нем обычно не более 1 – 3 %.

Мел образовался в мезозое в теплых мелководных морских водоемах.

По количеству одних только разведанных запасов мела (202 млн. тонн) Саратовская область занимает первое место в Поволжье. Наибольшее количество разведанных месторождений сконцентрировано в

районе г. Вольска. Аналогичные месторождения установлены в Озинском, Красноармейском, Базарно-Карабулакском районах.

Используется мел для приготовления извести. Для этого его обжигают – получают так называемую негашеную известь. Известь, насыщенная водой, превращается в другое вещество – гашеную известь. Гашеная известь используется как вяжущий материал в строительном деле. Мел идет для побелки зданий, приготовления зубного порошка и школьных мелков, кроме того используется как наполнитель при производстве резины и некоторых видов бумаги.

В этих целях используется месторождение «Белая Гора», которое расположено в 2, 0 – 2, 5 км к северу от с. Рыбное Вольского района.

Полезная толща здесь представлена чистым писчим мелом маастрихтского яруса верхнего мела мощностью 27,1 м. (24,6 – 39,0). Вскрыша – почвенно–растительный слой, суглинок и щебенка мощностью 2, 1 м.

Мел используется в качестве известковистой добавки при изготовлении силикатного кирпича. Запасы по категориям А+В составляют 2185 тыс. тон.

В районе г. Вольска полезная толща представлена белым писчим мелом маастрихтского яруса верхнего мела, тонкопористым, трещиноватым средней мощностью 54,9 м. Вскрыты палеогеновые опоки (0,1 – 8,2 м.) и четвертичные суглинки (0,8 – 1,4 м.) суммарной мощностью 5, 35 м.

Установлена пригодность мела для получения воздушной строительной извести, быстро гасящейся, а также извести, применяемой в производстве силикатного кирпича.

Запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 647501 тыс. тон. Месторождение эксплуатируется Вольским мелоизвестковым заводом с 1930 г.

Кроме приготовления извести мел используется как цементное сырье. По запасам цементного сырья Саратовская область занимает одно из

ведущих мест в Российской Федерации. В настоящее время в области разведано 5 месторождений с суммарными запасами 537155 тыс. тон. Все месторождения разрабатываются. В процессе геологической съемки, проводившейся в Вольском районе, установлены прогнозные ресурсы в объеме 37 млрд. тонн мела; 8 млрд. тонн глины и 11 млрд. тонн опок, что обеспечивает возможность расширения мощностей действующих предприятий в десятки раз.

Не меньшую ценность среди карбонатных пород представляет мергель. Мергель – это горная порода, состоящая из известкового и глинистого материала. Он является основным сырьем для приготовления цемента. Цемент можно изготовить из писчего мела, как было сказано выше, но для этого его смешивают с глиной и некоторыми другими добавками. Мергель же является природной смесью, которая состоит из известковистых и глинистых составляющих.

По внешнему виду он представляет собой каменистую, довольно плотную горную породу, мелоподобного сложения. Твердость его невысокая, он слегка пачкает руки, обладает плитчатой отдельностью. Цвет его светло – серый, желтоватый, часто с пятнами ожелезнения, встречаются разновидности белого и серого цвета, все зависит от соотношения глинистого и карбонатного материала.

Мергели образуются как в неглубоких морских бассейнах с нормальной соленостью, так и в лагунах и пресных водоемах при одновременном осаждении карбонатного и глинистого материала.

Вольские цементные заводы используют для производства цемента мел и мергель верхнемелового возраста и нижнемеловые (альбские) глины. В качестве добавок берут находящиеся здесь же палеогеновые опоки.

В районе Вольска расположены еще ряд месторождений, таких как «Коммунар» и др.

В настоящее время активно продолжает эксплуатироваться месторождение «Большевик» (рис. 32), расположенное на северо-



восточной окраине г. Вольска, на правом берегу р. Волги. Полезная толща представлена мергелистым мелом туронского, коньякского, сантонского и маастрихтского ярусов мощностью до 70 м. Вскрыша – почвенный слой средней мощностью 0,6 м и палеогеновые опоки, мощностью около 10 м, которые также разрабатываются и используются в качестве добавок к цементу. Содержание основных окислов (в %) в мелу: кремния 0,54–18,4; алюминия 0,08–5,88; железа 0,3–2,42; кальция 40,45–55,53; магния 0,08–2,17. Балансовый запас мела по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 96249 тыс. тонн. Месторождение эксплуатируется, из сырья производится 2500 тыс. тонн цемента в год.



*Рис. 32. Карьер цементного завода «Большевик» (г. Вольск)  
по добыче мергеля и мела.*

6.3.3. ОПОКА – кремнистая тонкозернистая, однородная, мелкопористая крепкая порода серого и светло-серого цвета, иногда пятнистая. При ударе молотком раскалывается на остроугольные обломки с раковистым изломом, очень гигроскопична, в свежем изломе хорошо прилипает к языку.

В земной коре опока залегает пластами большой мощности. В нашей области развиты верхнемеловые и палеогеновые опоки. Образовались они в древних морских бассейнах за счет отложения кремнистых скелетов одноклеточных водорослей – диатомей.

Кремнистые породы (опоки, трепелы) относятся к числу полезных ископаемых, характеризующихся широким диапазоном полезных свойств: высокой пористостью, малым объемным весом, высоким содержанием аморфной кремнекислоты и, в связи с этим, фильтровальными (сорбирующими) свойствами, гидравлической активностью (т. е. способностью связывать известь, выделяющуюся при твердении цемента, с образованием труднорастворимых новообразований) в кислых средах, высокими каталитическими способностями. Совокупность указанных признаков определяет разностороннее применение кремнистых пород в различных отраслях народного хозяйства.

В строительном деле особое значение приобретают кремнистые породы в связи с возможностью получения из них нового строительного материала – термолита.

Из тремолита, полученного из обожженных саратовских опок, можно приготовить бетоны марки «300» и выше с объемным весом 1700 – 1800 кг/м. куб.

Саратовская область располагает неограниченной сырьевой базой кремнистых пород, среди которых особое место занимают опоки. В настоящее время выявлено свыше 100 месторождений опок, хотя разведано всего 14 месторождений с суммарными запасами 49805 тыс. м<sup>3</sup>

Продуктивные горизонты месторождений приурочены к верхнемеловым (сантон, кампан) и палеогеновым (сызранская свита) породам. Отдельные сорта опок могут использоваться как адсорбенты для очистки масел, нефтепродуктов, являются добавками при изготовлении керамических изделий и теплоизоляционных изделий.



Месторождения расположены в Базарно-Карабулакском, Воскресенском, Лысогорском, Саратовском, Красноармейском, Вольском Озинском районах.

Ни одно месторождение не числится на балансе запасов.

#### 6.3.4. ПЕСКИ

В Саратовской области имеются пески морского, речного и озерного происхождения. По времени образования они связаны с меловыми, палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными отложениями. В руслах рек разрабатываются современные аллювиальные пески.

Применение песков очень широкое и разнообразное. Они используются в строительном деле, при производстве силикатных кирпичей, в металлургической промышленности при изготовлении форм под чугунное литье, при производстве стекла. Некоторые пески используются для улучшения почв (известковые пески) и в качестве удобрений (глауконитовые пески).

Несмотря на то, что в области имеется много месторождений песка, хорошего сырья почти нет. Пески нашей области мелкозернистые, содержат много нежелательных примесей (это окислы железа, марганца, известь, глинистые частицы и прочее), что снижает их качество.

Главное требование, которое предъявляется пескам - это то, что они должны быть легко доступными для эксплуатации и иметь небольшую мощность вскрышных пород.

Строительные пески. Песок используется для производства силикатных блоков и силикатного кирпича, для штукатурных и кладочных растворов, как мелкий заполнитель бетона, для балластного слоя железнодорожного пути, устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и при строительстве плотин.

В Саратовской области разведанными являются 5 месторождений, а освоено промышленностью лишь одно Александровское месторождение.

Александровское месторождение расположено в 15 км юго – западнее г. Саратова, у с. Александровка. Полезная толща представлена кварцевыми мелкозернистыми песками с средней мощностью полезной толщи 16,7 м. Химический состав песка (в %):  $\text{SiO}_2$  – 83,4 – 95,1;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 1,53 – 5,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,57 – 2,64;  $\text{CaO}$  0,28 – 1,62;  $\text{MgO}$  0,04 – 0,76;  $\text{SO}_3$  – 0,03-0,12;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,17 – 0,56;  $\text{K}_2\text{O}$  0,85 – 1,72.

Пески пригодны для производства морозостойкого силикатного кирпича марки «75» - «100». Балансовые балансы по категории А+В+С1 составляют 15690 тыс.м.куб.

Стекольные пески. На территории Саратовской области было выявлено 3 месторождения стекольных песков, разведано одно – Хватовское, расположенное в 1, 5 км. к юго –востоку от с. Хватовка, Базарно-Карабулакского района. Полезная толща приурочена к сызранской свите палеогена и сложена желтовато – белыми среднезернистыми песками. Максимально вскрытая мощность их 20 м. Вскрыша представлена четвертичными глинами, суглинками, супесями и песками с включением щебня опоки и кварцевого сливного песчаника. Мощность ее изменяется от 0,25 до 6, 75 м. Пески кварцевые с незначительным содержанием полевых шпатов (до 2, 5 – 3 %). Химический состав песков (в %):  $\text{SiO}_2$  95,5 – 97,78;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,05 – 0,21;  $\text{CaO}$  0,5 – 1,8;  $\text{MgO}$  0,13 – 0,40;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,5 – 2,02.

Содержание фракции 0, 1 – 0, 5 мм составляет в песках 90%. Запасы песков по категориям А+В+С1 444 тыс. тон. Месторождения разрабатываются Хватовским стекольным заводом, выпускающим стекольную тару из полубелого стекла.

#### 6.3.5. ПЕСЧАНИКИ

Песчаники имеют очень широкое распространение в области. Они образовались из песков благодаря цементации их различными природными компонентами (карбонатами, кремнеземом, окислами железа).

Песчаники используются исключительно в строительном деле: для мощения дорог, в качестве бутового материала, при строительстве фундаментов под различные сооружения.

В Саратовском районе имеются несколько месторождений песчаников: Сосновское, Лысогорское, Злобовское, Рыбушанское. Однако работает только одно – Рыбушанское. Все другие из-за низкого качества песчаника не эксплуатируются.

Рыбушанское месторождение расположено в 7, 0 км севернее с. Рыбушка.

Полезная толща приурочена к отложениям сызранской свиты палеоцена и представлена двумя прослоями кремнистого песчаника мощностью 1, 5 – 2, 0 м, разделенных слоем алевролита мощностью от 1,4 до 2,50 м. Вскрыша почвенно-растительный слой и суглинок мощностью 0, 3 – 1, 5 м.

Минералогический состав: кластическая части породы состоит из 50 – 60% кварца, 5 -6 % глауконита, цемент опаловый.

Физико–механические свойства: плотность 2,37 – 2,47 гр/см.куб, объемный вес 1,89 – 2,36 гр/см.куб, пористость 4 – 12%, водопоглощение по весу 1,5 - 5,6 %, по объему 4,3 – 12,8, прочность при сжатии 650 – 1684 кгс/см.кв.

Песчаник используется при строительстве дорог. Запасы по категориям А+В+С – 568 м.куб.

#### 6.3.6. ГЛИНЫ

Саратовская область имеет большие запасы хороших глин. Обычные глины бывают загрязнены различными примесями. Чистые глины встречаются редко. У нас развиты, главным образом, непластичные, полиминеральные, легкоплавкие ( плавкие ниже 1350<sup>0</sup>) глины серого и темно–серого цвета (цвет меняется в зависимости от содержания органики и минерального состава) или бурого и желто–бурого (в зависимости от наличия окислов железа и марганца). Большая часть наших глин – это

тощие, сухие глины, содержащие различное количество песчаного материала и другие примеси.

Глины, которые связаны с мезозойскими и палеогеновыми отложениями образовались на дне морей и лагун, а глины четвертичного возраста являются продуктами выветривания горных пород или образовались в озерах и речных долинах.

На территории Саратовской области самые древние породы глинистого состава, выходящие на земную поверхность, имеют средне- и позднеюрский возраст. Обнажения их прослеживаются по рекам Курдюм и Чардым, севернее г. Саратова, а также в дальнем Саратовском Заволжье. К юрским отложениям приурочены 3 детально разведанных месторождений, расположенных в Саратовском и Татищевском районах, с общими запасами 3,750 тыс.куб.м. Продуктивные горизонты этих месторождений представлены байосскими, батскими и келловейскими глинами. Глины темно – серой, синевато – серой и серой окраски, имеют низкую засоренность каменистыми и известковистыми включениями и обладают высокой и средней пластичностью.

Гранулометрический состав глин: пелитовых фракций от 18, 0 до 49, 8%, пылеватых – от 28, 3 до 70, 0% и песчаных от 4, 0 до 45, 5%. По химическому составу глины также не однородны. Содержание основных компонентов колеблется в пределах: окислов кремния от 39,1 до 68,7%, алюминия от 5,3 до 20,4%, железа от 4,2 до 26,8%, кальция + магния от 3,2 до 14,5%.

Аптские глины темно-серые, почти черные, плотные, монтмориillonитовые, мощность 23,3 м. с незначительной засоренностью крупно зернистыми включениями. Выходы их отмечены в бассейне р. Гуселки, у с. Широкий Буерак Саратовского района.

Гранулометрический состав глин: песчаная фракция 10, 0 – 60, 0%, пылеватая 14,0 – 67,7% и пелитовая 3, 9 – 47, 0%.

Химический состав глин: окислы кремния 38,6 – 69, 9%, алюминия 10, 7 – 21,4%, железа 3,8 – 8,5%, кальция 0,7 - 7, 5%, магния 0, 04 – 2, 04%.

Юрские и аптские глины используются для получения кирпича марки «100» и «150».

В настоящее время в области разведано 162 месторождения кирпичных глин, на балансе состоит 104 месторождения с запасом промышленных категорий на 01.01.2006 г 123620 тыс. тон куб. м. Каждый административный район располагает необходимой сырьевой базой для производства кирпича. Большая часть разведанных месторождений, кроме этого, пригодна для производства черепицы и архитектурной керамики.

Кроме кирпичных глин Саратовская область богата керамзитовыми глинами. Эти глины обладают способностью вспучиваться в процессе скоростного обжига до температуры 1050 – 1250<sup>0</sup>. Такое свойство глин позволяет получать из них керамзитовый гравий – легкий теплоизоляционный материал (заполнитель), широко используемый при промышленном и гражданском строительстве.

Месторождение керамзитового сырья приурочены к байосскому и батскому ярусам средней юры, альбскому ярусу нижнего мела и к хвалынским отложениям четвертичного возраста.

С юрскими отложениями связаны месторождения керамзитовых глин, расположенные на северной окраине г. Саратова. Глины здесь темно – серые и синевато – серые, жирные, пластичные, тонкодисперсные, плотные. Гранулометрический состав глин: фракция менее 0, 01 мм 54, 4 – 92, 3%, 0, 25 – 0, 01мм. 7, 5 – 44,6%, более 0, 25 мм. 0, 1 – 4,0%

Содержание окислов кремния 49, 0 – 65, 1% алюминия 7, 3 – 22,7%, железа 3,1 - 23, 9%, кальция 0, 6 – 2, 0%, магния 1, 4 – 2, 3%

По состоянию на 1.01.2000 учтено 17 месторождений керамзитовых глин с запасом 45862 тыс. тон. Большая часть месторождений сосредоточены в Саратовском, Энгельсском и Татищевском районах.

В целом Саратовская область располагает благоприятными предпосылками для расширения керамзитового производства. Особого внимания заслуживает Аркадакская площадь развития монтмориллонитовых глин, пригодных не только для получения высококачественного керамзита, но для приготовления буровых глинистых растворов и производства абсорбентов.

#### 6.3.7. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

В области еще в прошлом веке были известны выходы минеральных источников по реке Кушуму у с. Чапаевки. Воды этих источников имеют повышенную температуру, хлоридно-сульфатно-кальциевый состав, содержат много сероводорода. Они характеризуются высокими лечебными показателями. На базе этих минеральных вод был создан знаменитый Чапаевский курорт, который по своим лечебным свойствам не уступает многим курортам России.

При разведке Елшанского газового месторождения минеральные воды были вскрыты многими скважинами. Так, скважина №7 дала минеральную воду дебитом около 1 млн м<sup>3</sup> в сутки. Вода по своим качествам близка к лечебным водам Ессентукского курорта.

На Соколовой горе скважина №1 на глубине 228 м вскрыла минеральную воду дебитом 6,5 мл литров в сутки. Один литр этой воды содержит до 10, 5 грамм различных солей и вода по своим лечебным свойствам близка некоторым источникам Пятигорского и Серноводского курортов.

В 1945 г на месте выхода Соколовогорского источника была организована водолечебница. Лечебные свойства воды оказались хорошими. Эта вода особенно целебна при лечении ушибов и переломов, а также при излечивании кожных, сердечных, ревматических заболеваний и некоторых болезней, связанных с расстройством нервной системы.

Помимо лечебных свойств минеральных вод они могут служить сырьем для получения магния, кальция, брома и йода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полевая практика по общей геологии позволяет студентам изучить в природных условиях результаты большинства экзогенных процессов. Приобретенные знания становятся хорошей базой, помогающей легче осваивать многие геологические дисциплины, которые преподаются на старших курсах. Кроме того, студенты приобретают первые навыки письменного изложения собранной геологической информации. Практика завершается составлением отчета, состоящего из двух томов: том 1 «Текст отчета», том 2 «Фактический материал». Том 1 состоит из «Введения» и следующих глав:

1. Стратиграфия и литология
2. Тектоническое районирование и история геологического развития
3. Выветривание
4. Геологическая деятельность ветра
5. Геологическая деятельность поверхностных текучих вод
6. Геологическая деятельность подземных вод
7. Геологическая деятельность моря
8. Диагенез и эпигенетические изменения горных пород
9. Тектонические движения земной коры и их последствия
10. Полезные ископаемые

Том 1 завершается «Заключением» и «Списком использованной литературы». Использование фотоматериалов в 1 томе является обязательным.

В томе 2 студенты приводят данные о полевых наблюдениях, оформленные в виде описания всех обнажений и точек наблюдения.

### Список использованной литературы

**Бондаренко О.Б., Михайлова И.А.** Краткий определитель беспозвоночных. – М., Недра, 1969. 480 с.

**Востряков А.В.** Геология Саратовского района и геологические процессы в окрестностях города: учебное пособие. – Саратов, Изд-во СГУ, 1977. 112 с.

**Востряков А.В., Ковальский Ф. И.** Геология и полезные ископаемые Саратовской области: учебное пособие. – Саратов, Изд-во СГУ, 1986. 126 с.

**Геологический словарь.** Том 1. – М., Недра. 1978. 488 с.

**Геологический словарь.** Том 2. – М., Недра. 1978. 456 с.

**Короновский Н.В., Якушова А.Ф.** Основы геологии. – М., Высшая школа, 1991. 414 с.

**Рухин Л.Б.** Основы литологии. – Л., Недра, 1969. 704 с.

**Стратиграфический кодекс России.** – СПб., ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.

**Швецов М.С.** Петрография осадочных пород. – М., Госгеолтехиздат, 1958. 416 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Краткое описание некоторых полевых маршрутов.

**Маршрут № 1.** Проходит по склонам Лысой горы. Начинается на Завокзальном склоне, на левом борту лощины, рассекающей склон, в непосредственной близости от жилых домов. Там мелкими закопушками вскрываются пески сеноманского яруса. Затем во время небольшого, но крутого, подъема вверх описываются породы «полосатой» серии сантонского яруса. Далее маршрут следует по террасовидному уступу до серии небольших промоин на склоне горы, там проводится изучение этих эрозионных форм, составляется план-схема их расположения на местности. Затем следует небольшой подъем до забоя старого карьера. В его оплывшем борту описываются породы кампанского и маастрихтского ярусов, а также венчающие разрез элювиально-делювиальные образования. Далее следует небольшой траверс (пересечение склонов на одной высоте) на север, к склону Лысой горы, обращенному к 1-ой Дачной остановке. Там в крупном обрывистом уступе изучается разрез маастрихтского яруса и сызранской свиты, описывается рельеф оползневого происхождения.

Основные задачи маршрута: изучение результатов геологической деятельности моря, плоскостного смыва и временных русловых потоков, а также оползневых процессов.

**Маршрут № 2.** Проходит по склонам Лысой горы. Начинается на Завокзальном склоне, в правом борту крупной лощины, рассекающей этот склон. Под нижней линией гаражей, в верхней части борта старого песчаного карьера изучаются пески сеномана, породы «полосатой» серии сантона и фосфоритовый слой на контакте двух ярусов. Затем по дороге между гаражами и по лесной тропинке переход к верховьям лощины. Там описывается родник, приуроченный к опокам сызранской свиты. Далее следует крутой подъем по лесистой

тропинке к водораздельной части Лысогорского массива и через 300-400 м после подъема в высыпках возле дороги исследуются песчаники саратовской свиты.

Основные задачи маршрута: изучение результатов геологической деятельности моря, тектонических движений (путем исследования стратиграфических перерывов), геологической деятельности подземных вод, а также результатов физического и химического выветривания.

**Маршрут № 3.** Проходит по северному склону Лысой горы в районе 8 и 9-ой Дачных остановок. Начинается в заброшенном карьере, где в отвесном борту изучаются породы сызранской свиты. Затем после выхода из карьера в его дальнем конце следует крутой подъем по травянистому склону почти к самой бровке. Там в многочисленных высыпках и небольших элювиированных выходах описываются породы саратовской свиты, производятся сборы палеогеновых устриц. Далее переход по узкой тропе вдоль склона и через 30-50 м рассматриваются склоновые процессы, которые сменяются сверху вниз и зависят от крутизны склона и степени его задернованности.

Основные задачи маршрута: изучение результатов геологической деятельности моря, процессов диагенеза, тектонических нарушений пликативного типа, результатов склоновых процессов.

**Маршрут № 4.** Проходит в окрестностях пос. Поливановка. Начинается приблизительно в 300 м от конечной остановки трамвая «10-ая Дачная», в непосредственной близости от домов поселка. Там наблюдается родник, приуроченный к породам палеогена. Далее вдоль окраины поселка следует переход к опушке леса и к бровке правого борта долины р. Елшанки. Оттуда проводятся панорамные наблюдения над морфологией речной долины. Затем спуск к руслу реки и по ходу маршрута изучаются особенности строения правого борта. После пересечения русла, в искусственной выемке возле левого борта, описываются аллювиальные отложения. Далее следует большой переход

по «Золотой долине» до заброшенного карьера. В его бортах и забое изучается строение разрезов сеноманского и сантонского ярусов, описываются условия залегания пластов.

Основные задачи маршрута: Изучение результатов геологической деятельности морей, рек, подземных вод, процессов химического и физического выветривания, выявление результатов тектонических нарушений пликативного типа.

**Маршрут № 5.** Проходит в окрестностях пос. Затон. Начинается в устьевой части оврага Маханный, где изучается современный русловой аллювий р. Волги. Затем переход вверх по тальвегу оврага до устья правого крупного отвержка. В месте слияния описывается разрез аптского яруса, анализируются оползневые процессы, осложняющие залегание пластов в правом борту оврага. Далее маршрут следует вверх по правому отвержку до его верховьев. По ходу маршрута составляется план схема отвержка, изучаются закономерности его развития и строения. Затем следует переход по террасированному волжскому склону Соколовой горы до одинокого холма, расположенного на окраине пос. Затон. Там описываются эоловые останцы и породы апта, их слагающие. Маршрут заканчивается у родника, который находится у основания волжского склона.

Основные задачи маршрута: Изучение результатов геологической деятельности моря, диагенеза, временных русловых потоков, подземных вод и эолового процесса. Ознакомление с наиболее важными противооползневыми мероприятиями.

**Маршрут № 6.** Проходит в окрестностях пос. Увек на юге г.Саратова. Маршрут начинается в средней части волжского склона горы Шаблиха. Там описываются многочисленные формы оползневого рельефа, изучается разрез альбского яруса и древних элювиально-делювиальных отложений. После небольшого подъема маршрут продолжается в старом песчаном карьере, где анализируются особенности строения сеноманского

разреза, описываются коллювиальные образования, ведутся поиски фауны (зубы акул). Маршрут заканчивается возле триангуляционного пункта, откуда производятся панорамные наблюдения за строением волжской долины.

Основные задачи маршрута: Изучение результатов геологической деятельности моря, диагенеза, подземных вод, гравитационных и водно-гравитационных процессов на склонах.

**Маршрут № 7.** Проходит в окрестностях села Пристанное, примерно в 15 км севернее г. Саратова. Маршрут начинается недалеко от северной окраины села, где в основании волжского утеса изучается строение уступа цокольной террасы. Далее, вблизи уреза воды, можно наблюдать небольшие волноприбойные ниши, описать состав волжского аллювия. Маршрут заканчивается недалеко от турбазы «Волга» изучением мощного разреза альбского яруса.

Основные задачи маршрута: Изучение результатов геологической деятельности рек, морей, процессов диагенеза и эпигенеза, а также селективного выветривания.

**Маршрут № 8.** Проходит в окрестностях села Пудовкино Саратовского района, примерно в 40 км к югу от г. Саратова. В ходе маршрута, в бортах Пудовкинского оврага и его многочисленных отвержков, изучается разрез верхнемеловых отложений, ведутся наблюдения над мощными толщами делювиально-пролювиальных образований, выявляется зависимость процессов оврагообразования от литологии пород субстрата и от крутизны склона. Описывается строение верхнемеловых ярусов, производятся сборы фаунистических коллекций.

Основные задачи маршрута: Изучение результатов геологической деятельности моря, процессов диагенеза, плоскостного смыва и временных русловых потоков.

**Маршрут № 9.** Проходит в окрестностях сел Каменка и Бартоломеевка. Маршрут начинается в 1 км западнее села Каменка в

действующем карьере по добыче песка. Там изучается разрез саратовской свиты, проводятся наблюдения над результатами древних подводных перерывов. Затем следует переход через автодорогу к опушке леса, где проложена нитка газопровода. На субгоризонтальной площадке там описываются эоловые формы рельефа. Далее нужно переехать по окружной дороге до села Бартоломеевка, где в правом борту долины р. Елшанка изучаются отложения келловоя, проводятся сборы фауны. Там же можно осмотреть долину реки, описать строение ее первой надпойменной террасы.

Основные задачи маршрута: Изучить результаты геологической деятельности моря, рек, эоловых процессов и диагенеза. Научиться выявлять признаки подводных перерывов в осадконакоплении.

**Маршрут № 10.** Проходит в окрестностях села Тепловка Новобурасского района. Маршрут начинается в действующем карьере по добыче известняков, который расположен на южной окраине села. В отвесных бортах карьера изучается разрез каменноугольных и юрских отложений, описывается кора выветривания по известнякам, фиксируются признаки тектонических движений, выявляется стратиграфическое несогласие, производятся сборы фауны. В многочисленных глыбах на забое карьера наблюдаются проявления микрокарстового процесса. В одном из бортов карьера можно посмотреть и описать «выпоты» нефти по трещинам известняков. Затем следует переехать на восточную окраину села и подняться к средней части левого борта долины р. Теплая. Там можно изучить породы, слагающие разрез маастрихтского яруса, описать рельеф карстового происхождения.

Основные задачи маршрута: Изучить пикативные разрушения, результаты геологической деятельности моря, диагенеза, физического и химического выветривания, карстового процесса. Научиться выявлять признаки тектонических движений различных типов.

**Маршрут № 11.** Проходит в Заволжье, в окрестностях сел Красноармейское и Приволжское. Маршрут начинается на восточной окраине села Красноармейское. Там у водонапорной башни обнажается уступ третьей надпойменной волжской террасы. Изучается ее строение, выявляются особенности состава пойменного и руслового аллювия. Недалеко от обнажения (примерно в 20-30 м) можно описать морфологию небольшой балки. Затем следует переехать в Ровенский район на северную окраину села Приволжское и в отвесном волжском уступе описать состав и строение второй надпойменной террасы, изучить береговые процессы Волгоградского водохранилища.

Основные задачи маршрута: Изучить результаты геологической деятельности рек, временных русловых потоков, процессов в береговой зоне. Приобрести навыки сравнительного анализа геологических процессов в различных геоморфологических условиях (Саратовское правое и левобережье).

**Маршрут № 12.** Проходит в Вольском районе. Маршрут начинается в карьере цементного завода «Большевик» на северной окраине г. Вольска. В карьере добывается сырье для производства цемента: верхнемеловые мергели и мел, а также нижнемеловые (альбские) глины и палеоценовые опоки, используемые в качестве добавок. Студенты знакомятся с разрезом меловых отложений, с технологиями разработки карьера и производства цемента. Маршрут продолжается у с. Широкий Буерак, которое находится, примерно в 15 км к северу от Вольска на правом берегу Саратовского водохранилища, напротив Балаковской АЭС. Здесь студенты знакомятся с результатами эрозионной и оползневой деятельности, с разрезом нижнемеловых (аптских) отложений.

Основные задачи маршрута: Изучить результаты аккумулятивной деятельности древних морей, диагенеза, современной эрозионной и оползневой деятельности. Ознакомиться с полезными ископаемыми, добываемыми для производства цемента.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 2

## ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ФАНЕРОЗОЯ (Стратиграфический кодекс России, СПб.: ВСЕГЕИ, 2006)

Зона/эра	Система	Система	Отделы и подотделы		Ярус	Возраст, млн лет		Циклы геотектогенеза	
						1	2		
Фанерозойская FZ	Кайнозойская KZ	Неогеновая N	Плиоцен N <sub>2</sub>	Верхний N <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Иезский N <sub>2</sub> gl	2,6	2,588	Альпийский (кайнозойский)	Альпийский (кайнозойский)
				Средний N <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Пьяченцкий N <sub>2</sub> pia	3,4	3,600		
				Нижний N <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Занкский N <sub>2</sub> zan	5,3	5,332		
			Миоцен N <sub>1</sub>	Верхний N <sub>1</sub> <sup>3</sup>	Мессинский N <sub>1</sub> mes	7,1	7,246		
				Тортонский N <sub>1</sub> tor	11,5	11,608			
				Средний N <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Серавалльский N <sub>1</sub> srv	14,7	13,65		
		Лангийский N <sub>1</sub> lan			16,5	15,97			
		Олигоцен P <sub>3</sub>	Верхний P <sub>3</sub> <sup>2</sup>	Будимгалльский N <sub>1</sub> bur	20,5	20,43			
				Авиганский N <sub>1</sub> agt	23±1	23,03			
			Нижний P <sub>3</sub> <sup>1</sup>	Хаттский P <sub>3</sub> h	28	28±0,1			
		Эоцен P <sub>2</sub>	Верхний P <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Рюпельский P <sub>3</sub> r	34	33,9±0,1			
			Средний P <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Приабонский P <sub>2</sub> p	37	37,2±0,1			
				Бартонский P <sub>2</sub> b	40	37,2±0,1			
			Палеоцен P <sub>1</sub>	Средний P <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Лютетский P <sub>2</sub> l	48	40,4±0,2		
		Ипрский P <sub>2</sub> i			48	48,6±0,2			
		Верхний P <sub>1</sub> <sup>2</sup>		Танетский P <sub>1</sub> t	55	55,8±0,2			
				Зеландский P <sub>1</sub> sl	59	58,7±			
	Мезозойская MZ	Меловая K	Верхний K <sub>2</sub>	Нижний P <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Датский P <sub>1</sub> d	65	61,7±0,2		
				Маастрихтский K <sub>2</sub> m	65	65,5±0,3			
				Кампанский K <sub>2</sub> km	73	70,1±0,6			
				Сантонский K <sub>2</sub> st	83	83,5±0,7			
				Коньякский K <sub>2</sub> k (K <sub>2</sub> cn)	88	85,8±0,7			
				Туронский K <sub>2</sub> t	89	89,3±1,0			
				Сеноманский K <sub>2</sub> s	92	93,5±0,7			
			Нижний K <sub>1</sub>	Альбский K <sub>1</sub> al	97	99,6±0,9			
				Аптский K <sub>1</sub> a		112,0±1,0			
				Барремский K <sub>1</sub> br		125,0±1,0			
				Готеривский K <sub>1</sub> g (K <sub>1</sub> h)		130,0±1,5			
				Валанжинский K <sub>1</sub> v	(135)	136,4±2,0			
				Берриасский K <sub>1</sub> b	145±3	140,2±3,0			
		Юрская J	Верхний J <sub>3</sub>	Титонский J <sub>3</sub> tt	145±3	145,5±4,0			
				Кимериджский J <sub>3</sub> km	151,5	150,8±4,0			
				Оксфордский J <sub>3</sub> o	154	155,7±4,0			
			Средний J <sub>2</sub>	Келловейский J <sub>2</sub> k	157	161,2±4,0			
				Батский J <sub>2</sub> bt	160	164,7±4,0			
				Байосский J <sub>2</sub> b	170	167,7±3,5			
				Ааленский J <sub>2</sub> a	174	171,6±3,0			
				Тоарский J <sub>2</sub> t	178	175,6±2,0			
			Нижний J <sub>1</sub>	Плинсбахский J <sub>1</sub> p	184	183,0±1,5			
		Синемюрский J <sub>1</sub> s		192	189,6±1,5				
		Геттангский J <sub>1</sub> g (J <sub>1</sub> h)		197	196,5±1,0				
	Триасовая T	Верхний T <sub>3</sub>		Геттангский J <sub>1</sub> g (J <sub>1</sub> h)	200±1	199,6±0,6			
			Рэтский T <sub>3</sub> r		203,6±1,5				
			Норийский T <sub>3</sub> n		216,5±2,0				
		Средний T <sub>2</sub>	Карнийский T <sub>3</sub> k		228,0±2,0				
			Ладинский T <sub>2</sub> l	(241,5)	237,0±2,0				
			Анизийский T <sub>2</sub> a		245,0±1,5				
		Нижний T <sub>1</sub>	Оленекский T <sub>1</sub> o	246	249,7±0,7				
Индский T <sub>1</sub> i	251±3		251,0±0,4						

**ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ФАНЕРОЗОЯ**  
(Стратиграфический кодекс России, СПб.: ВСЕГЕИ, 2006)

Эпоха	Эра	Система	Отделы и подотделы	Ярус	Возраст, млн лет		Циклы геотектоногенеза			
					1	2				
Фанерозойская FZ	Палеозойская PZ	Пермская P	Татарский P <sub>3</sub>	Вятский P <sub>3v</sub>	251±3	251,0±0,4	ГЕРЦИНСКИЙ			
				Северодвинский P <sub>3s</sub>	265,8	265,8				
			Биармийский P <sub>2</sub>	Уржумский P <sub>2ur</sub>	270,6	270±0,7				
				Казанский P <sub>2kz</sub>						
			Приуральский P <sub>1</sub>	Уфимский P <sub>1u</sub>	(280)	275,6±0,7 284,4±0,7 294,6±0,8 299,0±0,8				
				Кунгурский P <sub>1k</sub>						
				Артинский P <sub>1ar</sub>						
				Сакмарский P <sub>1s</sub>						
				Ассельский P <sub>1a</sub>						
				Каменноугольная C	Верхний C <sub>2</sub>	Гжельский C <sub>2g</sub>		(295±5)	299,0±0,8 303,9±0,9	
						Касимовский C <sub>2k</sub>				
		Средний C <sub>2</sub>	Московский C <sub>2m</sub>		(300)	306,5±1,0 311,7±1,1				
			Башкирский C <sub>2b</sub>							
		Нижний C <sub>2</sub>	Серпуховский C <sub>2s</sub>		342	326,4±1,6 345,3±2,1 359,2±2,5				
			Визайский C <sub>2v</sub>							
			Турнейский C <sub>2t</sub>							
			Фанежский D <sub>2fm</sub>					(360)	374±2,6 385±2,6	
		Франский D <sub>2f</sub>								
		Девонская D	Верхний D <sub>2</sub>	Жигевский D <sub>2zv</sub> (D <sub>2g</sub> )	382	391,8±2,7 397,5±2,7				
				Эйфельский D <sub>2ef</sub>						
			Средний D <sub>2</sub>	Эмский D <sub>2e</sub>	392	407,0±2,8 411,2±2,8				
				Празский D <sub>2p</sub>						
				Лоховский D <sub>2l</sub>						
			Нижний D <sub>2</sub>	Придольский S <sub>2p</sub>	418±2	416,0±2,8 418,7±2,7				
				Лудловский S <sub>2ld</sub>						
				Венлокский S <sub>2v</sub> (S <sub>2w</sub> )						
		Силурий-ская S	Верхний S <sub>2</sub>	Лландоверийский S <sub>2l</sub>	419	422,9±2,5 428±2,1				
				Ашгиллский O <sub>2aš</sub>				424	443,3±1,5	
			Средний S <sub>2</sub>	Карадокский O <sub>2k</sub>	428	449				
				Лланвирнский O <sub>2l</sub>						
				Аренбургский O <sub>2a</sub>						
			Нижний S <sub>2</sub>	Трематокский O <sub>2t</sub>	443±2	460,9 468,1				
				Батырбайский € <sub>2bt</sub>						
				Аксацкий € <sub>2ak</sub>						
		Ордовикская O	Верхний O <sub>2</sub>	Сакский € <sub>2s</sub>	458	478,6 488,0				
				Аюсовский € <sub>2as</sub>						
			Средний O <sub>2</sub>	Майский € <sub>2m</sub>	473	500				
				Амгинский € <sub>2am</sub>						
				Тойонский € <sub>2tn</sub>						
			Нижний O <sub>2</sub>	Ботомский € <sub>2b</sub>	490±2	501,0±2,0				
				Атдабанский € <sub>2at</sub>						
				Амгинский € <sub>2am</sub>						
			Кембрийская €	Верхний € <sub>2</sub>	Тойонский € <sub>2tn</sub>	509		513,0±2,0		
					Ботомский € <sub>2b</sub>					
				Средний € <sub>2</sub>	Атдабанский € <sub>2at</sub>	(526)		(529)		
		Амгинский € <sub>2am</sub>								
		Тойонский € <sub>2tn</sub>								
		Нижний € <sub>2</sub>		Атдабанский € <sub>2at</sub>	535±1	542,0±1,0				
				Амгинский € <sub>2am</sub>						
				Тойонский € <sub>2tn</sub>						



**ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СИСТЕМЫ**  
**(с сокращениями)**  
**(Стратиграфический кодекс России, СПб.: ВСЕГЕИ, 2006)**

Система	Общие стратиграфические подразделения						Основные хронологические рубежи (млн лет)	Период	Геохронологические подразделения				
	Надраздел (отдел)	Раздел (подраздел)	Звено	Плейстоцен $Q_p$					Эпоха	Фаза	Пора	Термохрон, криохрон	
				Эоплейстоцен $Q_e$	Неоплейстоцен $Q_o$	Современное $Q_{iv}$							
Четвертичная (квартер) $Q$	Голоцен $Q_h$		Современное $Q_{iv}$	Верхнее $Q_{iii}$			0,01	Четвертичный (квартер)	Голоценовая				
Плейстоцен $Q_p$				Нижнее $Q_i$	Среднее $Q_{ii}$	Верхнее $Q_{iii}$	0,8		Плейстоценовая	Неоплейстоценовая	Поздняя	Поздний криохрон	
Неоплейстоцен $Q_o$				Нижнее $Q_i$	Среднее $Q_{ii}$	Верхнее $Q_{iii}$						Ранний криохрон	
Эоплейстоцен $Q_e$				Нижнее $Q_i$	Среднее $Q_{ii}$	Верхнее $Q_{iii}$						Ранний термохрон	
Верхний	Нижнее	Верхнее					1,8		Эоплейстоценовая	Поздняя	Ранняя		
Неогеновая	Плиоцен	Верхний						Неогеновый	Плиоценовая				

**ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ДОКЕМБРИЯ**  
**(возраст в млн лет)**  
**(Стратиграфический кодекс России, СПб.: ВСЕГЕИ, 2006)**

Акротема	Зонотема	Эрагема	Система		Циклы тектогенеза
	Фанерозойская	Палеозойская	Кембрийская		БАЙКАЛЬСКИЙ
		535±1	Вендская V	Верхний отдел V <sub>2</sub> 570-555 Нижний отдел V <sub>1</sub>	
Протерозойская PR	Верхнепротерозойская PR <sub>2</sub>				БАЙКАЛЬСКИЙ
		Верхнерифейская RF <sub>3</sub> (Каратавий)			
		1030			
		Среднерифейская RF <sub>2</sub> (Юрматиний)			
		1350			
2500	Нижнепротерозойская PR <sub>1</sub> (Карельская KR)	Нижнерифейская RF <sub>1</sub> (Бурзяний)			
		1650			
		Верхнекарельская KR <sub>2</sub>			
		2100			
		Нижнекарельская KR <sub>1</sub>			
Архейская AR	Верхнеархейская AR <sub>2</sub> (Лопийская LP)	Верхнелопийская LP <sub>3</sub>			
		2800			
		Среднелопийская LP <sub>2</sub>			
		3000			
		Нижнелопийская LP <sub>1</sub>			
4500	Нижнеархейская AR <sub>1</sub> (Саамская SM)				
		3150			

**Примечания**

**К шкале фанерозоя:**

Помещенные в таблице индексы стратиграфических подразделений используются в практике работ Научно-редакционного совета.

Индексы, заключенные в скобки, использовались на некоторых геологических картах, изданных до 1986 г.

В столбцах геологического возраста использованы:

- 1) Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб. ВСЕГЕИ, 2000. С. 3588;
- 2) Episodes. 2001. Vol. 24. N 2. P. 102114.

**К циклам тектогенеза:**

В столбцах циклов тектогенеза использованы: Хаин В.Е. Общая геотектоника. - М.: Недра, 1973; Хаин В.Е., Ломизе А.Е. Общая геотектоника. - М.: Недра, 1985; Хаин В.Е., Ломизе А.Е. Геотектоника с основами геодинамики. Учебник - 2-е изд., Испр. и доп. - М.: КДУ, 2005