

ФГАОУВПО  
«КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ПО УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКЕ  
И ПРОВЕДЕНИЮ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ  
(ПРИКАЗАНСКИЙ РАЙОН)  
(практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)  
*Учебно-методическое пособие*

Часть I

Казань  
2019

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета ФГАОУВПО «Казанский  
федеральный университет»*

*Научно-методической комиссии ИГиНГТ  
Протокол № 8 от 19 марта 2019 г.*

*Заседания кафедры общей геологии и гидрогеологии  
Протокол № 8 от 06.02.2019*

*Автор-составитель:  
Л.В. Музалевская*

*Рецензент:  
к.г.-м.н., доцент Ф.А. Муравьев*

**Методическое пособие по учебной геологической полевой практике и проведению полевых наблюдений (Приказанский район)** (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков): учебно-методическое пособие/ Л.В. Музалевская. – Казань: Казан.ун-т, 2019 – 45 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов геологов первого года обучения, проходящих учебную геологическую практику по курсу «Общая геология». В пособии приведено описание методики проведения полевых наблюдений, рассмотрены результаты проявления геологических процессов в природных условиях на основании анализа геологического, тектонического, геоморфологического и гидрогеологического строения территории Приказанского района. Также приводится информация о стратиграфии и полезных ископаемых полигона практики, связанных с осадочными породами.

Казанский университет, 2019

## Содержание

### I. Часть. Полевые работы

1. Подготовка к маршрутам
  2. Полевые наблюдения
    - 2.1. Требования к заполнению полевого дневника
    - 2.2. Описание обнажений горных пород
    - 2.3. Определение элементов залегания слоя
  3. Первичное описание осадочных пород:
    - 3.1. Название (определение) породы
    - 3.2. Определение окраски горных пород.
    - 3.3. Определение минерального состава горных пород.
    - 3.4. Структура горных пород
    - 3.5. Текстура горных пород
    - 3.6. Физические свойства пород (крепость, пористость, пластичность и др.)
  4. Особенности описания осадочных пород разного вещественного состава
    - 4.1. Глинистые породы
    - 4.2. Обломочные породы
    - 4.3. Карбонатные породы
    - 4.4. Описание хемогенных и органогенных пород
    - 4.5. Фациально-генетические признаки осадочных пород
2. Камеральные работы
  5. Геологическое строение территории
    - 5.1. Стратиграфия
  6. История геологического развития
  7. Изучение эндогенных процессов
  8. Изучение экзогенных процессов
    - 8.1. Выветривание
    - 8.2. Геологическая деятельность ветра
    - 8.3. Деятельность поверхностных текучих вод
      - 8.3.1. Плоскостной смыв
      - 8.3.2. Временные русловые потоки
      - 8.3.3. Деятельность рек
    - 8.4. Геологическая деятельность морей и современных водохранилищ
      - 8.4.1. Разрушительная деятельность волн на береговые процессы
      - 8.4.2. Деятельность современных водохранилищ.
  9. Геологическая деятельность подземных вод
    - 9.1. Карст, суффозия
    - 9.2. Оползни, солифлюкция
  10. Склоновые гравитационные процессы
  11. Полезные ископаемые

### Список литературы

## **Полевые работы**

Занимают важное место в геологическом рабочем цикле. В полевых условиях происходит сбор первичного материала на местности. Цель учебных полевых практик в институте геологии - приобретение и отработка многих навыков, необходимых для профессиональной деятельности в различных геологических исследованиях.

Во-первых, это закрепление теоретических знаний по предмету Общая геология, полученных студентами во время лекционных и практических аудиторных занятий.

Во-вторых, приобретение навыков полевых и камеральных работ, включающих описание геологических разрезов, документацию геоморфологических наблюдений, сбор и оформление геологических образцов, обобщение и анализ собранных во время полевых маршрутов материалов, создание и оформление отчета о проведенных работах и т.д.

В-третьих, знакомство с геологическими процессами, геологическим строением территории, историей ее развития, полезными ископаемыми. При изучении геологического строения также происходит знакомство с осадочными породами разного состава, возраста и генезиса, со многими минералами, типичными для осадочных толщ. Изучая разрезы древних отложений, на основании собственных наблюдений, можно судить о деятельности древних морей, древних и новейших тектонических движениях, реконструировать палеогеографические обстановки.

### **1. Подготовка к маршрутам**

Подготовительная работа – важная часть геологических маршрутов. Необходимо ознакомиться с литературой по геологическому строению и полезными ископаемыми района прохождения практики. Иметь четкое представление о стратиграфическом разрезе отложений, доступных непосредственному наблюдению в маршрутах путем с коллекцией образцов горных пород, а также ископаемых остатков, характерных для определенных стратиграфических горизонтов.

В предполевой этап практики следует подготовить следующее снаряжение и инструменты:

- геологический молоток, для получения свежего скола пород, отбора проб и производства расчисток;
- горный компас, для определения элементов залегания пластов горных пород и определения азимутов с точки наблюдения (т.н.) на постоянные ориентиры, на местности;
- лупа, от четырех до десятикратного увеличения для определения состава горных пород;
- рулетка (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;
- флакон с (5%) соляной кислотой, для определения карбонатных горных пород;
- мешочки для образцов;
- листы писчей бумаги, для составления этикеток, сопровождающих образцы;
- небольшой рюкзак под образцы, инструменты, продукты питания;

- сумка с ремнем для дневника, компаса, карандашей, резинки и т.д.
- телефон или фотоаппарат, для фотографирования геологических объектов исследования.

## 2. Полевые наблюдения

### 2.1. Требования к заполнению полевого дневника

Важнейшей составной частью работы геолога в полевой период является составление документации по обнажениям и формам рельефа. Все полевые наблюдения должны подтверждаться документально. В геологии есть простое правило: **«не записал – значит, не видел»**

В практике геолого-съёмочных работ используется наименование двух типов объектов: обнажение и точка наблюдения.

**Обнажения** – это любой выход горных пород на земную поверхность, которые имеют возраст древнее плейстоценового. Они подразделяются

-на естественные (обрывы берегов рек, стенки оврагов, карстовых пещер, промоин и т.п.) и

-искусственные (скважины, шурфы, карьеры, различные горные выработки и т.п.).

**Точка наблюдения** - этот термин используется в том случае, когда изучаются формы рельефа, речные террасы, овраги, балки, водораздельные поверхности, склоны и т.п. Также в геологии распространены панорамные наблюдения (с доминирующих в районе высот), которые в случае хорошего обзора позволяют выявить крупные черты рельефа, наметить участки преобладающего проявления того или иного экзогенного процесса.

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, плотины, дамбы, характерные повороты долин, устья ручьев, оврагов имеющие собственные названия.

Если маршрут проходит по водораздельным пространствам или их склонам, точки наблюдения и обнажения привязываются к хорошо заметным природным объектам – вершинам гор, устьям временных и постоянных водотоков, церквям и кладбищам в селах и т.д.

Полевое документирование ведется в полевом дневнике (пикетажной книжке). В нем записи ведутся только на правой странице, в то время как левая предназначена для зарисовок, отметок о видах опробования.

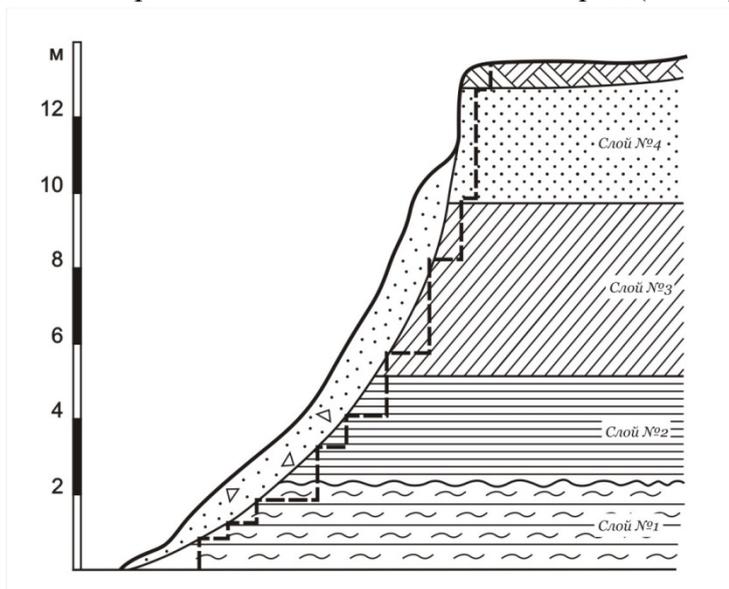
#### **При полевом документировании обнажений необходимо:**

1. Дать обнажению номер по единой системе нумерации (как правило, нумерация объектов исследований в полевом дневнике **сквозная**, независимо от названия объекта).
2. Указать точный адрес объекта, т.е. сделать привязку к местности.
3. Дать характеристику обнажения
  - а) вначале провести осмотр обнажения издали, чтобы оценить общие закономерности его строения и наметить основные слои (пачки) которые следует описывать.

- б) после выделения пачек и слоев, наметить места заложения расчисток.
- в) сделать зарисовку обнажения с выделенными предварительно пластами горных пород. Рисунки (с указанием размеров или масштаба) должны быть ориентированы по странам света.
- г) перед началом характеристики пород, указывается, в каком направлении дается характеристика пород (сверху вниз – для четвертичных пород, или снизу вверх - для древних коренных пород).
- д) слои нумеруются в порядке описания.
4. Основная работа – тщательное изучение пород на обнажении и выявление геологических процессов, обусловивших накопление осадков и их преобразование в породу. Полевое описание слоев, слагающих разрез, должно быть систематизированным и единым.
  5. Описание большинства обнажений сопровождается отбором образцов с соответствующей отметкой в пикетажной книжке.
  6. Произвести уточняющую зарисовку объекта исследования, с дополнениями по слоям и породам (можно в 2 проекциях в профиль и по простиранию). Нумерация рисунков в полевом дневнике – **сквозная**.

## 2.2. Описание обнажений

Прежде чем приступить к послойному описанию обнажения горных пород, необходимо его подготовить. Это связано с тем, что выходы горных пород в обнажениях обычно бывают, прикрыты сползшим со склона, или обвалившимся материалом. В связи с этим приходится делать расчистки, либо прокладывать канавы, которые позволяют вскрыть отложения коренного залегания пород. Расчистки лучше делать ступенями – это уменьшает объем работы и облегчает описание пород (Рис. 1).



**Рис. 1. Расчистка ступенями обнажения горных пород от осыпи**  
(Войлошников В.Д., 1984)

1 - аргиллит, 2 – глина, 3 – супесь, 4 – суглинок, 5 – осыпи и оплывины.

Описание обнажений следует начинать только после того, как получено представление о вскрываемых отложениях и особенностях их залегания, т.е. необходимо получить представление о количестве слоев или комплексов пород, которые выходят на поверхность в данном месте и об их взаиморасположении (Рис. 2)

Описание пород проводится по определенной схеме:

1. Название (определение) породы
2. Окраска породы
3. Вещественный (минералогический состав) горной породы
4. Структура – строение породы
5. Текстура слоя и самой горной породы
6. Крепость и плотность (пористость) породы.
7. Вторичные изменения породы: обохривание (охра), окремнение, карбонатизация породы, степень выветрелости, прожилки, трещины (кливаж) их характеристика.
8. Ископаемые остатки в породе:
  - органические остатки, степень их сохранности и распространение в породе
  - углистое вещество, битум способы заполнения породы: примазки, линзы, прослойки, выпоты и т.д.
9. Мощность слоя и соотношение со смежными породами (как по вертикали, так и по латерали)  
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.
10. Каждый образец в любой коллекции сопровождается этикеткой, примерные размеры ее 8 x10 см. заполненная этикетка выглядит следующим образом:

Казанский Федеральный Университет Институт геологии и нефтегазовых технологий Кафедра общей геологии и гидрогеологии
Группа: 03-701
Бригада: 3
№ т.н. <u>23</u>
№ образца <u>23/5</u>
Название образца <u>доломит известковистый</u>
Местоположение <u>Правый берег Волги у с. Печищи</u>
Возраст <u>P<sub>2</sub> kz<sub>2</sub> D</u>



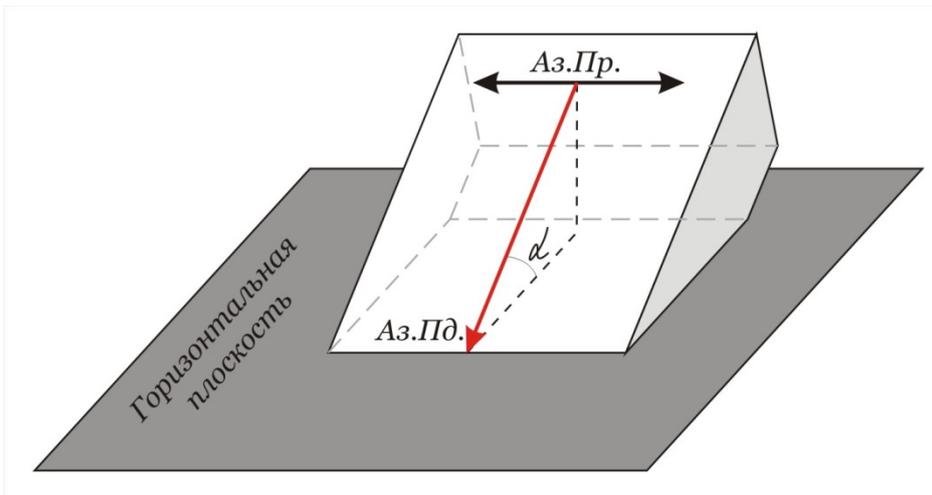
Рис. 2. Зарисовка обнажения горных пород (В.Д. Войлошников 1984).

### 2.3 Определение элементов залегания слоя

Слои горных пород в земной коре могут залегать горизонтально, наклонно (моноклинально) или образуют изгибы самой разнообразной формы. За исключением горизонтального залегания, во всех других случаях необходимо установить положения слоя в пространстве. Это можно сделать 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 (Рис. 3). Линия простирания легко определяется с помощью уровня на горном компасе.



**Рис. 3. Элементы залегания слоя**

Азимут простирания (Аз.Пр.), азимут падения (Аз.Пд.) (В.Д. Войлошников 1984).

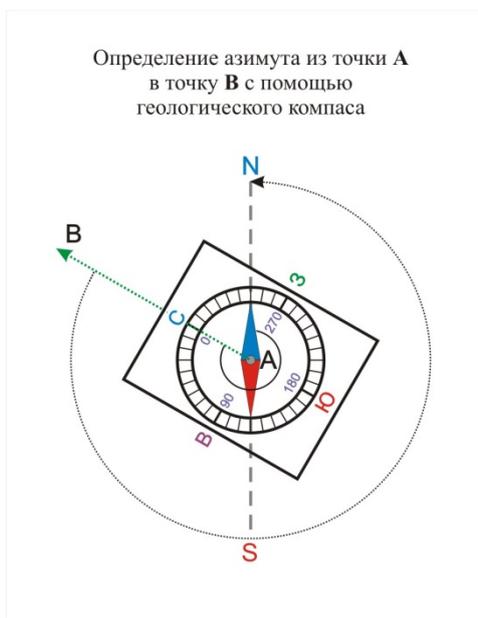
**Геологический компас** устроен отлично от географического компаса (Рис.4). Его отличают наличие клинометра (устройство для измерения вертикальных углов). На лимбе компаса, разделенном на 360° деления от 0 до 360 расположены против движения часовой стрелки, т.е. положения В и З на компасе обратные по отношению к действительному расположению этих частей света. Для приведения компаса в горизонтальное положение в нем имеется специальный уровень. И северный конец магнитной стрелки компаса всегда ориентирован на северный магнитный полюс, а азимуты отсчитываются от северного географического.



**Рис. 4. Устройство компаса**

1 – зеркальце, 2 – лимб, 3 – клинометр, 4 – уровень, 5 – кнопка фиксатора стрелки

Для измерения азимута на определенную точку, северную сторону компаса направляют на объект, приводят компас в горизонтальное положение с помощью уровня (воздушный шарик в уровне должен быть в центре), отпускают магнитную стрелку из фиксированного положения и после успокоения стрелки снимают отсчет. Азимут на объект будет отсчет по лимбу, на который указывает северный (синий) конец стрелки. (Рис. 5)

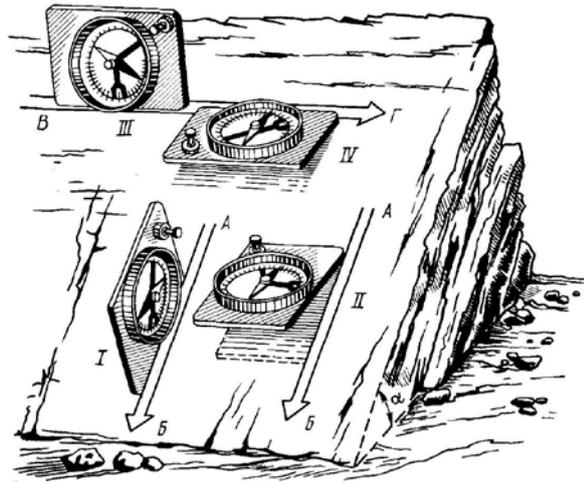


**Рис. 5. Определение азимута из точки А в точку В с помощью геологического компаса (В.Д. Войлошников 1984).**

Для определения азимута падения нужно провести на поверхности слоя линию простирания (Рис. 6, III). 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 (Рис. 6, II). Затем компас приводят в горизонтальное положение и после того как магнитная стрелка успокаивается, снимают отсчет по лимбу – по концу стрелки, указывающему на север.

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 (Рис. 6, I). В этом случае линия, параллельная длинной стороне компаса, будет указывать направление падения слоя, а угол соответствовать углу падения.

При установлении азимута падения слоя не обязательно специально замерять азимут простирания. Он легко определяется простым расчетом. Для этого к азимуту падения прибавляют или отнимают  $90^\circ$ . Например, азимут падения ЮВ  $160^\circ$ , следовательно, азимут простирания будет ЮЗ -  $250^\circ$  (или СВ -  $70^\circ$ ).



**Рис. 6. Замеры элементов залегания пород горным компасом:**

I - определение угла падения, II – определение азимута падения, III – нахождение линии простирания, IV – определение азимута простирания (В.Д. Войлошников 1984).

### 3. Осадочные горные породы

Осадочные горные породы в составе земной коры занимают две трети от количества всех существующих горных пород вместе взятых. Это геологические тела, образованные на поверхности Земли, путем преобразования отложений, сформировавшихся в основном за счет продуктов выветривания, или в процессе седиментации и диагенеза, или за счет жизнедеятельности организмов. Их классификация осуществляется по **составу** и **генезису**.

Осадочные породы имеют простой вещественный **состав** и делятся на:

1. **Обломочные породы** определяются по размеру и составу
2. **Глинистые породы:** глины, аргиллиты, глинистые сланцы
3. **Аллиты (высокоглиноземистые породы):** бокситы, латериты
4. **Ферриты (железистые породы):** лимонит, сидерит и др.
5. **Марганцевые породы:** родохрозит ( $MnCO_3$ ), окислы Mn, и др.
6. **Карбонатные породы:** известняки, доломиты и смешанные породы
7. **Кремнистые породы:** кремневые конкреции, опоки, яшмы и др.
8. **Фосфатные породы:** фосфориты, коллофаниты
9. **Соли (эвапориты):** галит, сильвин, гипс, ангидрит
10. **Каустобиолиты (горючие породы):** уголь, торф, горючие сланцы и др.

Основными минеральными разностями, составляющими большую часть осадочных пород, являются глины – почти 40%, обломочные породы – около 20%, карбонатные породы – более 20%. Остальные 7 групп занимают менее 20%.

По **генезису** осадочные породы делятся на **обломочные**, **хемогенные**, и **биоогенные**. Многие осадочные породы могут быть полигенны т.е. могут образовываться разными способами.

**Обломочные** породы образуются из осадков, представляющих продукты механического разрушения ранее существовавших пород любого генезиса, **хемогенные** образуются путем химического осаждения различных соединений

из вод морских бассейнов, **биогенные (органогенные)** породы формируются в результате жизнедеятельности организмов.

Существует два приема изучения осадочных пород – макроскопическое и микроскопическое описание.

### **3.1. Макроскопическое описание осадочных пород.**

**3.1.1 Название (определение) породы** может состоять как из одного слова, (известняк, песчаник и т.д.) так и из нескольких. Например, если порода является двухкомпонентной (смешанной), состоящей из двух частей в определенном процентном соотношении друг к другу. В таких случаях порода может записываться так: «известняк песчаный» или, наоборот, «песчаник известковый». Преобладающий компонент является в словосочетании существительным, а компонент с наименьшим процентом прилагательным. Как правило, порода представлена слоем или линзой с определенной толщиной иногда в несколько сантиметров или до метровой величины.

Если в качестве объекта 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 один из типов пород является преобладающим, а другой имеет подчиненное значение, то слово «чередование» не пишется, а название пачки дается по преобладающей породе. Например, «пески с тонкими прослоями глин». Далее делается характеристика каждой литологической разности, согласно схеме описания горных пород.

**3.1.2 Окраска пород** зависит от их состава, примесей и вторичных изменений. Гидроокислы железа окрашивают породы в красный, коричневый, рыжий или желтый цвет, а марганца – в черный. Также черный цвет имеют осадочные отложения, насыщенные углистым материалом. Зеленые оттенки могут быть обусловлены присутствием большого количества зерен глауконита, хлорита, эпидота, а в глинах – наличием монтмориллонита. По окраске породы можно узнать о физико-химических условиях образования: Eh (-) восстановительная среда – цвет может быть серый, черный, зеленый; Eh (+) окислительная среда – цвет красный, розовый, Fe<sup>3+</sup>. **Описывая окраску породы, необходимо отмечать различие цвета на выветрелой поверхности породы и на ее свежем сколе.** Например, «глина темно-серая, с поверхности светло-бежевая». «Чистая» окраска осадочных пород бывает редко, например желтая или зеленая. Как правило, она имеет оттенок, и тогда обозначается двумя словами (желто-бежевая или серо-зеленая). Часто породы встречаются с пятнистой окраской, тогда указывается ее основной фон и цвет пятен. Например, порода коричнево-бордовая с серо-зелеными, желтовато-бежевыми, белыми и рыжими пятнами.

**3.1.3 Минералогический состав** не всегда можно определить в полевых условиях из-за мелкого размера зерен, даже с помощью лупы. Поэтому при описании глинистых пород минеральный состав не указывается. В песках и алевритах тоже есть небольшие сложности при определении минерального состава. Самым распространенным и преобладающим является кварц, который иногда выглядит необычно, т.к. приобретает желто-рыжую или ржаво-бурую окраску за счет гидроокислов железа. По темно-зеленому почти черному цвету легко узнается глауконит. Могут реже встречаться полевые шпаты,

темноцветные рудные минералы. Если основной минеральный состав представлен двумя минералами, то в названии породы на втором месте указывается преобладающий минерал (песок глауконито-кварцевый, если кварца более 50%). В карбонатных породах основным породообразующим минералом является кальцит, определение которого не вызывает затруднений. Гипс легко определяется по стеклянному блеску, прозрачности, форме кристаллов и низкой твердости (2 – по шкале Мооса), поверхность минерала царапается ногтем. Халцедон определяется по стеклянному блеску, кристаллическому строению и твердости, (выше 5 по шкале Мооса) царапает металл.

**3.1.4 Структура** в определенной степени является функцией генезиса и определяет физические свойства пород: размер, форму, взаимоотношение друг с другом.

- для **обломочных пород** указывается размер зерен, форма обломков, степень их окатанности (при размере обломков более 1 мм). Например, пески (или песчаники) будут мелко-, либо средне-, либо крупнозернистые, или разнозернистые. Зерна окатанные, слабоокатанные или угловатые. Для сцементированных пород определяется тип и состав цемента. По составу цемент может быть различный: глинистый, карбонатный (кальцитовый), кремнистый (опаловый), железистый, битумный, гипсовый и т.д. Тип цемента определяется по соотношению обломочного материала и цемента. В полевых условиях можно диагностировать, например, *базальный* (обломки не соприкасаются друг с другом), или *контактный*, (когда цемент имеется лишь в местах соприкосновения обломков).

- для **биогенных пород** указывается название органики, ее размер, степень сохранности и вторичные изменения (если они есть).

- для **хемогенных пород** указывается размер кристаллов, оолитов и т.д.

**3.1.5 Текстура** - это совокупность внешних признаков строения породы, обусловленных относительным расположением и распределением минеральных зерен и их ориентировкой в пространстве. Она определяет внешний облик породы. Расположение минеральных зерен может быть упорядоченным или беспорядочным. В первом случае порода *слоистая*, связанная с периодическим изменением условий осадконакопления. Во втором случае порода называется *массивной*. Отсутствие слоистости – показатель специфических условий накопления осадков, а также условий транспортировки материала. По масштабу слоистости между соседними плоскостями напластования слои (пласты) подразделяются на массивные (более 50 см), средне- (2-10 см) и тонкослоистые (0,2-2 см), а также микрослоистые (листоватые, сланцеватые) (менее 0,2 см).

Генетическую нагрузку несет морфологическая классификация слоистости (горизонтальная, косая, волнистая). Например, *косая* слоистость свидетельствует об интенсивной динамике вод, переносящих обломочный материал. При этом косая слоистая текстура в отложениях различного происхождения существенно различается (аллювиальная, прибрежно-морская, эоловая). *Горизонтальная* слоистость формируется в условиях неподвижной или слабоподвижной среды осадконакопления.

Если тонкие слои смяты и закручены в результате сильных движений воды или перемешивания неконсолидированного осадка, то возникают текстуры взмучивания, колобковые и рулетоподобные виды текстур.

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

### 3.1.6 Физические свойства пород

**Крепость** породы – это сопротивление разрушению. Она оценивается по пятибалльной шкале:

1. Рыхлые или несцементированные породы (сыпучие, плавунные), которые в обнажении не держат стенку.
2. Мягкие – глины, алевролиты на глинистом цементе, которые 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. Крепость породы в полевых условиях определяется по упрощенной трехбалльной шкале: *слабые* – легко разламываются рукой, *средней крепости* – легко разбиваются молотком, *крепкие* – разбиваются молотком с большим трудом. Не надо путать крепость породы и твердость.

**Пористость** породы определяется на глаз или с помощью лупы. Различают породы плотные (лишенные пористости), слабо-, средне-, и сильнопористые. Степень пористости определяют по впитыванию воды или соляной кислоты, а при очень мелких размерах пор – по силе прилипания к языку (опока, трепел). Пористость – важный признак для образования залежей нефти, газа, водоносных горизонтов. Она обуславливает устойчивость грунта под сооружениями и т.д. Различают *макропористость*, видимую глазом – органогенные известняки, лессы и др., и *микропористость* – опоки, диатомиты и др.

**Пластичность** – это свойство, присущее глинистым породам, оно характеризует способность глин деформироваться во влажном состоянии без изменения объема. В полевых условиях, если удастся из увлажненной глины скатать жгутик и свернуть его в кольцо и не происходит разрыва сплошности у жгутика, то такую породу называют высокопластичной. Если кольцо неоднократно растрескивается, пластичность средняя. А если скатанный жгутик не удается свернуть в кольцо – то глина слабопластичная.

**Включения** – это геологические тела, которые отличаются от вмещающих пород составом и внутренним строением. Они подразделяются на:

- минеральные (конкреции, секрети, оолиты, галька, гравий и др.)
- и органогенные (раковины моллюсков и брахиопод, кости позвоночных животных, растительный детрит, вкрапления битумов и т.д.).

Включения в породе описываются по следующей схеме: форма, состав, размер, количество, распределение в породе, степень сохранности. Особенно важен последний признак для органических остатков, характер их сохранности (целая раковина, ядро, отпечаток, степень фоссилизации костей и т.п.) При их описании отмечается также положение и характер захоронения – следы переотложения или прижизненного погребения осадками.

**Вторичные изменения** осадочных пород чаще всего связаны с процессами выветривания. В первую очередь, окисление минералов железа и марганца часто проявляется в виде пятен или участков красного, коричневого, желтого, черного цветов.

Вторичные изменения окраски могут быть приурочены к зонам трещиноватости и участкам дренирования водоносных горизонтов. Также изменения могут выражаться в уменьшении прочности пород, в их кальцитизации, окремнении, загипсованности и т.д.

**Прочие признаки.** Здесь можно сказать о форме геологических тел (пласты, линзы, конкреции и т.д.), раскрыть характер контактов слоя, отметить фациальную принадлежность его пород. Если породы кливажированы, т.е. разбиты трещинами, возникшими в результате деформаций слоев, то нужно зафиксировать это и в рисунке, и в записях полевого дневника.

**Определение мощности слоя.** Различают истинную и видимую мощности. **Истинная мощность** – это кратчайшее (перпендикулярное) расстояние между подошвой и кровлей слоя. **Видимая мощность** – это мощность наблюдаемой части слоя, когда не видны его кровля или подошва.

При горизонтальном залегании слоя и его небольшой мощности видимая мощность определяется с помощью рулетки или градуированной рукоятки молотка.

#### **4. Особенности описания осадочных пород разного вещественного состава**

##### **4.1. Глинистые породы.**

К глинистым породам относятся различные глины, аргиллиты, глинистые сланцы и др. Они составляют почти половину от всех осадочных пород стратисферы. Классификация глинистых пород основана на их свойствах, генезисе и минеральном составе. Среди глинистых пород выделяют две подгруппы: глины – связные породы, обладающие высокой пористостью 50-60% и пластичностью; аргиллиты и глинистые сланцы, сцементированные и метаморфизованные породы, плотные с незначительной пористостью 1-2%, плохо размокающие или не размокающие в воде и не обладающие пластичностью.

По генезису выделяют глины морские и континентальные: озерные, ледниковые, аллювиальные, делювиальные, лагунно-заливные, глины коры выветривания.

По минеральному составу: мономинеральные глины – каолинитовые, монтмориллонитовые, гидрослюдистые, хлоритовые и др. Олигомиктовые глины – состоящие из смеси двух минералов. Полиминеральные глины – состоящие из смеси нескольких минералов. *Структуры глинистых пород* часто пелитовые.

Выделяются два основных генетических типа глинистых пород – обломочные и хемогенные. Обломочные глины образуются в результате разрушения и переотложения коры выветривания в речных и озерно-болотных, лагунных и морских обстановках. Хемогенные глины формируются в результате химического выветривания кристаллических пород (первичный каолин, монтмориллонит-нонтронитовые продукты выветривания эффузивных и ультраосновных пород). *Текстуры глинистых пород* – слоистые и неслоистые.

##### **Пример описания глинистых пород.**

**Глина** – коричневая с шоколадным оттенком, с поверхности серо-бежевая, пелитоморфная, горизонтально-слоистая, влажная, плотная, мягкая, впитывает воду и легко лепится руками. Слой имеет плитчатую отдельность, размер плиток (2-3 x 10-12 см).

**Аргиллит** – порода темно-серая почти черная, с поверхности светло-серая, с металловидным блеском, тонкослоистая (толщина слойков 1-2 мм), плотная, легкая, разламывается руками по сланцеватости, не впитывает воду.

#### 4.2. Обломочные породы.

Обломочные породы состоят из обломочных частиц горных пород и минералов разного размера, являются продуктом механического раздробления любых горных пород, образовавшихся в результате физического выветривания. Их классификация основана на размере частиц, минеральном составе, наличии цемента и степени окатанности обломочного материала (Рис. 7).

Диаметр (в мм)	Структура	Рыхлые		Сцементированные	
		Окатанные	Угловатые	Окатанные	угловатые
1	2	3	4	5	6
<b>Грубообломочные породы (псефиты)</b>					
Более 1000	Псефитовая	Глыбы	Глыбы	Глыбовый конгломерат	Глыбовая брекчия
1000- 100		Валуны	Валуны	Валунный конгломерат	Валунная брекчия
100-10		Галька	Щебень	Галечниковый конгломерат	Щебеночная брекчия
10-2(1)		Гравий	Дресва	Гравелит	Дресвяная порода
<b>Песчаные породы (псаммиты)</b>					
1-0,5 Крупнозернистый	Псаммитовая	Песок		Песчаник	
0,5-0,25 Среднезернистый					
0,25-0,1 Мелкозернистый					
<b>Пылеватые породы (алевриты)</b>					
0,1-0,01	Алевритовая	Алеврит		Алевролит	
<b>Глинистые породы (глины)</b>					
0,01-0,001	Пелитовая	Глина		Глина	

**Рис. 7. Классификация обломочных пород по размеру (по Н.В. Логвиненко, 1967)**

**По минеральному составу** обломков: мономинеральные, олигомиктовые, полиминеральные. Полиминеральные пески и песчаники, алевриты и алевролиты бывают аркозовые и граувакковые. Обломочные породы могут быть как рыхлые, так и сцементированные. При наличии цемента определяется состав, структура и тип цементации.

**По типу цементации** выделяется:

- базальный цемент – цемента много и обломки не соприкасаются друг с другом;

- поровый – обломки соприкасаются друг с другом, а цемент заполняет все поровое пространство;

- контактовый – цемент расположен только в местах соприкосновения обломков.

*Текстура обломочных пород* может быть слоистой (горизонтально-, косо-, тонко-) – пласт песка; беспорядочной - конгломерат и брекчия и т.п. Следует отметить, что для рыхлых пород текстуру можно определить только в естественном залегании.

#### **Пример описания обломочных пород.**

**Песчаник** светло-серый, кварцевый, с редкими зернами глауконита и чешуйками слюды, средне-крупнозернистый; на кремнистом, поровом цементе; крепкий, плотный, отмечается неясно выраженная горизонтальная слоистость.

Смешанные глинистые и алевро-песчанистые породы – *суглинки* (более 50% глинистых частиц), и *супеси* (более 50% песчаных частиц)

### **4.3. Карбонатные породы**

Составляют около 20% от массы всех осадочных образований земной коры. К ним относятся различные известняки, мел, известковые туфы, доломиты и породы смешанного состава. Залегают в виде пластов, иногда образуя толщи в сотни и тысячи метров, а также в виде линз конкреций, кристаллов. Сложены главным образом минералами группы кальцита или скелетами известковых организмов. Классификация карбонатных пород основана на генезисе и минеральном составе.

По **генезису** выделяют: *обломочные, биогенные, хемогенные и измененные перекристаллизованные* породы. По **минеральному составу** – *кальциты, доломиты, породы смешанного состава.*

*Биогенные* известняки – продукты жизнедеятельности животных и растений, представлены как целыми раковинами, так и раковинным детритом. Структуры таких известняков а) *цельнораковинные;* б) *органогенно-обломочные, детритовые.* *Хемогенные* известняки образуются при седиментогенезе и раннем диагенезе. Хемогенное осаждение кальцита происходит в водах морей и океанов низких широт в мелководной области, а также в водоемах суши с аридным климатом. Карбонат кальция осаждается из вод бассейна в виде мельчайших кристалликов или в виде комков геля. Поэтому в хемогенных известняках выделяются структуры: а) *сфероагрегатные (оолитовые, бобовые и др.);* б) *тонкозернистые и пелитоморфные.*

*Обломочные* известняки состоят из обломков карбонатных пород и известковых организмов. Образуются в результате разрушения и перемыыва более древних известняков, имеют различную степень окатанности. Структуры их определяются по размеру зерен/обломков: *псаммитовые, псефитовые, гравелитовые, конгломератовые, брекчиевидные и др. обломочные известняки.*

*Измененные перекристаллизованные* известняки могут возникать из известняков различного происхождения при процессах катагенеза и метагенеза. В результате перекристаллизации образуются кристаллически-зернистые или мраморизованные известняки с зернами разного размера. Структуры таких известняков встречаются от микрозернистых до грубозернистых более 1 мм.

Доломитовые породы, также как и известковые, делятся на хемогенные, обломочные и доломиты с органогенной структурой.

К карбонатным породам смешанного состава относятся например: доломитовые известняки (25-50% доломита); известковые доломиты (25-50% кальцита); кремнистые

известняки до 50% кремнезема; углистые известняки до 50% углистого материала; глинистые известняки (реже доломиты) или мергели; алевритовые известняки (25-50% алеврита); песчанистые доломиты (5-25% песка).

*Текстуры карбонатных пород* – слоистые, пятнистые, массивные, комковатые и т.д.

#### **Пример описания карбонатной породы.**

**Известняк** светло-серый, почти белый, цельнораковинный, фораминиферовый, слоистый, средней крепости, плотный, бурная реакция с HCl.

**4.4. Описание хомогенных и органигенных пород** проводят аналогично схеме описания обломочных пород, но здесь есть некоторое отличие, касающееся минерального состава и структур. Обычно при описании этих пород минеральный состав не указывается.

#### **Классификация хомогенных пород по химическому составу:**

- *карбонатные породы* – известняки, доломиты, мергели
- *кремнистые породы* (силициты) – кремневые конкреции, яшмы, фтаниты;
- *галоидные породы* – каменная соль, сильвинит, карналлит, бишофит;
- *сульфатные породы* – гипс, ангидрит;
- *фосфатные породы* – желваковые и пластовые фосфориты;
- *аллитные породы* – бокситы, латериты;

**Структуры хомогенных пород** определяются размерами кристаллов слагающих породу минералов. Выделяются крупно-, средне-, мелко-, тонкозернистые, скрытокристаллические, оолитовые, бобовые структуры. Встречаются и пелитоморфные (напоминающие плотную глину) структуры.

#### **Пример описания хомогенной породы.**

**Мергель** светло-серый, почти белый, пелитоморфный, средней крепости, плотный, массивный, с раковистым изломом, реагирует с HCl.

#### **Классификация органигенных пород по химическому составу.**

*Карбонатные породы:* органигенные известняки, мел.

*Кремнистые породы* (силициты): диатомиты, спонголиты, опоки, трепелы

*Каустобиолиты* (углеродистые породы): торф, каменный уголь, бурый уголь, лигнит, антрацит, горючие сланцы.

**Структуры органигенных пород** определяются степенью сохранности входящих в нее органических остатков: у известняков она может быть цельнораковинная (ракушняковая), органигенно-обломочная (из обломков раковин) и детритовая (перетертая органика); у лигнита (бурый уголь, сохранивший структуру древесины) структура волокнистая, а у каменных углей – аморфная

#### **Пример описания органигенной породы**

**Опока** серая, темно-серая, пелитоморфная, средней крепости, плотная, легкая, пористая, с раковистым изломом и острыми краями, сильно гигроскопична.

### **4.5 Фацально-генетические признаки пород**

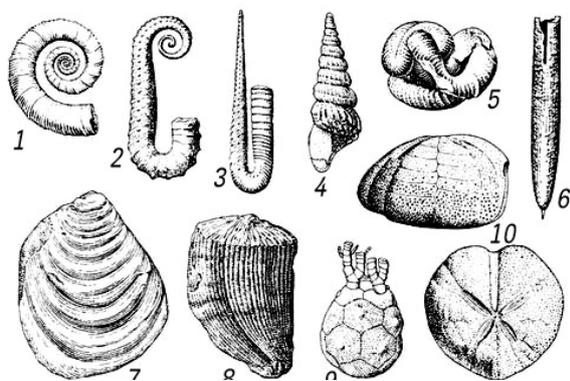
Фацция - это горные породы (осадки), возникшие в определенной физико-географической обстановке и отличающиеся по составу и условиям образования от

смежных разновозрастных пород. (Н.В. Короновский). Главные типы фаций – морские, континентальные и переходные (лагунные).

Изучение разрезов осадочных горных пород морского генезиса являются главным объектом полигона учебной геологической практики. Наблюдение за различными генетическими типами осадочных пород (хемогенными, органогенными, обломочными) в их естественном залегании, знакомство с важными типами осадочных структур и текстур.

Обломочные (терригенные) породы широко представлены на полигоне практики глинами, алевритами и алевритами, песками и песчаниками, гравием и галькой, конгломератами. Среди хемогенных пород распространены в основном карбонатные известняки, доломиты, мергели, доломитовые породы с линзами и прослоями гипса. К органогенным породам можно отнести некоторые разновидности известняков, торф.

Морское происхождение пород устанавливается по находкам в них остатков морских организмов (аммонитов, белемнитов, брахиопод, гастропод, криноидей, в том числе и микрофаунистических фораминифер, радиолярий и т.д.) или следам жизнедеятельности морских организмов – *ихнофосилиям* (Рис.8). Кроме этого существует ряд литологических признаков характерных для морских отложений и не типичных для континентальных. Например, хорошая сортировка по гранулометрическому составу, отсутствие пестроцветной окраски, ровные границы кровли и подошвы пластов, выдержанность слоев по латерали, косослоистые текстуры и др.



**Рис. 8. Ископаемые.** Головоногие моллюски: аммониты – 1-5; белемнит – 6. Двустворчатые моллюски: иноцерам - 7, рудист - 8. Иголкожие: морская лилия - 9, морской еж – 10. <http://bse.sci-lib.com/particle>

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

породы, их состав, закономерность площадного развития, сохраненную в них фауну, можно восстановить условия седиментации и палеогеографическую обстановку.

Аккумуляция донных осадков в морях является важным геологическим процессом. Этот процесс называется *седиментацией* или *седиментогенезом*. Следующий процесс превращения рыхлого осадка в твердую породу называется *диагенезом*.

При диагенезе в преобразовании осадков в горную породу принимают участие разные факторы:

1. Высокая влажность осадков имеет большое значение в перераспределении отдельных элементов, их взаимодействии и образованию новых диагенетических минералов.

2. Наличие многочисленных бактерий - основная масса которых сосредоточена в верхней части осадка. Они играют важную роль в преобразовании осадка. В одних случаях они разлагают углеводороды и органические соединения, изменяют химизм среды. В других случаях бактерии служат источником накопления органического вещества в верхней части слоя. Часто в результате деятельности бактерий происходят сложные процессы. Например, переход окисных соединений в закисные и реже наоборот, окисление закисных соединений.

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

4. Органическое вещество большое скопление его в осадке вызывает появление углекислого газа и сероводорода, и дефицит кислорода, таким образом, создает восстановительные условия.

5. Окислительно-восстановительный потенциал. В мелководных зонах, где преобладают хорошо водопроницаемые пески, с практически отсутствием органического вещества, создаются окислительные условия среды. В таком случае, возможно, новообразование гидроокислов железа. В более глубоководных илах богатых органическим веществом и бактериями, создается восстановительная обстановка, при которой возможно образование магнетита, сидерита, сульфидов железа пирротина, мельниковита, марказита, пирита и др.

В результате сложных и длительных процессов диагенеза происходит превращение осадка в горные породы. К главным изменениям при диагенезе относятся:

1. *Обезвоживание и уплотнение*, возникает под давлением накопившихся новых слоев осадков. Уплотнению в наибольшей степени подвергаются глины. Известняки и опоки не уплотняются. В целом породы осадочного чехла платформ слабо уплотнены, в отличие от пород складчатых областей. Это объясняется незначительными мощностями

перекрывающих отложений на платформе в несколько десятков или сотен метров. А в складчатых областях породы перекрываются толщиной в километры и десятки километров.

2. *Цементация* происходит из-за образования новых минералов, которые заполняют поровое пространство между частицами осадка и цементируют его. В обломочных породах цемент по составу бывает: кремнистый из опала и халцедона; карбонатный – из кальцита и доломита; глинистый, железистый, фосфатный, гипсовый и т.д.

3. *Кристаллизация и перекристаллизация*. Такие изменения особенно характерны для иловых и мелкозернистых хомогенных и органогенных осадков, которые состоят из легко растворимых минералов. Это может приводить к переходу опала в халцедон, а затем в кварц, кальцита в доломит. Органическая основа коралловых рифов преобразуется в известняки.

4. *Образование диагенетических минералов и конкреций*. В процессе диагенеза образуются новообразования отличающиеся по составу и форме нахождения. некоторые бывают рассеяны по всей площади осадка например, глауконит, пирит, сидерит и другие минералы. Но часто новообразования концентрируются вокруг каких-либо центров и образуют конкреции шаровидной, вытянутой, почковидной формы и четко отделяются от вмещающих пород. Размеры их от несколько миллиметров до больших конкреционных линз, протягивающихся на несколько метров. Значительные концентрации фосфатных и железистых конкреций, становятся объектом промышленных разработок. Конкреции из сидерита служат индикатором слабо-восстановительной или нейтральной среды.

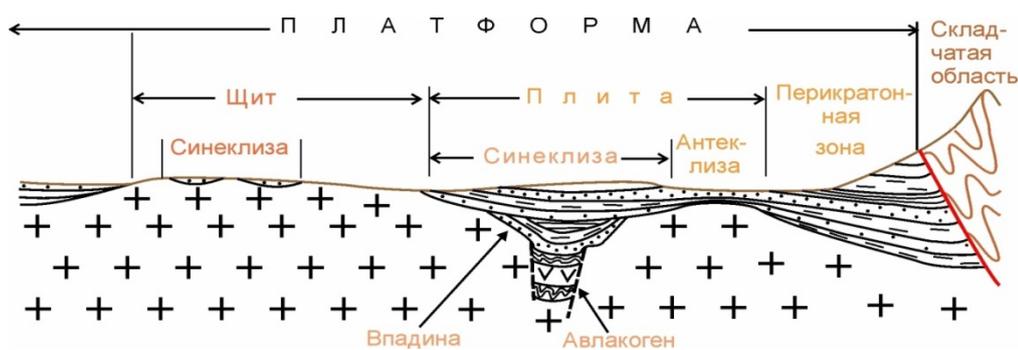
## 2. Камеральные работы

### 5. Геологическое строение территории

Республика Татарстан располагается в восточной части древней Восточно-Европейской платформы. Древние платформы (кратоны), так же как и складчатые пояса, являются геологическими структурами *первого (высшего) порядка* в пределах континентального типа земной коры. Платформа имеет двухэтажное геологическое строение: фундамент и осадочный чехол (Рис. 9). Фундамент древних платформ представлен породами архейского и раннепротерозойского возраста. Он называется кристаллическим потому, что в его строении принимали участие только магматические и метаморфические породы. Кристаллический фундамент разбит многочисленными разломами на отдельные блоки. Они могут двигаться в разных направлениях. Вследствие этих движений поверхность фундамента весьма неровная. Осадочный чехол, залегающий на кристаллическом фундаменте, представлен древними осадочными породами вендско-фанерозойского возраста, имеет субгоризонтальное залегание слоев. В строение древних платформ между кристаллическим фундаментом и осадочным чехлом может присутствовать еще один структурный этаж. Этот самостоятельный этаж называется **авлакоген**. Он сложен древними осадочными и частично магматическими образованиями позднепротерозойского комплекса.

В тектоническом районировании геоструктурами *второго порядка* являются щиты и плиты. Щитами называются обширные участки древних платформ, где кристаллический фундамент выходит на земную поверхность. Остальная территория древней платформы, перекрытая осадочным чехлом, называется плитой. Восточно-Европейская платформа состоит из Русской плиты и двух щитов – Балтийского и Украинского.

В пределах плит, в зависимости от мощности осадочного чехла, выделяются геоструктуры *третьего порядка*: антеклизы и синеклизы. В центральных частях антеклиз поверхность фундамента довольно близко подходит к земной поверхности. Средняя мощность осадочного чехла здесь составляет минимальную отметку – несколько сотен метров. Напротив, в центральных частях синеклиз кровля фундамента значительно погружена, а мощности осадочного чехла составляют от нескольких километров до десятков километров. Обычно антеклизы и синеклизы в плане имеют изометричную форму. Если синеклиза имеет линейную форму и ее линейные размеры значительно превышают поперечные, то такая геоструктура называется *прогибом*. Таким прогибам в осадочном чехле обычно соответствуют грабенообразные структуры в фундаменте – авлакогены. В пределах антеклиз и синеклиз выделяются структуры *четвертого порядка*: своды, валы, впадины, депрессии.



**Рис. 9. Строение древней платформы.** <https://znaniya.com/task>

В тектоническом отношении территория Республики Татарстан приурочена к центральной части Волго-Уральской антеклизы, занимающей обширные пространства на востоке древней Восточно-Европейской платформы.

Регион принадлежит четырем крупным тектоническим элементам Волго-Уральской антеклизы: Южно-Татарскому и Северо-Татарскому сводам, Мелекесской впадине и Казанско-Кировскому прогибу (Рис. 10). Крупные тектонические элементы включают множество более мелких положительных и отрицательных структурных форм, неодинаковых по своей природе. По морфологической классификации платформенных структур, главными критериями являются размеры (площадь) и форма структур, а также соподчиненность тектонических форм. По этим признакам выделены *региональные* (щиты, плиты) и крупнейшие надпорядковые тектонические элементы – антеклизы, синеклизы, авлакоген. (Войткович Е.Д, 2003). К крупным структурам I порядка относятся: своды, впадины, сложные валы и др. Далее следуют структурные формы средние - II порядка, мелкие - III порядка и мельчайшие - IV порядка.

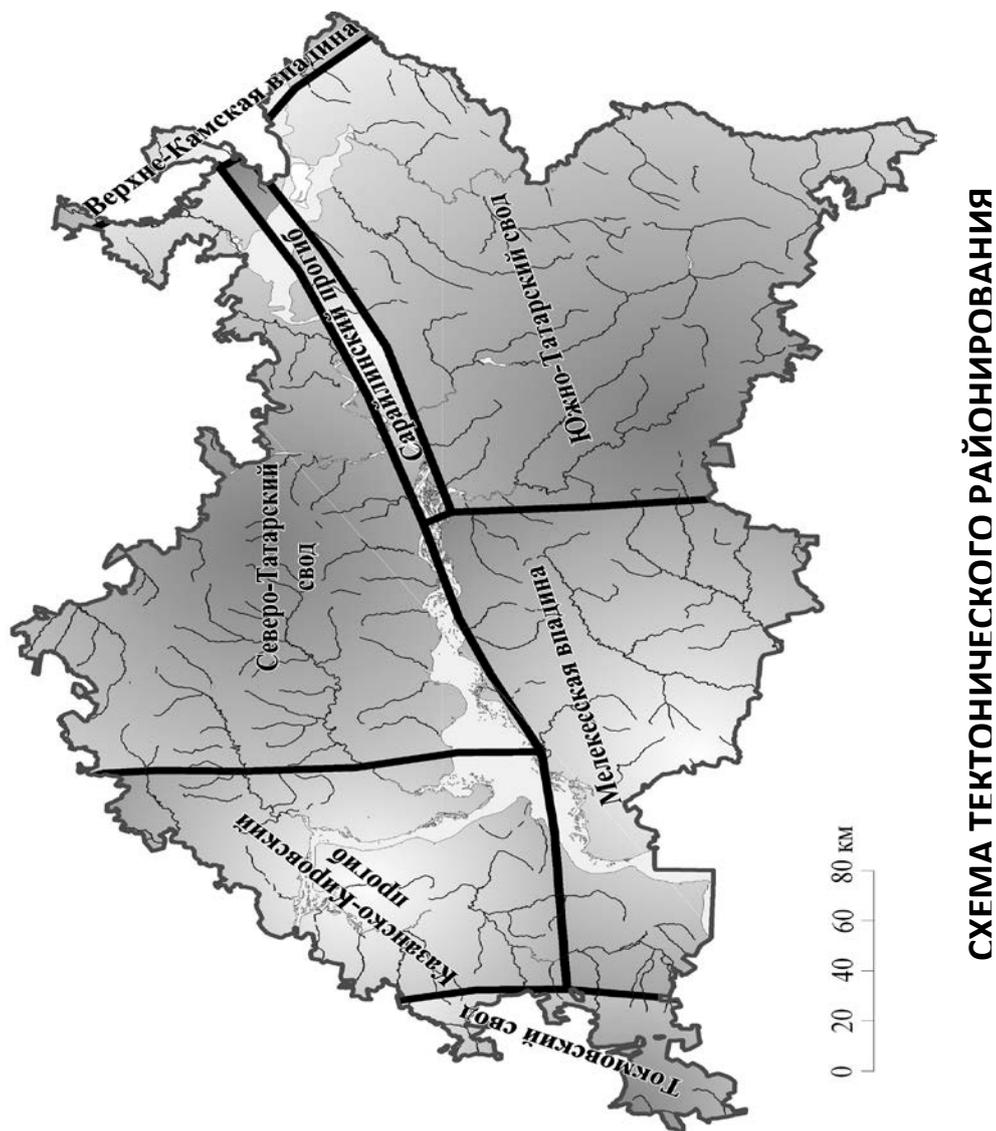
Геологическое строение Волго-Уральской антеклизы, в которой развиты различные по морфологии крупные структурные элементы: своды, прогибы, впадины,

характеризуется приподнятым дорифейским цоколем, по сравнению с обрамляющими территорию регионами. Фундамент антеклизы образован складчато-метаморфическими породами архейского, нижне- и среднепротерозойского возраста. Весь комплекс расчленен разломами на крупные и мелкие блоки, опущенные на различные глубины. Приподнятые блоки фундамента служили ядрами, над которыми в последующем образовались своды, над опущенными элементами фундамента формировались прогибы и впадины, выполненные отложениями осадочного чехла.

Современные структурные соотношения поверхности фундамента и палеозойского осадочного чехла представляют суммарный результат взаимодействия тектонических и седиментационных процессов, протекавших в течение длительной геологической истории - от архея до современной эпохи включительно. Именно тектоника определяет характер формаций осадочного чехла, литолого-фациальную обстановку осадконакопления, мощности и вещественный состав отложений, тип структур различных рангов, т.е. те условия, в которых протекают процессы нефтегазообразования и формирования залежей нефти и газа. Опыт поисково-разведочных работ свидетельствует, что промышленная нефтегазоносность непосредственно контролируется (за редким исключением) средними, мелкими и мельчайшими структурными формами. Однако в своем пространственном размещении они подчинены более крупным тектоническим элементам. Основным методом синтеза фактических данных о строении, типах структур и нефтеносности является тектоническое районирование.

Например, окончательное формирование современной конфигурации Татарского свода сложилось в течение альпийского цикла тектогенеза. Однако геологические границы свода частично унаследованные и разновозрастные. Они проходят по региональным разломам фундамента, с которыми связано формирование протерозойских впадин - авлакогенов, линейных грабенообразных прогибов, резких уступов и флексур.

В зависимости от целей и задач исследований существуют разные подходы к тектоническому районированию. В пределах нефтегазоносных территорий при тектоническом районировании используется структурный принцип, позволяющий четко отразить на картах современное строение различных горизонтов - чехла и поверхности фундамента. Выявить типы структур, контролирующих скопление нефти, и раскрыть основные пространственные связи между продуктивными и не перспективными на нефть структурами.



**СХЕМА ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ**

**Рис. 10. Схема тектонического районирования геоструктур на территории РТ. (Сунгатуллин Р.Х. и др. 2007)**

### **5.1. Стратиграфия**

В геологическом разрезе Татарстана специалисты выделяют то или иное число структурных комплексов, структурных ярусов или структурных этажей, отличающихся друг от друга составом слагающих пород, типами структур, неоднозначным проявлением дизъюнктивной тектоники, особенностями седиментационных процессов и другими признаками. Понятие "структурный этаж" объединяет толщу пород различного стратиграфического объема, связанную единством геологической истории и структурных планов.

Геологический разрез включает шесть структурных этажей: кристаллический фундамент (AR-PR), рифейско-вендский (RF-V(PR<sub>2</sub>)), эйфельско-мендымский (эйфельско-среднефранкский) (D<sub>2ef</sub> - D<sub>3f</sub>), воронежско-тульский (верхнефранско-средневизийский) (D<sub>3f</sub> - C<sub>1v</sub>), окско-нижнепермский (верхневизейско-нижнепермский) (C<sub>1v</sub> - P<sub>1</sub>) и верхнепермский (P<sub>3</sub>).

## **Архейская акротема-нижнепротерозойская зонотема (AR-PR)**

Самый нижний этаж начинается с поверхности фундамента (AR-PR), которая оказывает решающее влияние на формирование структурного плана всего осадочного чехла. Тектонический стиль фундамента определяет дизъюнктивная блоковая структура. В результате интрузивного магматизма, в это время формируются массивы пород ультраосновного и основного состава, а также многочисленные гранитоиды и метаморфические породы гранулиты.

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

Следующий, рифейско-вендский структурный этаж (RF-V) включает верхнепротерозойские терригенные отложения, имеющие на территории Татарстана весьма ограниченное распространение. Их присутствие зафиксировано по периферии Южно-Татарского и Северо-Татарского сводов, в Казанско-Кировском прогибе и Мелекесской впадине, где они выполняют крупные авлакогены и гребен-прогибы.

## **Палеозойская эратема (PZ)**

Третий, эйфельско-мендымский (эйфельско-среднефранский) структурный этаж (D<sub>2ef</sub> - D<sub>3f</sub>) охватывает всю терригенную толщу девона, а также карбонатные отложения доманиковского и мендымского горизонтов. Отложения рассматриваемого структурного этажа имеют повсеместное распространение, но отличаются неодинаковой стратиграфической полнотой. Они представлены в нижней части разнотерригенными кварцевыми песчаниками и алевролитами, в верхней – глинистыми и органогенно-обломочными известняками и доломитами.

С позднефранского времени, формируется новый (воронежско-тульский) четвертый структурный этаж (D<sub>3f</sub> – C<sub>1v</sub>), охватывающий комплекс пород от кровли мендымского до тульского горизонта включительно. Строение этажа отличается значительной расчлененностью и прослеживается с вышележащими отложениями вплоть до пермских слоев включительно. В нижней части встречаются песчаники светло-серые мелкозернистые кварцевые, глины темно-серые, алевролиты, прослои известняков с брахиоподами. Вверху преобладают известняки темно-серые глинистые битуминозные и кремнеземные, мергели глинистые и горючие сланцы с многочисленной органикой.

Пятый, окско-нижнепермский структурный этаж (C<sub>1v</sub> – P<sub>1</sub>) включает нижнекаменноугольные, средне-верхнекаменноугольные и нижнепермские отложения. Его верхней границей является поверхность нижнепермских карбонатных пород, перед верхнепермским перерывом. Этот этаж характеризуется слабым проявлением собственных структурообразующих процессов и пологим залеганием опорных слоев. Этот этаж представлен большей частью карбонатными породами: известняками, доломитами, мергели, а также аргиллитами, глинами. Во всех карбонатных пачках встречается разнообразная фауна часто в большом объеме.

Отложения верхнепермской системы образуют шестой структурный этаж ( $P_3$ ). (Рис. 9) Его границы определяют стратиграфические перерывы. Значение этого этажа заключается в общей нивелировке унаследованных структурных планов, а также в формировании мелких эрозионно-седиментационных локальных форм наложенного типа (линз песчаников, эрозионных останцов и др.) Эти отложения занимают (под четвертичными образованиями) более 2/3 территории РТ. На юго-западе они перекрыты породами мезозоя, а в долинах крупных рек – неогеновыми образованиями. Отсутствуют они лишь на отдельных участках в долинах крупных палеорек. К ним относятся отложения казанского и уржумского ярусов, общая мощность которых достигает 300 м.

Наиболее широко отложения казанского яруса представлены в современном эрозионном срезе. Они развиты практически на всей территории РТ, исключая участки глубоких врезов неогеновых речных долин. Этот ярус подразделяется на два подъяруса: нижний и верхний. В западной части РТ на дневную поверхность выходят преимущественно верхнеказанские образования, в восточной части обнажен весь разрез яруса. Морские терригенно-карбонатные и карбонатные отложения казанского яруса залегают с размывом на закарстованной поверхности карбонатных и карбонатно-сульфатных образований ассельского, сакмарского и, реже, уфимского ярусов.

Северодвинский ярус сложен переслаиванием красноцветных алевролитов, песчаников, глин; встречаются прослои известняков и мергелей с разнообразной неморской фауной. Вятский ярус состоит из песчаников, алевролитов, глин с прослоями мергелей с остатками остракод и пелеципод. Вятские отложения распространены только в правобережье р. Волга.

**Мезозойские отложения (MZ)** ограниченно развиты на территории РТ, занимая площадь около 4 % и встречаясь только на юго-западе. Восточной границей их распространения является р. Волга южнее г. Тетюши. Залегают отложения мезозоя несогласно на пермских образованиях, погружаются в юго-западном направлении.

Активизация тектонической деятельности в альпийский этап и глобальный подъем уровня моря в батский ( $J_2bt$ ) век привели к трансгрессии и образованию осадочного бассейна, просуществовавшего на юго-западе территории почти до конца мелового периода и оставившего после себя 100-120 м мощности юрских и около 200 м меловых образований.

Батские отложения представлены песками мелкозернистыми с гравием и галькой кварца и кварцитов в подошве, алевролитами, глинами. Встречаются фораминиферы, споры и пыльца. Келловейский ярус ( $J_2k$ ). Отложения яруса залегают либо на батских образованиях, либо на размытой поверхности перми. В нижней части яруса преобладает песчано-глинистый тип разреза с конкрециями пирита, стяжениями сидерита, лимонита, кристаллами гипса, а на отдельных участках – с фосфоритовыми конкрециями. Выше залегают мергели и глины с оолитами гетита, желваками фосфоритов, включениями глауконита и пирита. Фауна представлена аммонитами, фораминиферами, остракодами, белемнитами, пелециподами. Титонский ярус ( $J_3tt$ ). Наиболее полные разрезы отложений яруса на территории РТ развиты на водоразделе Свияги и Волги на границе с Ульяновской областью. Волжские отложения представлены глинами известковистыми со стяжениями пирита, желваками фосфоритов, мергелями, песчаниками с прослоями горючих сланцев.

Фаунистические остатки включают аммониты, фораминиферы, пелециподы, гастроподы, белемниты, брахиоподы, отпечатки скелетов морских ежей, зубы акул.

Меловые отложения распространены на крайнем юго-западе территории РТ на водоразделе рек Волга и Свияга, а также на водоразделе левых притоков Свияги (рр. Карла и Цильна). Отложения представлены нижним и верхним отделами. Берриасские отложения представлены глауконитово-кварцевыми песчаниками, песками с желваками и галькой фосфоритов. Фаунистические остатки включают аммониты и белемниты. Барремские отложения залегают согласно на готеривских породах и представлены глинами песчанистыми, алевритистыми, участками битуминозными, с прослоями песков, алевритов, песчаников, конкрециями мергелей. Фаунистические остатки представлены белемнитами, фораминиферами, пелециподами, лопатоногими моллюсками, редко встречаются аммониты.

На территории РТ среди **кайнозойских образований (KZ)** сравнительно полно представлены отложения неогенового и четвертичного периодов. Они обладают рядом объединяющих их характерных особенностей. В основном это континентальные образования, исключение составляют лишь маломощные морские слои акчагыльского регионаруса. Неогеновые отложения (N) в пределах территории РТ представлены образованиями аллювиального, реже - аллювиально-озерного и озерно-болотного генезиса, которые формировались в позднем неогене (плиоцене) (N<sub>2</sub>). В западной части РТ переуглубления палеодолин сложены песками и гравийно-галечными отложениями с прослоями глин, в восточной части – преимущественно глинами с прослоями алевролитов и песков. Верхняя часть плиоцена (акчагыльский регионарус) широко распространена и выходит за пределы палеоврезов. Акчагыльские (N<sub>2a</sub>) отложения представлены песками, глинами, алевролитами, алевритами, песчаниками с маломощными прослоями полуразложившихся торфов, бурых углей, глинистых мергелей и сидеритов, включениями вивианитов.

Образования четвертичного периода (Q) (квартера) повсеместно распространены на территории РТ, отсутствуя лишь на обрывистых склонах речных долин. Они покрывают пермские, мезозойские, неогеновые отложения и характеризуются значительным разнообразием, сложностью строения, большой пестротой фациального и литологического состава, изменчивостью мощностей. Формирование четвертичных образований определялось строением рельефа, составом подстилающих пород, характером новейших тектонических движений, а также климатическими особенностями. Четвертичные отложения представлены исключительно континентальными образованиями. Наиболее широкое распространение и значительные мощности имеют эоплейстоценовые (Q<sub>E</sub>) аллювиальные отложения. Большинство склонов речных долин РТ занимают довольно мощные шлейфы неоплейстоценовых (Q<sub>N</sub><sup>0</sup>) делювиально-солифлюкционных отложений. Склоны сложены мощными (5-35 м) суглинками желтовато-бурого, бурого или коричневатого-бурого цветов. В нижних и средних частях пологих склонов в толще суглинков наблюдаются горизонты погребенных почв. Элювиальные образования тонким чехлом покрывают как дочетвертичные, так и эоплейстоценовые отложения. Элювиально-делювиальные образования являются переходным звеном между элювиальными и делювиально-солифлюкционными

образованиями. Они слагают верхние части склонов речных долин и склоны водоразделов. Мощность элювиально-делювиальных образований достигает 10 м. Возраст отложений устанавливается по их геоморфологическому положению на склонах речных долин, развитие которых в большинстве случаев идет со среднего неоплейстоцена. Верхний возрастной рубеж включает голоцен, поскольку в строении и составе элювиально-делювиальных отложений современная почва играет существенную роль.

Эоловые отложения развиты на поверхности надпойменных террас, на склонах речных долин и на водоразделах. Коллювиально-делювиальные отложения. Разнообразные отложения гравитационного и делювиального типов развиты локально на крутых склонах речных долин, подмываемых в верхнем неоплейстоцене и голоцене. Они представлены обвальными, осыпными, оползновыми телами и блоками пород. В долинах крупных и средних рек образования приурочены к правым крутым и высоким склонам, в долинах малых и ряда средних рек они распространены на склонах южной и западной экспозиций. Мощность таких образований чаще всего составляет 3-5 м, иногда может увеличиваться до 10-15 м.

Голоценовые ( $Q_n$ ) аллювиальные отложения слагают пойменные террасы и русла большинства рек РТ. Пойменные отложения представлены, главным образом, песками кварцевыми, косослоистыми с прослоями супесей, суглинков, в нижних горизонтах появляются прослой более грубых песков и галечников из местных коренных пород. Общая мощность голоценового аллювия составляет 25-30 м.

Период	МСШ (ICS), 2004-2013		Возраст, млн лет	ОСШ России, 2006-2013			ОСШ России, 1993																																				
	Отдел (Series)	Ярус (Stage)		Отдел	Ярус	Подъярус	Отдел	Ярус	Подъярус	Группа																																	
<b>ПЕРМСКИЙ</b>	Лопинский (Loringian)	Чансинский (Changhsingian)	252,2	Татарский	Вятский	Верхний	Верхний	Татарский	Верхний	Верхний	Средний																																
		Вучапинский (Wuchiapingian)	254,1			Нижний																																					
	Гваделупский (Guadalupian)	Кептенский (Capitanian)	259,8	Биармийский	Северодвинский	Верх.						Верхний	Татарский	Верхний	Верхний	Средний																											
		Вордский (Wordian)	265,1			Ниж.																																					
		Роудский (Roadian)	268,8			Верх.																																					
	Приуральский (Cisuralian)	Кунгурский (Kungurian)	272,3	Приуральский	Уфимский							Верх.	Верхний	Татарский	Верхний	Средний	Нижний																										
		Кунгурский	283,5															Кунгурский		Верх.	Верхний	Татарский	Верхний	Средний	Нижний																		
		Артинский (Artinskian)																								290,1	Артинский		Верх.	Верхний	Татарский	Верхний	Средний	Нижний									
		Сакмарский (Sakmarian)																																	295,0	Сакмарский		Верх.	Верхний	Татарский	Верхний	Средний	Нижний
		Сакмарский (Sakmarian)																																									
	Сакмарский (Sakmarian)	295,0		Сакмарский		Верх.						Верхний	Татарский	Верхний	Средний	Нижний																											

Рис. 11. Международная стратиграфическая шкала пермской системы с 2004 года, Общая стратиграфическая шкала России на 1993 и с 2006 года и их основные корреляционные уровни. [https://ru.wikipedia.org/wiki.Пермский период](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пермский_период)

## 6. История геологического развития

В геологической истории территории учебной практики, как и всего 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 этого периода были образованы метаморфические и магматические породы кристаллического фундамента и сформированы его основные структуры – складчатые и разрывные. Образования, сформировавшие фундамент, претерпели несколько фаз складчатости, а также горообразования, что привело к созданию мощной, прочной, жесткой структуры и привело к появлению земной коры континентального типа. Во время тектонического «покоя» территории на месте гор, в ходе длительных процессов выветривания горных пород, и выравнивания рельефа, была создана денудационная равнина – *пенеплен*. В это время формировались рыхлые продукты древней коры выветривания.

Вторая стадия – авлакогенная – появилась благодаря сводовым поднятиям и растяжению земной коры в 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 превратились в авлакогены.

Третья стадия развития платформы - плитная – прослеживается с момента образования первых отложений ее осадочного чехла. Она началась с общих медленных погружений, и установления условий морского осадконакопления в конце раннедевонской и к началу среднедевонской эпох. Эти погружения пришли со стороны зарождающейся Прикаспийской впадины, еще входившей в состав палеозойского океана.

Самые ранние слои осадочного чехла предположительно относятся к нижнему отделу девонской системы. Они несогласно перекрывают как породы докембрия, так и рифейские отложения и сформировались за счет накопления в пониженных участках эрозионного рельефа наземных красноцветных отложений – продуктов интенсивного выветривания и денудации суши. В среднедевонскую эпоху морская трансгрессия захватила почти всю территорию, создав условия для накопления терригенных, а затем и карбонатных осадков.

Тектонический режим и морские обстановки осадконакопления установившиеся в позднем девоне, сохранялись и в каменноугольном периоде. Позднее, в позднекаменноугольно-раннепермское время происходило опускание территории, и накапливались мощные толщи терригенно-карбонатных осадков, сменившихся в конце раннепермской эпохи мощными толщами каменной соли, гипса и ангидрита (Рис.11). В дальнейшем в условиях аридного климата накапливались отложения поздней перми представленные красноцветными обломочными породами. После перерыва мезозойские отложения, связанные с Ульяновско-Саратовским прогибом наблюдаются на юго-западе территории РТ. В позднем неогене, плиоценовые отложения представлены терригенными морскими и континентальными озерно-аллювиальными образованиями песчано-глинистых пород. В пределах полигона практики развит в основном верхний комплекс пород, представленный песками, супесями, суглинками и глинами.

Четвертичные отложения разного генезиса единым мощным покровом перекрывают нижележащие образования. Они представлены, в основном, аллювиальными

отложениями р. Волги и р. Казанки, сложенные песками, галькой, щебнем, глиной, супесями и суглинками разных возрастных групп от раннего неоплейстоцена до голоцена.

В позднем кайнозое (новейший или неотектонический этап) произошла активизация тектонических движений. В этот новейший тектонический этап были созданы многие современные геологические структуры и образовались наиболее ранние элементы рельефа. Был сформирован существующий в настоящее время рельеф. Происходило развитие пликативных и дизъюнктивных структур самого разного порядка. Развитие большинства структур было унаследовано от предшествующих тектонических этапов. Тектонические структуры осадочного чехла, к которым относятся границы сводов, впадин, валов и прогибов, тектонические ступени, напрямую связаны с различными тектоническими структурными элементами фундамента. В частности, Прикамский разлом древнего заложения контролирует положение Сарайлинского прогиба, разделяя Северо-Татарский и Южно-Татарский своды. Отдельным фрагментам докембрийских разломов отвечают прогибы Камско-Кинельской системы.

В новейших тектонических движениях востока Восточно-Европейской платформы, и на территории РТ, отчетливо выделяются три ритма: два полных и один неполный, представляющий лишь начало фазы поднятия. *Первый ритм* охватывает олигоцен и миоцен. При общем поднятии территории в олигоцене, повсеместно установился континентальный режим. К олигоцену относится образование тектонических структур - Карлинских дислокаций. В миоцене произошла стабилизация тектонических движений, следствием которой явилось денудационное выравнивание расчлененного рельефа. Начало *второго ритма* приходится на средний плиоцен. Движения земной коры на данном этапе несколько замедлились и сменились медленными опусканиями ритмично-колебательного характера. Такой режим тектонических движений предопределил развитие неоднократных ингрессий моря вдоль древней долины реки Волги, со стороны древнего Каспийского бассейна, на территории РТ - акчагыльского моря. В это время началось заполнение долин мощной толщей аллювиальных, озерных и морских отложений до 350 м. Два фактора являются определяющими столь мощной аккумуляции: следствие общего тектонического опускания территории РТ, и повышение уровня Каспийского моря, которое завершилось акчагыльской ингрессией. *Третий ритм*, охватывающий конец эоплейстоцена, неоплейстоцен и голоцен (около 1 млн. лет) представлен лишь началом восходящей фазы. Важнейшим результатом неотектонических движений является создание современного рельефа, представляющего собой сочетание денудационных и аккумулятивных процессов. Движения земной коры на территории РТ продолжаются и в настоящее время, о чем свидетельствуют данные высокоточных повторных нивелировок земной поверхности и землетрясения.

## **7. Изучение эндогенных процессов**

К эндогенным геологическим процессам относятся тектонические движения земной коры, вызываемые внутренними процессами Земли. Как правило, они протекают очень медленно и поэтому незаметны для наблюдателя. Исключением являются землетрясения, свидетельствующие, о быстром и резком перемещении некоторых блоков земной коры. По времени своего проявления тектонические движения подразделяются на современные, новейшие и древние. *Современные движения* – это те, которые происходят

в современную эпоху, или происходили в недалеком прошлом, и были зафиксированы в виде наводнений, землетрясений и т.п. При поднятии территории, лишь по косвенным признакам, можно оценить такие движения: интенсивное развитие гравитационных процессов (коллювий), зоны активизации оползней, формирование эрозионной сети.

К *новейшим (неотектоническим) движениям* относятся такие, которые происходили на протяжении 25-30 млн. лет, т.е. с конца олигоцена и начала неогена. Интенсивность новейших движений во время практики можно оценить по следующим признакам: - анализируя рельеф левого и правого берегов р. Волги; - сравнивая особенности состава и мощности однотипных генетических типов четвертичных отложений; - сопоставляя морфологию оврагов и балок; - изучая террасы р. Волги и ее притоков. *Древними тектоническими (палеотектоническими) движениями* считаются такие, которые происходили до олигоцена – начала неогена. О том, что эти движения происходили, мы можем судить по их результатам, в виде каких-либо дислокаций донеогеновых горных пород. Например, изменение мощности толщ осадочных пород, пачек, слоев или полностью выпадение их из разреза; изменение геологических фаций. Для этого необходимо применять геологические методы анализа: - геологических фаций; - распределения мощностей осадочных толщ; - геологических перерывов и несогласий; - условий залегания пород и образованных ими структур.

На территории учебной практики отсутствуют три нижних системы палеозойской эратемы и нижнедевонский отдел, практически полностью отсутствует мезозойская эратема и нижняя часть кайнозойской эратемы. Плиоцен и четвертичная система имеет широкое распространение на учебном полигоне практики. Помимо таких огромных стратиграфических перерывов известны и более кратковременные перерывы. Наблюдается выпадение некоторых слоев или отдельных ярусов. Нужно отметить, что на территории учебной практики, как и на всей территории восточной части Русской плиты, в результате общих тектонических движений дважды менялись морские и континентальные условия и режимы осадконакопления. На фоне этих крупных и медленных *эпейрогенических* движений, проявлялись и более локальные движения, вызванные определенными перемещениями отдельных блоков земной коры и отразившиеся в строение поверхности кристаллического фундамента, а также в появлении отдельных складчатых и разрывных структур в породах осадочного чехла. Ранее образованные структуры (например, в палеозое), имели продолжение своего развития и после, в более позднем времени, например, на неотектоническом этапе. Эти структуры получили название унаследованных, т.е. унаследовано развивавшихся. Например, антиклинальная складка, образовавшаяся в палеозое, продолжила свое поднятие в мезозойской эратеме, т.е. унаследовала развитие пликативной деформации. Наряду с ними встречаются также структуры новообразованные, возникшие в результате инверсии тектонических движений – смены поднятия погружениями или наоборот. Такие тектонические структуры называются инверсионными. Для анализа направленности и амплитуды *эпейрогенических* движений рекомендуется построение так называемой *палеогеографической кривой*, отражающей смену поднятий и опусканий в геологическом времени (Рис. 12). Ее можно построить, для иллюстрации главы отчета по практике о тектонических движениях, на основе данных о стратиграфических перерывах и распределении мощностей толщ горных пород.

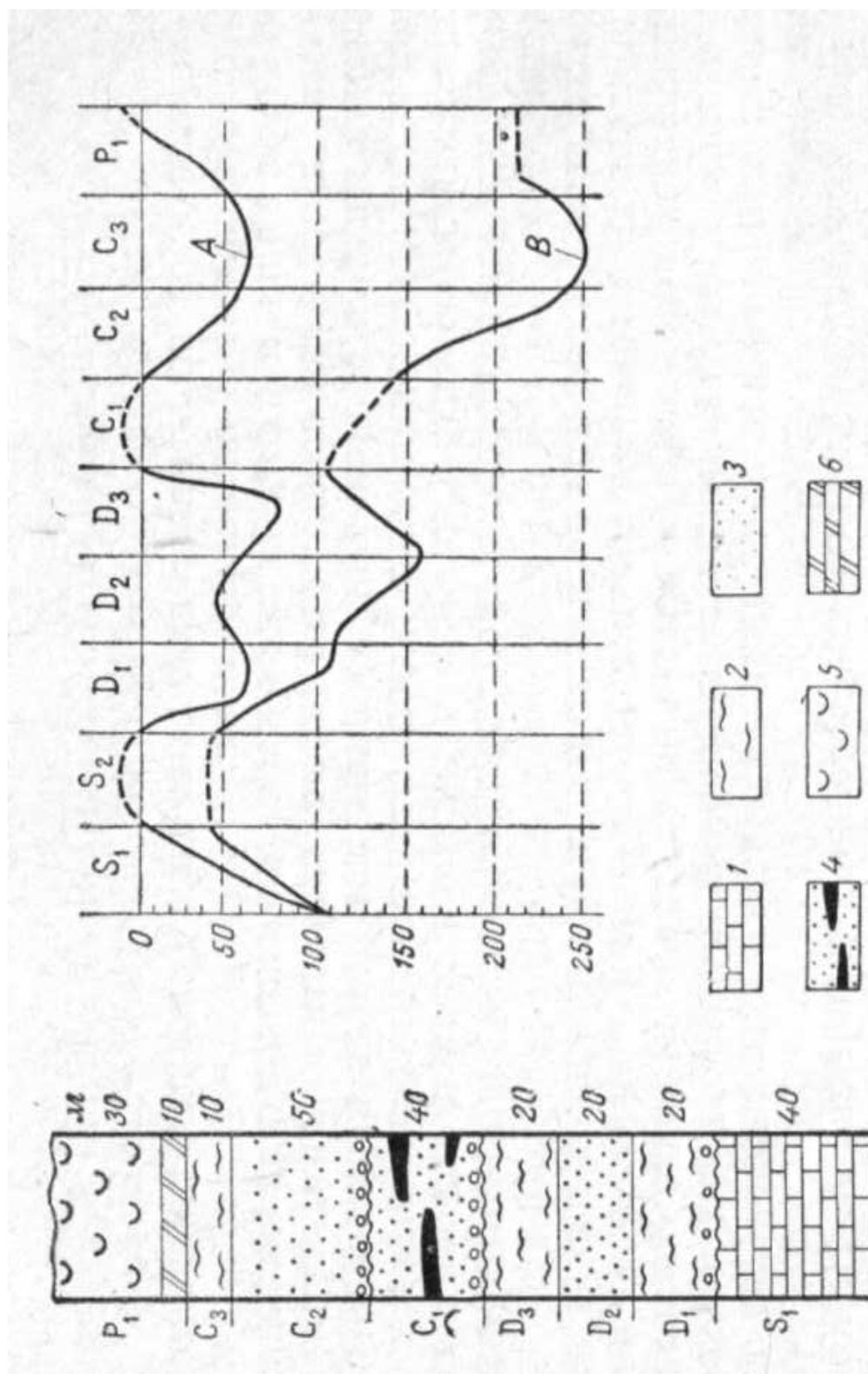


Рис. 12. Палеогеографическая кривая (А) и кривая колебаний земной коры, или динамическая кривая (В) <http://mel31.ru/geology-and-geodesy/historical-geology>

1 – водорослевые известняки; 2 – глины; 3 – пески; 4 – континентальные угленосные отложения; 5 – соли; 6 – мергели.

## 8. Изучение экзогенных процессов

## 8.1 Выветривание горных пород

Все экзогенные процессы происходят на поверхности земли за счет солнечной энергии. Геологические процессы связаны с деятельностью ветра, поверхностных и подземных вод, ледников, озер, болот и др. Одним из важных геологических процессов является **выветривание**. Изменение горных пород происходит под влиянием факторов выветривания: температуры, атмосферной влаги,  $O_2$  и  $CO_2$ , а также жизнедеятельности организмов. При этом существенно меняется структура, вещественный состав горных пород, и образуются новые минералы, более устойчивые в новых гипергенных условиях. Этот геологический процесс происходит практически повсеместно и проявляется в разрушении (дезинтеграции) горных пород под действием физических факторов – колебаний температуры и в результате нагрева и охлаждения горных пород в течение суток, или продолжительных периодов времени года. Механическое разрушение происходит под действием посторонних агентов: замерзающей воды, кристаллизации солей, корней растений, роющих животных, что во много раз ускоряет процессы разложения минералов и пород.

При химическом выветривании происходит разрушение горных пород с изменением химического состава. Химические процессы, происходящие в горных породах: 1 *растворение* - с учетом растворимости минералов; 2 *окисление* - переход в окисные формы; 3 *гидратация* - реакция присоединения воды; 4 *гидролиз* - глубокое разложение минералов – силикатов. Биохимическое выветривание связано с активным воздействием на горные породы растительных и животных организмов.

Скорость процесса выветривания зависит от внешних условий и долговременно действующих причин – климатических, рельефа местности, тектонического режима и типа ландшафта, но с другой стороны – от степени прочности самих горных пород и устойчивости минералов, слагающих породы. Горные породы, не отличающиеся прочностью и монолитностью, имеющие трещины отдельности, нередко пористые и слабосцементированные, легко разрушаются, образуя на склонах *осыпи*, состоящие из обломков пород – щебня, дресвы, песка и более мелкой алевритовой и глинистой размерности. У некоторых пород – глин, алевролитов, тонкозернистых песчаников характерно появление чешуйчатого «панциря». Толщина чешуек не превышает 1 см. Такое явление называется *десквамацией*. При выветривании образуется две формы продуктов – перемещенные (обычно у подножия склонов, за счет гравитации) – **коллювий**, и неперемещенные, оставшиеся на месте разрушения – **элювий**.

## 8.2 Геологическая деятельность ветра

Все процессы, связанные с деятельностью ветра называются *эоловыми*. Они проявляются там, где дуют сильные ветры, а выжженная солнцем земля, лишенная растительного покрова, не может сопротивляться их силе, и разрушительному действию этих процессов. В деятельности ветра выделяется два направления это выдувание или **дефляция** и **корразия**. На территории РТ современный гумидный климат и растительный покров неблагоприятны для развития эоловых процессов.

В конце эоплейстоцена и начале раннего неоплейстоцена в условиях сухого климата на аккумулятивных плиоценовых равнинах происходило перевывание мелкозема и формирование покровных суглинков. В сухом холодном климате неоплейстоцена на всех песчаных террасах Волги, Камы, Вятки происходило образование *эолового дюнного рельефа*, особенно хорошо выраженного в окрестностях Казани – «Лебяжье озеро», а также близ сел Займище, Боровое Матюшино. Максимальная высота отдельных дюн достигает 15 м. Дюнный рельеф закреплен сосновыми лесами и только там, где человек уничтожает эту защиту, пески вновь приходят в движение. Дефляция особенно интенсивна на пахотных землях при весенне-летних засухах, когда ослабевает водная эрозия.

### **8.3 Деятельность поверхностных текучих вод**

К поверхностным текучим водам относятся реки, ручьи, временные, (непостоянные) потоки и струи, возникающие при выпадении дождя, таянии снега и льда. Поверхностные текучие воды проделывают огромную геологическую работу. Они выполняют транспортную, разрушительную, и аккумулятивную функции.

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

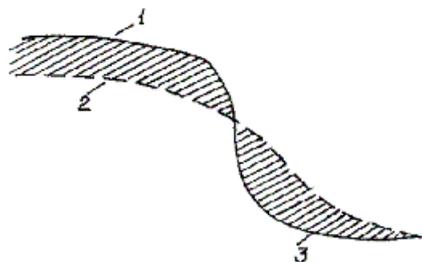
*Транспортная деятельность* поверхностных текучих вод заключается в переносе продуктов физического разрушения горных пород. По количеству переносимого материала и участию в формировании осадочного слоя земной коры текучие воды являются важными транспортными агентами. Помимо переноса вещества происходит и частичное осаждение переносимого материала. В руслах рек и ручьев, тальвегах оврагов, на склонах, по которым текут дождевые и талые воды постепенно отлагаются толщи осадков. В этом заключается *аккумулятивная деятельность* поверхностных текучих вод.

Поверхностные воды являются важнейшими из экзогенных процессов, в плане преобразования рельефа континентов. Совокупность процессов разрушения горных пород при экзогенных процессах и переносе продуктов их разрушения в пониженные участки рельефа называется *денудацией*.

#### **8.3.1. Плоскостной смыв**

Плоскостной смыв происходит на поверхности размокшего склона, когда атмосферные осадки в виде дождевых или талых вод равномерно стекают тонкими струйками. У основания склона, скорость движения воды уменьшается, перенос частиц приостанавливается и они оседают. Так на пологих склонах за длительное время, образуется покров осадков у подножья и в нижней части самого склона, называемый *делювием* (Рис. 13). Делювиальный процесс идет повсюду, где есть хотя бы минимальный уклон местности, и приводит к общему понижению и выравниванию

рельефа. Максимальные мощности делювиального покрова накапливаются у самого подножья склона, а вверх по склону мощность уменьшается. Он состоит обычно из несортированной смеси частиц глины, алеврита и песка. Были введены специальные термины *суглинки*, *супеси*. Вверх по склону делювий может переходить в элювиальные образования, а в нижней части замещается пойменным аллювием.



**Рис. 13. Схема образования делювия.**

1 – первичная поверхность склона; 2 – сниженная поверхность склона в результате плоскостного смыва; 3 - делювий

### **8.3.2. Временные русловые потоки**

Среди временных русловых потоков в зависимости от рельефа местности выделяют два типа: временные потоки оврагов и временные горные потоки. Территория Татарстана расположенная в пределах Русской равнины, является прекрасным полигоном для изучения временных потоков оврагов.

Начало оврагообразования связано со склонами. Если в пределах склона наблюдается естественные или искусственные неровности, понижения, то при таянии снега или выпадения дождя, стекающие струи воды разрушают склоны и на их месте образуются промоины, рывтины. Так начинается процесс размыва или эрозии. Фактически эта первая зародышевая стадия развития оврага. В дальнейшем в этих рывтинах скапливается еще большее количество воды, и они начинают расти в глубину, ширину, вверх и вниз по склону. Вначале, дно такого оврага отличается неровностью. При дальнейшем углублении, увеличении донной эрозии, профиль оврага выравнивается, его устье достигает реки, или более крупного оврага, и заканчивается конусом выноса. Уровень реки или какого-либо бассейна, куда выходит овраг называется *базисом эрозии*. Ниже этого уровня овраг не углубляется.

Если овраг достиг своей предельной глубины (базиса эрозии), то дальнейшее его развитие прекращается. Дно расширяется, стенки становятся пологими и покрываются делювием, затем почвой и растительностью. Такие формы рельефа оврагов называются *балками*.

Аккумулятивная деятельность временных водотоков проявляется в низовьях оврага, при выходе в долину реки или в другой овраг, образуется *конус выноса*, такие отложения временных потоков называются **пролювием**.

### 8.3.3. Деятельность рек.

*Эрозия.* Выделяют два типа речной эрозии: *донную* или *глубинную* направленную на врезание речного потока в глубину и *боковую*, ведущую к подмыву берегов и расширению долины. Соотношение донной и боковой эрозии меняется на разных стадиях развития долины реки. В начальных стадиях преобладает донная эрозия, которая стремится выработать профиль равновесия, применительно к базису эрозии – к уровню бассейна, куда она впадает.

По мере выработке профиля равновесия донная эрозия постепенно ослабевает, и начинает активизироваться боковая эрозия, направленная на подмыв берегов и расширению долины. Наиболее ярко это проявляется в периоды половодий.

*Перенос.* Реки переносят большое количество обломочного материала различной размерности от тонких илистых частиц и песка, до крупных обломков. Перенос осуществляется волочением, перекачиванием по дну, во взвешенном состоянии, песчаных, алевритовых и илистых частиц. Помимо обломков, реки переносят растворенные минеральные соединения. Переносимый материал усиливают глубинную эрозию.

*Аккумулятивная работа.* Наряду с эрозией и переносом различного материала, происходит его аккумуляция (отложение). Речные отложения называются **аллювием**. Они состоят из обломочного материала различного размера, степени окатанности и сортировки. Низкий участок долины реки, сложенный аллювием, который заливается только в половодье, называется *поймой реки*. Отшнурованные от русла реки излучины называются *старицами*.

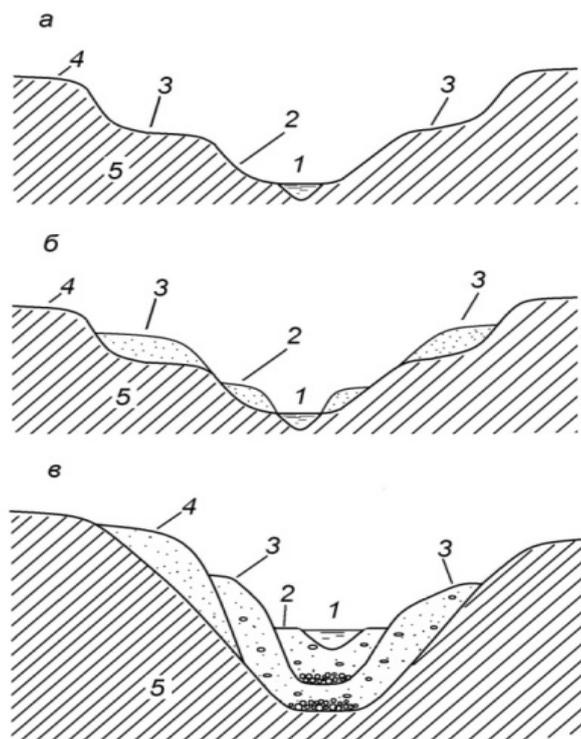
Фации речного аллювия - *русловой, пойменный, старичный. Русловой* аллювий состоит из грубообломочного материала. **Пойменный** - гравий, галька, песок. **Старичный** - тонкий глинистый материал, супеси, суглинки. В накоплении аллювия и формировании речных долин большую роль играют изгибы рек.

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

Типы речных террас. **Эрозионные террасы** встречаются в молодых горных сооружениях. В этих террасах почти вся площадка и уступ слагаются коренными породами (Рис. 14 а). **Аккумулятивные террасы** характеризуются тем, что их площадки и уступы, сложены аллювиальными отложениями (Рис. 14 в). Такие террасы распространены в пределах низменных равнин. **Эрозионно-**

**аккумулятивные** или **цокольные террасы** характеризуются тем, что нижняя часть уступа (**цоколь**) сложена коренными породами, а верхняя часть уступа сложена аллювиальными отложениями (Рис. 14 б).

Счет надпойменных террас производится снизу вверх. Самая нижняя 1 надпойменная терраса – самая молодая, выше располагается вторая надпойменная терраса и т.д. Самая высокая – самая древняя.



**Рис. 14. Типы надпойменных террас.**

а - эрозионные; б – цокольные (смешанные); в – аккумулятивные;

1 – русло; 2 – пойма; 3 – первая надпойменная терраса; 4 – вторая надпойменная терраса; 5 – коренные породы. <https://www.google.ru/search>

Река Волга резко меняет свое направление с широтного на меридиональное в районе г. Казани, а ее долина имеет резко выраженное асимметричное строение, типичное для рек северного полушария. Правобережье р. Волги является северной краевой зоной Приволжской возвышенности, водоразделы которой характеризуются отметками 180-190м и представляют собой неровные холмистые равнины, круто обрывающиеся к долине современной Волги. Высота уступов достигает 130-140м.

В левобережной части Волги берег сильно сглажен и понижен. Он уступает место речным террасам, имеющим здесь широкое распространение. Общая ширина левобережной части долины реки не превышает 10 км. Город Казань располагается на левом берегу р. Волги. Территория Казани расположена как на поверхности террас, так и на левом (восточном) коренном берегу Волги. Наиболее древняя (окская) терраса находится на высоте 110-130м.

Террасы р. Волги располагаются полосами, повторяющимися очертания ее русла.

Всего выделяется 5 террас:

- пойменная;
- 1-ая надпойменная (микулинско-одинцовская, Q<sub>3</sub>);
- 2-ая надпойменная (одинцовско-московская, Q<sub>2</sub>);
- 3-ая надпойменная (лихвинско-днепровская, Q<sub>2</sub>);
- 4-ая надпойменная (окская, Q<sub>1</sub>).

Четвертичные отложения, слагающие названные террасы, залегают на пермских и, в основном, на плиоценовых отложениях. Эоплейстоценовые отложения в районе г. Казани достоверно не установлены.

#### 8.4. Геологическая деятельность морей и современных водохранилищ.

Акватория мирового океана подразделяется на собственно океаны, окраинные моря, имеющие свободную связь с океаном и внутриконтинентальные моря, находящиеся далеко на суше, и соединяющиеся с океаном, или соседним морем через узкие проливы. С геологической точки зрения моря могут располагаться на земной коре океанского типа (Филиппинское), земной коре переходного типа (Охотское, Японское), и на земной коре континентального типа (Белое, Балтийское). В результате погружения континентальной суши ниже уровня мирового океана образуются *эпиконтинентальные моря* (греч. «эпи» - после). Им соответствует шельфовая подводная равнина с небольшим наклоном около 1°. Эпиконтинентальные моря часто называют шельфовыми. Глубина их, как правило, 100 м и реже до 200 м. На полигоне практики студентам предоставляется возможность познакомиться с отложениями древнего эпиконтинентального (шельфового) пермского бассейна. В минувшие геологические эпохи конфигурация бассейна бала иной: в пермскую эпоху (250- 290 млн. лет назад) море покрывающие территорию восточной части Русской плиты было частью суперокеана Панталасса, в мезозое и палеогене (55 млн. лет назад) они сообщались с океаном Тетис на юге и Бореальным океаном на севере.

##### 8.4.1 Разрушительная деятельность волн на береговые процессы

Разрушительная деятельность моря называется *абразией*. Она связана с движениями морской воды. Наибольшее значение имеют волны. В периоды сильных штормов огромные волны обрушиваются на берега и интенсивно их разрушают (Рис. 15)

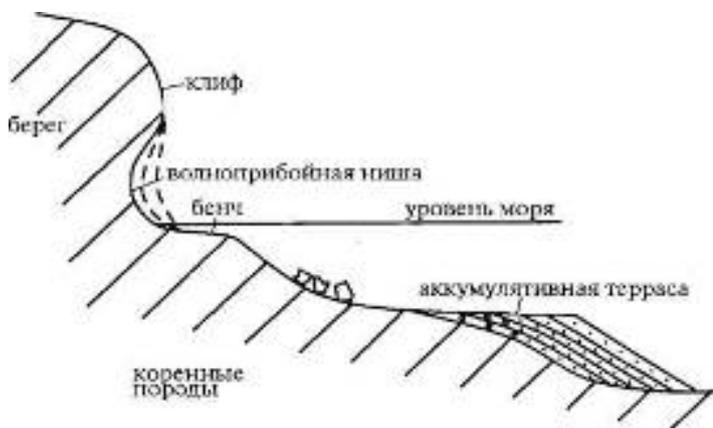


Рис. 15. Абразионная деятельность моря. <https://www.google.ru/search>

**8.4.2. Современные водохранилища.** Волновая абразия волжских берегов стала проявляться после создания водохранилищ, ширина которых достигает 30 км и более, а высота ветровых волн – 4-5 м, что сопоставимо с высотой волн настоящих морских побережий приводящих к разрушению берегов. Изменения уровня воды в водохранилище также влияет на абразию, но в значительно меньшей степени.

На территории Татарстана береговые процессы получили развитие после создания Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ. Абразионные берега характерны для большей части правобережья Куйбышевского водохранилища. Они состоят из абразионной площадки, ширина которой при нормальном уровне водохранилища может достигать нескольких десятков метров, и крутого абразионного уступа. Под действием волнового прибоя абразионная площадка расширяется, уступ отступает путем обваливания, осыпания, оползания. На Нижнекамском водохранилище вследствие его меньших размеров и глубин переработка берегов не столь значительна.

Процессу волновой абразии благоприятствуют глубины у правого берега р. Волги. С разной степенью интенсивности разрушению здесь подвергаются довольно крепкие карбонатные, гипсовые, алевро-глинистые породы. Особенно легко размываются гипсоносные породы. Алевро-глинистые породы образуют абразионные волноприбойные ниши, ступени, абразионные террасы. Плитчатые карбонатные породы – известняки и доломиты – легко подвергаются абразии, формируя классические абразионные ниши высотой до 1-2 м, с нависающими карнизами.

В мелководных левобережных участках господствуют как процессы аккумуляции наносов, разного происхождения, так и абразионные процессы. Левый берег состоит из рыхлых четвертичных отложений надпойменных террас, лессовидных суглинков.

## 9. Геологическая деятельность подземных вод

К подземным водам относятся все природные воды, находящиеся под поверхностью Земли в подвижном состоянии. Они тесно связаны с водой атмосферы и наземной гидросферы – океанами, морями, озерами и реками. В природе происходит непрерывное взаимодействие этих вод. Большинство осадочных пород пористы и трещиноваты и подземные воды заполняют поры между зёрнами осадка и трещины. Такие породы являютсяместилищем подземных вод и называются **коллекторами**. Как правило, это рыхлые породы - пески, гравий, галечники или высокопористые породы – опоки, органогенные известняки, многие песчаники. Если кристаллические породы трещиноваты, то они могут выступать в роли коллекторов. Непроницаемая для воды порода называется – **водоупором**. Среди осадочных пород водоупором часто служат глины, мергели.

По условиям образования выделяются следующие виды подземных вод: *инфильтрационные, конденсационные, седиментогенные, магматогенные или ювенильные.*

**Инфильтрационные воды** образуются из наземных вод атмосферного происхождения. Их главным видом питания является инфильтрация, т. е. просачивание дождевых и талых атмосферных осадков вглубь Земли. Иногда в питании принимают участие воды, фильтрующиеся из рек, озёр, каналов и др.

**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 небольшим количеством атмосферных осадков.

**Седиментогенные или погребенные, реликтовые** подземные воды – это высокоминерализованные (соленые) подземные воды в глубоких слоях осадочных пород. Это захороненные воды морского генезиса, сильно измененные под влиянием давления и температуры.

**Магматогенные или ювенильные** подземные воды, образуются непосредственно из магмы. Появление таких вод происходит при извержении вулканов, или при процессе кристаллизации и образовании магматических пород вода отжимается и по разломам и трещинам поднимается вверх.

Важное практическое значение имеют инфильтрационные подземные воды, количество других типов подземных вод незначительно.

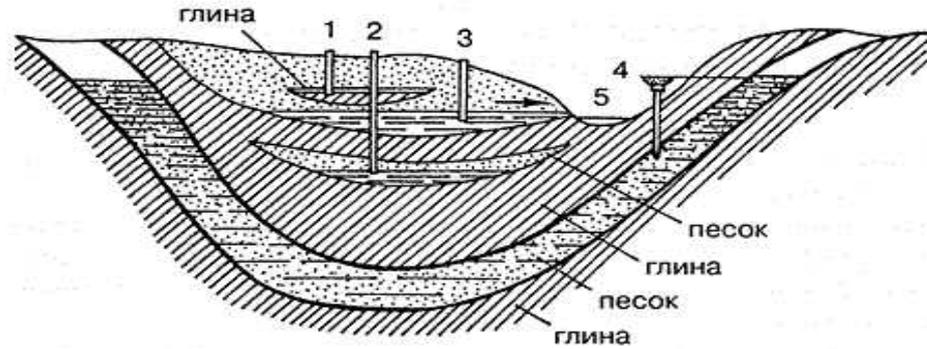
По условиям залегания подземные воды классифицируют на *верховодку, грунтовые и межпластовые воды*, последние в свою очередь подразделяются на *безнапорные и напорные (артезианские) воды*.

Подземные воды **верховодки** образуются на небольшой глубине и имеют ограниченное по площади распространение. Мощность пород насыщенных верховодкой 1 м и реже до 2-5 м. Верховодка образуется тогда, когда инфильтрующаяся вода встречает на своем пути линзы водонепроницаемых пород (Рис. 16).

**Грунтовыми подземными водами** называются воды первого от поверхности Земли стабильного водоносного горизонта, залегающие на первом от поверхности выдержанном по площади водоупоре. Верхняя граница зоны насыщения называется *уровнем* или *зеркалом грунтовых вод*. Породы насыщенные водой называется *водоносным горизонтом*. Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и воды из поверхностных водоемов.

**Межпластовые ненапорные воды** располагаются в водонепроницаемых породах, которые сверху и снизу ограничены, водонепроницаемыми пластами. Они выходят на поверхность в виде источников (родников) в склонах оврагов и рек.

**К напорным (артезианским) водам** относятся подземные воды, находящиеся в водоносных горизонтах, перекрытых и подстилаемых водоупорными слоями горных пород, и обладающие гидростатическим напором. Они связаны с отрицательными структурами земной коры – синклиналиями, мульдами и т.д.

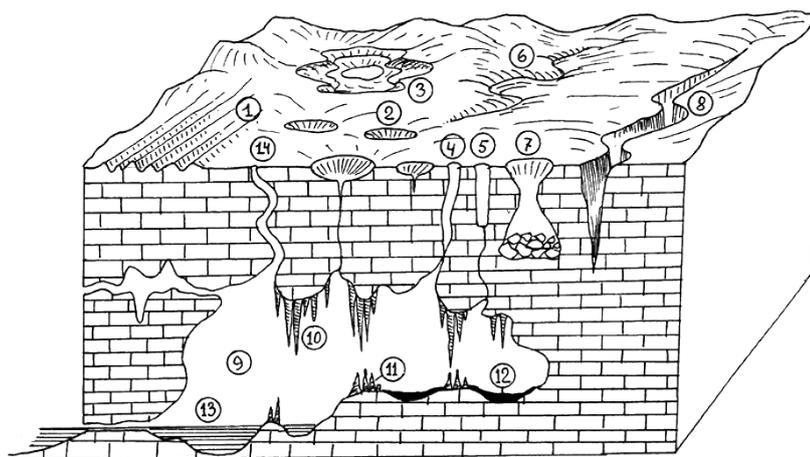


**Схема залегания подземных вод:** 1 — верховодка; 2 — межпластовые безнапорные воды; 3 — грунтовые воды; 4 — межпластовые напорные воды; 5 — поверхностный водоем

**Рис. 16.** Схема залегания подземных вод. <https://www.vseoburenii.ru>

### 9.1 Карст, суффозия

Карст представляет собой совокупность процессов, форм рельефа и отложений, связанный с растворением и выщелачиванием горных пород подземными и поверхностными водами. В образовании карста помимо растворения принимают участие водная эрозия (в том числе и подземная) и обрушение. В результате этих процессов образуются отрицательные формы рельефа на поверхности Земли каналы, полости и пещеры (Рис.17). К растворимым породам относятся *соли, гипс, известняк, доломит, мел*. Соответственно различают соляной, гипсовый и карбонатный карст. Наиболее интенсивно проходит соляной и гипсовый карст, но наиболее широко распространенным является карбонатный карст, так как чаще встречаются в осадочном чехле именно известняки, доломиты, мергели, мел.



**Рис. 17.** Карстовые формы рельефа.

1 — карры; 2 — суффозионные воронки; 3 — полье; 4 — колодцы; 5 — шахты; 6 — исчезающие реки; 7 — провальные воронки; 8 — ущелье; 9 — пещера; 10 — сталактиты; 11 — сталагмиты; 12 — терра-росса; 13 — пещерное озеро; 14 — сифоны. <https://ppt-online.org>

Условиями развития карста являются: наличие растворимых пород; трещиноватость пород; растворяющая способность воды.

На территории РТ карстовые процессы получили значительное развитие. Распространение карста определяется, в основном, геологическими условиями. Карст связан с развитием в зоне активного водообмена сульфатно-карбонатных пород  $P_1$  и  $P_2kz_1$  подъяруса, а  $P_2kz_2$  подъяруса - гипсоносная толща в районе Камского устья. Эти породы попадают в указанную зону лишь в антиклинальных поднятиях пластов. Поэтому вполне закономерна связь областей развития карста с крупными антиклинальными структурами. В пределах практики выделяется только западная карстовая область.

*Западная область* охватывает долину р. Волги выше г. Тетюши и прилегающие части возвышенностей Предволжья и Западного Предкамья. Здесь растворению подвергаются известняки, доломиты и гипсы казанского яруса. Карстовые формы представлены преимущественно воронками глубиной до 15-20 м. Здесь же известны две карстовые пещеры в гипсах – Сюкеевская и Юрьевская. Длина каждой из них не более 300 м. На песчаных аллювиальных террасах Волги в Приказанском районе находятся карстовые озера (Раифское, Ильинское, Глубокое, Ковалинское), происхождение которых связано с вмыванием песков в карстовые полости в пермской толще. Этот процесс получил название карстово-суффозионного. В различных местах, в том числе на территории Казани, провалы происходят и в настоящее время.

С подземными водами может быть связано явление *суффозии*, также приводящее к оползневым процессам. Суффозия связана с выносом из водоносного слоя мелких частиц вмещающих горных пород и растворенных веществ. В результате происходит разуплотнение, разрыхление водоносного слоя, что вызывает неустойчивость верхней части склона, и он оползает. Больше всего суффозии подвержены лессы и лессовидные породы. (Рис. 17)

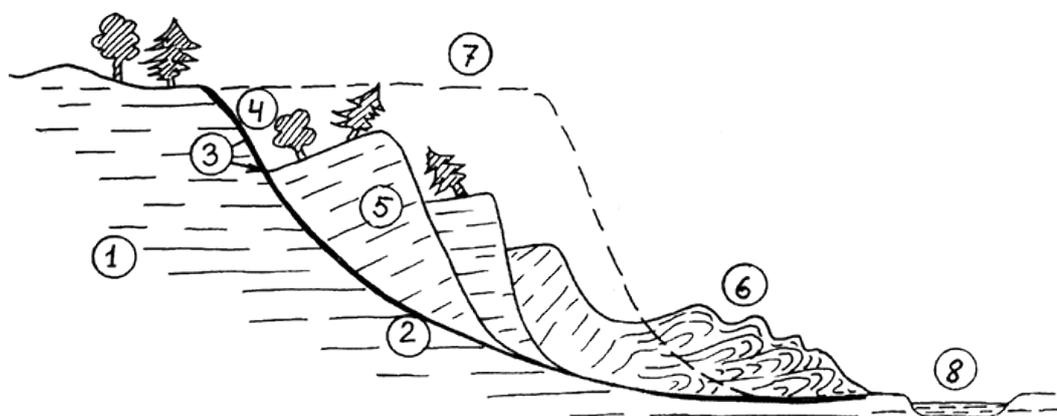
Просадки в лессовидных суглинках наблюдаются на высоких речных террасах Волги, Камы и других рек, в нижних частях пологих склонов долин, где развиты плейстоценовые суглинки. Лессовидные суглинки обладают высокой пористостью. При естественном или искусственном увлажнении находящийся в суглинках карбонат кальция растворяется, и суглинки уплотняются и дают просадки. В результате образуются округлые понижения диаметром до 50-150 м, глубиной 1- 5 м, нередко заболоченные или занятые небольшими пересыхающими озерами. Таких просадочных форм много на высоких террасах рек Волги и Камы. В условиях городского строительства интенсивность просадок возрастает благодаря усилению фильтрации из котлованов и траншей, утечки из водопроводов, интенсивного полива газонов и др.

## **9.2 Оползни.**

*Оползни* – это смещение крупных блоков горных пород по склону. В отличие от осыпей и обвалов смещение масс горных пород определяется не только силой тяжести, и крутизной склона, но и количеством поверхностных и подземных вод. На территории полигона практики оползневая деятельность проявлена интенсивно. Поверхность, по которой происходит отрыв и оползание называется поверхностью скольжения, сместившиеся породы – оползневым телом, которое отличается значительной

неровностью. Место соединения оползневого тела с надоползевым коренным уступом называется тыловым швом оползня.

Оползни, соскальзывающие под действием силы тяжести, называются *деляпсивными*. Оползни *детрузивные* возникают в результате избыточного давления и напора выше расположенных движущихся блоков (Рис.18).



**Рис. 18. Схема строения оползня.**

1 – коренные породы ненарушенного склона; 2 – поверхность скольжения; 3 – тыловой шов; 4 – надоползевый уступ; 5 – оползневые тела; 6 – бугор пучения; 7 – первоначальное положение склона; 8 – река. <https://bookonline.ru>

Интенсивность оползневой деятельности зависит от следующих факторов:

1. *Крутизна склона.* Чем круче склон, тем больше вероятность схождения оползня.
2. *Геологическое строение и литологический состав.* Наличие пластичных пород, глин и наклон пластов горных пород вниз по склону.
3. *Поверхностные воды.* Большое количество выпадающих атмосферных осадков.
4. *Подземные воды.* Глины, играющие роль водоупора и подстилающие водоносный горизонт, дают породам склона быть постоянно обводненными.
5. *Дополнительная нагрузка на склоны,* связанная с антропогенным фактором - строительством различных сооружений на склоне, также усиливает оползневую деятельность.

В процессе изучения оползневого тела необходимо: - зафиксировать в плане форму оползня по отношению к склону; - произвести замеры углов падения оползневой террасы, фронтального уступа, углов поверхности скольжения; - определить литологический состав горных пород; - влияние подземных и поверхностных вод на сход оползневого блока, а также учитывать другие природные или антропогенные факторы.

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. Например, к мерам борьбы с оползнями относится:

- террасирование склонов и высадка деревьев;
- построение системы бетонных желобов, как вдоль склонов, так и поперек их, создание, как вертикальных ливнесбросов, так и горизонтальных галерей;
- создание подземных выработок и отвод подземных вод;

- в горах приходится бурить скважины, которые проходят через плоскость скольжения.

**Солифлюкция** наблюдается в разных природных зонах. Почвогрунтовой покров насыщается влагой от тающего снега или дождей, утяжеляется, становится вязкопластичным и начинает двигаться уже при уклонах в 2 - 3° по еще не оттаявшей скользкой поверхности мерзлого подстилающего слоя, убыстряясь при увеличении уклонов от нескольких сантиметров до метра в год. Происходит стекание грунта, перенасыщенного водой, по мёрзлой поверхности сцементированного льдом основания склонов. При этом на склонах возникают наплывы, невысокие гряды и целые солифлюкционные террасы даже на склонах с деревьями, образующими пьяный лес. Солифлюкция очень интенсивно развивалась в гляциальном климате ледниковых эпох. Совместно с плоскостной эрозией солифлюкция повсеместно создала пологие склоны с мощными делювиально-солифлюкционными шлейфами.

## 10. Склоновые гравитационные процессы.

Гравитационные процессы развиваются только на крутых склонах с углом наклона более 30°. Перенос продуктов физического выветривания происходит в виде обвалов, камнепадов и осыпей в зонах развития сыпучих горных пород. Главными формами рельефа, возникающими при гравитационных процессах, являются *денудационные уступы (обвальные обрывы), обвальные гряды и холмы, конусы осыпания*. Склоновые процессы и склоны бывают *обвальные, осыпные, лавинные, оползневые, делювиальные, солифлюкционные и дефлюкционные*. В районе практики можно наблюдать все формы рельефа и различные виды гравитационных склоновых процессов.

При описании обвальных обрывов следует указывать их высоту, крутизну, состав горных пород, размеры обломков в обвальных холмах и грядах. Конусы осыпания распространены гораздо шире, они встречаются практически на всех обнажениях, формируясь у их основания. Изучая такие формы рельефа, необходимо определить и описать их размеры, степень сортировки обломочного материала. Наблюдения сопровождаются зарисовками.

На склонах под действием силы тяжести протекают процессы обваливания и осыпания, оползания, солифлюкции. Процессы обваливания и осыпания характерны для наиболее крутых склонов. К ним относятся подмываемые склоны речных долин, оврагов и балок, абразионные берега водохранилищ и озер, склоны свежих карстовых провалов.

Интенсивность развития оползневых процессов определяется, прежде всего, геолого-геоморфологическими и гидрогеологическими условиями.

Обычно *оползни* развиваются на склонах крутизной 7-30°. Интенсивно оползни развиваются в глинисто-мергельных породах верхней юры и перми, в песчано-глинистых породах плиоцена и плейстоцена. Самые крупные активные оползни характерны для высоких подмываемых склонов долины р. Волга ниже г. Тетюши, а также для рек Кама и Вятка. Оползни нередко создают угрозу населенным пунктам, путям сообщения, нефтегазопроводам.

Мерзлотные процессы связаны с сезонным промерзанием и оттаиванием почвы и грунта. Они не играют значительной роли в рельефообразовании. Максимальная глубина промерзания почвы на территории РТ составляет 90-165 см. С сезонным промерзанием и оттаиванием почвы и грунта связаны процессы морозного выветривания, образование

неглубоких (до 1 м) морозобойных трещин, слабо выраженное течение оттаивающего грунта. Несравненно большее значение мерзлотные процессы имели в перигляциальном климате. Сильное морозное выветривание служило источником больших масс суглинисто-щебневого криоэлювия, подвергавшегося затем воздействию различных процессов, прежде всего солифлюкции и смывания.

## **11. Полезные ископаемые**

**Горючие ископаемые:** нефть, газ, горючие сланцы

**Нефть.** Месторождения нефти расположены на востоке РТ и приурочены к структурам Южно-Татарского и Северо-Татарского сводов. Основные месторождения нефти связаны с терригенными отложениями девона на глубине 1,5-2 км, карбонатными отложениями девона и карбонатно-терригенными отложениями карбона на глубине 0,8-1,3 км. Продуктивными нефтеносными горизонтами являются отложения девона (пашийско-кыновские, фаменские) и карбона (турнейско-визейские, башкирско-верейские). При разработке нефтяных месторождений попутным компонентом является еще одно полезное ископаемое, это природный газ.

**Каменный и бурый уголь.** Месторождения каменных углей встречаются в верхнем девоне (франский ярус) и нижнем карбоне (визейский ярус). Угленосные горизонты вскрываются на глубинах от 880 до 1442 м. Угли прослеживаются в форме пластов, пласто- и линзообразных залежей мощностью от 1 до 29 м. Месторождения бурых углей приурочены к нижнеказанским и плиоценовым отложениям, в которых встречаются единичные тонкие (0,1-0,3 м) угольные прослои.

**Природные битумы.** Более 150 месторождений и проявлений природных битумов на территории РТ приурочены, преимущественно, к пермским отложениям на Южно-Татарском своде и в Мелекесской впадине. Месторождения природных битумов встречаются от дневной поверхности до глубины 400 м. Общие прогнозные ресурсы природных битумов позволяют рассматривать их как дополнительный и (или) альтернативный источник углеводородного сырья.

**Горючие сланцы.** Месторождения приурочены к верхнеюрским и нижнемеловым отложениям, развитым в правобережье р. Волги на границе с Ульяновской областью. Мощность продуктивных залежей составляет 0,1-8 м.

**Торф.** Месторождения торфа приурочены к четвертичным, преимущественно, голоценовым болотным отложениям в долинах рек. Месторождения относятся в основном к низинному типу. Торф может применяться для приготовления совместно с карбонатным сырьем перегнойных компостов, а также для других нужд сельского хозяйства.

### **Химическое сырьё.**

**Гипс.** В настоящее время промышленные залежи гипса встречаются, преимущественно, в верхнеказанских отложениях на правобережье р. Волга. Камско-Устьинское и Сюкеевское месторождения имеют запасы около 100 млн. тонн. Сырьё отличается высоким качеством и пригодно для производства широкого ассортимента вяжущих материалов (кальцинированный гипс, гипсо-ангидритовый цемент). Гипс является хорошим облицовочным материалом и представляет ценное сырьё для производства серной кислоты, портланд-цемента и т. п.

**Строительные материалы:** известняк, доломит, мергель, пески, песчаники, глины, минеральные воды

**Карбонатные породы.** Месторождения известняков и доломитов приурочены, в основном, к пермским отложениям. В западной части РТ преобладают доломиты с отдельными линзами и прослоями известняков позднеказанского времени. На востоке РТ развиты, преимущественно, известняки раннеказанского времени. Большинство известняков и доломитов пригодны для производства щебня, строительной извести, а так же как агрохимическое сырье для известкования кислых подзолистых почв. Меньшим распространением пользуются месторождения облицовочного камня (Каркалинское, Чупаевское) в восточной части РТ.

**Кирпичные глины и суглинки** приурочены в основном к четвертичным образованиям делювиального, делювиально-солифлюкционного и аллювиального генетических типов, которые развиты на всей территории РТ. На востоке кирпичное сырье обычно засорено щебнем и дресвой известняков, а также известковыми журавчиками. Но в западных районах материал более качественный и допускается производство, помимо кирпича, черепицы и других изделий.

**Бентонитовые глины** приурочены преимущественно к областям распространения плиоценовых образований в пределах палеодолин Камы, Волги, Свияги, Казанки и др. глины образовались в полузамкнутых водоемах и имеют мощность до 50 м. Глины широко применяются в нефтяной промышленности для приготовления буровых растворов. Вместе с тем они являются превосходным сырьем для выпуска разнообразного ассортимента керамических изделий — облицовочных плит, труб, тонкостенной черепицы и т. п. Особый интерес представляет производство из бентонитовых глин керамзитового гравия.

**Пески и песчаники.** Месторождения приурочены в основном к голоценовым аллювиальным отложениям Волги, Камы и их притоков; также встречаются они среди древних (пермских, юрских, меловых, неогеновых) образований. Песчаный материал кварцевого и кварц-полевошпатового состава используются преимущественно для производства строительных материалов (бетон, кирпич, растворы) и при строительстве дорог. Пески отдельных месторождений пригодны для стекольного и литейного производств.

**Песчано-гравийно-галечные** смеси представлены месторождениями четвертичного возраста и приурочены в основном к русловым отложениям р. Кама и ее основных притоков. Небольшие залежи расположены в долинах малых рек. Месторождения песчано-гравийно-галечных смесей занимают первое место по запасам и объемам добычи среди нерудных полезных ископаемых.

**Подземные воды.** Месторождения подземных вод включают пресные питьевые, минеральные питьевые и лечебные воды. Первые из них приурочены к кайнозойским, мезозойским и палеозойским (пермским) отложениям. В целом для крупных городов на территории РТ доля отбора пресных вод из источников подземного водоснабжения составляет менее 1/5 от общего водопотребления. Минеральные питьевые и лечебные воды приурочены в основном к пермским и верхнекаменноугольным отложениям. Они характеризуются средней степенью минерализации (2,1-7,6 г/л), сульфатно-натриевым составом вод (Ижевские минеральные воды, Ливадия, Бакирово и др.).

## Список литературы:

1. Войлошников В.Д. Полевая практика по геологии. Москва «Просвещение» 1984
2. Войткевич Е.Д., Гатияуллин Н.С. Тектоника Татарстана. Изд. КГУ 2003
3. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника. Гл. ред. Б.В. Буров М.: ГЕОС – 2003
4. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород. Изд. «Высшая школа», Москва 1967
5. Практическое руководство по общей геологии. Под ред. Н.В. Короновского Москва АСАДЕМА 2004
6. Сунгатуллин Р.Х., Буров Б.В., Сунгатуллина Г.М. Геология республики Татарстан. Казань: Казанский государственный университет, 2007.
7. Учебное пособие для полевой практики по общей геологии (Саратовский полигон). Староверов В.Н., Гужиков А.Ю., Рихтер Я.А., Варламова Р.Г., Ефремов В.А. Издательский центр «Наука» Саратов -2009.
8. <http://mel31.ru/geology-and-geodesy/historical-geology/>
9. <https://znaniya.com/task>
10. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
11. <https://www.google.ru/search>
12. <https://www.google.ru/search>
13. <https://www.vseobureni.ru>
14. <http://bse.sci-lib.com/particl>
15. <https://ppt-online.org>
16. <https://bookonlime.ru>