

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«Ухтинский государственный технический университет»**

**(УГТУ)**

# **РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

Методические указания

Ухта 2012

УДК 551.7(075.8)

Б 19

Бакулина, Л. П.

Региональная геология: [Текст] : метод. указания / Л.П. Бакулина. – Ухта : УГТУ, 2012. – 24 с.

Методические указания предназначены для оказания практической помощи студентам в изучении курса «Региональная геология» и выполнении лабораторных работ. Лабораторные работы по дисциплине «Региональная геология» – важный раздел в изучении геологического строения территории России и смежных регионов. Они дают возможность студентам практически ознакомиться с главнейшими структурами обширной и сложной в геологическом отношении территории, изучить их взаимное положение и особенности развития.

Содержание методических указаний соответствует ГОС, типовой и рабочей программам.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой минералогии, геохимии и геологии от 12 октября 2011 г., протокол № 9.

Рецензент: Н. П. Минова, доцент кафедры МиГГ

Редактор: В. А. Копейкин, профессор, доктор геолого-минералогических наук.

В методических указаниях учтены замечания рецензента и редактора.

План 2011 г., позиция 128.

Подписано в печать 30.12.2011 г. Компьютерный набор.

Объем 24 с. Тираж 100 экз. Заказ № 260.

© Ухтинский государственный технический университет, 2012

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.

Типография УГТУ.

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, д. 13.

## **Лабораторная работа. Современная структура и история развития Восточно-Европейской платформы**

Восточно-Европейская эпикарельская платформа занимает огромную территорию Восточной, Северной и Центральной Европы, простираясь от Скандинавских гор до Тимана и Урала и от Баренцева моря до Черного и Каспийского морей.

Термин «Восточно-Европейская платформа» применительно ко всей этой обширной территории впервые использовал А. Д. Архангельский в 30-х годах. Немецкий геолог В. Тейсер употреблял это выражение еще в 1921 году, но в более узком территориальном смысле. Окончательное обоснование выделению Восточно-Европейской платформы дано в работах Н. С. Шатского (1945).

**Структуры фундамента.** Кристаллический фундамент платформы представляет собой сложно построенное геосинклинальное основание, состоящее из крупных геоблоков с различным возрастом консолидации. Блоки отделены друг от друга глубинными разломами.

Наиболее крупным выступом фундамента является Балтийский щит, сложенный гранитами, гнейсами, амфиболитами, кварцитами и сланцами. В пределах массивов Кольского, Беломорского и др. эти породы имеют архейский возраст (ядра архейской консолидации). На территории Карелии архейские породы перекрыты нижнепротерозойскими осадочно-вулканогенными образованиями, вмещающими силлы габбро-диабазов.

На Кольском полуострове и в Северо-Восточной Карелии широко развит особый тип раннепротерозойских структур – линейные впадины (Печенгская, Имандра-Варгузинская и Ветреного пояса). Впадины имеют рифтогенную природу и вмещают мощные толщи основных толеитовых вулканитов.

Украинский щит, выступ фундамента значительно меньших размеров, располагается в южной части платформы. Сложен архейскими (граниты, гнейсы) и нижнепротерозойскими (вулканиты, кварциты, сланцы, джеспилиты) образованиями, а на крайнем северо-западе включает и метаморфизованные осадочно-вулканогенные породы нижнего и среднего рифея.

На дневную поверхность фундамент выходит также в сводовой части Воронежской антеклизы (среднее течение р. Дона между городами Павловск и Богучары), а в районе КМА вскрыт карьерами. Воронежский массив сложен архейскими и нижнепротерозойскими образованиями. По данным бурения в западной и восточной частях массива они являются продолжением Украинского щита.

В тело фундамента платформы врезаны многочисленные авлакогены, заполненные рифейскими и вендскими отложениями. Они образуют системы (Волынско-Среднерусская, Рязано-Саратовская, Кировско-Казанская и др.), пересекающие Русскую плиту в разных направлениях.

**Структуры осадочного чехла.** Осадочный чехол начал формироваться в рифее. В этом чехле с перерывами в позднем кембрии, среднем девоне и среднем триасе отчетливо выделяются четыре комплекса – байкальский, каледонский, герцинский и киммерийско-альпийский, с формированием которых связаны различные структуры Русской плиты.

Балтийская синеклиза – отрицательная структура, расположенная на северо-западе плиты, возникшая на каледонском этапе развития платформы.

Московская синеклиза – центральная и главная отрицательная структура, платформы, простирающаяся на северо-востоке почти до Тимана. Главный этап развития Московской синеклизы – герцинский. От Балтийской синеклизы она отделена Латвийской седловиной.

Мезенская синеклиза расположена на крайнем севере плиты между Балтийским щитом и Тиманской грядой. Она является продолжением Московской синеклизы.

Прикаспийская синеклиза, возникшая на сочленении нескольких рифейских авлакогенов, занимает юго-восточную часть плиты и обладает максимальной глубиной из всех отрицательных структур.

Воронежская и Белорусская антеклизы представляют собой полосу поднятий фундамента близширотного простирания, выступивших на герцинском этапе развития платформы.

Волго-Уральская антеклиза – крупнейшее погребенное поднятие восточной части Русской плиты. Ее фундамент расчленен на выступы (Токмовский, Татарский, Котельнический, Оренбургский, Башкирский и др.), между которыми располагаются грабены-авлакогены (Казанско-Сергиевский, Верхнекамский и др.) Между Волго-Уральской и Воронежской антеклизмами простирается глубокий Пачелмский авлакоген, сливающийся на севере с Московской синеклизой.

Краевые области Восточно-Европейской платформы осложнены передовыми прогибами различного возраста – Предуральским, Предтиманским, Преддонецким, Предкарпатским.

**Основные этапы геологического развития.** Восточно-Европейская платформа испытала длительную и сложную историю геологического развития. Примерно 2,6 млрд лет беломорская складчатость привела к отмиранию ряда

океанических структур и появлению первых жестких массивов – эпиархейских ядер, определивших будущие крупные положительные элементы – щиты, антеклизы. Между эпиархейскими ядрами существовали подвижные зоны, выделяемые как протогеосинклинали.

1,9 млрд лет и 1,7 млрд лет назад проявились ранне- и позднекарельская эпохи складчатости. Их результат – закрытие геосинклинальных областей, спаивших отдельные массивы в единый фундамент платформы. Большую роль при этом сыграли процессы гранитизации и метаморфизма, приведшие к образованию крупных плутонов рапакиви и существенному приращению гранитно-гнейсового слоя. Возникла древняя эпикарельская платформа. В конце раннего протерозоя на отдельных блоках платформы начал формироваться осадочный (протоплатформенный) чехол. Его формирование сопровождалось внедрением гранитных интрузий.

В начале позднего протерозоя режим платформы стабилизировался, затухли интенсивная тектоническая деятельность и процессы гранитизации и метаморфизма. В рифее осадочный чехол формировался уже на значительной части древней платформы, в авлакогенах. Восточно-Европейская платформа пережила авлакогеновую стадию своего развития.

В конце позднего протерозоя (венд) проявилась байкальская платформообразующая эпоха складчатости, в результате которой к эпикарельскому остову присоединилась Тимано-Печорская складчатая область. Завершилось формирование фундамента Восточно-Европейской платформы. Активизация тектонических движений в прилегающих геосинклиналиях привела к оживлению магматической деятельности и в пределах платформы. Авлакогены начали заполняться не только осадочными, но и вулканогенными образованиями.

В конце венда авлакогены прекратили свое существование, платформа вступила в новую стадию развития – стадию синеклиз. В погружение втягивалась большая часть ее территории, за исключением щитов. Наиболее интенсивные прогибания захватили участки, прилегавшие к авлакогенам. В глубоких изолированных депрессиях (Московская синеклиза, Балтийская синеклиза) накапливались мощные осадочные толщи.

Начало палеозоя – начало плитной стадии развития платформы. Весь ранний палеозой и в раннем девоне на ее территории господствовал континентальный режим, платформа испытала всеобщее поднятие и регрессию моря. В среднем девоне началось постепенное наступление моря, вызванное значительными опусканиями в соседних геосинклиналиях. Дифференцированные тектонические движения сопровождались щелочно-ультраосновным и трапповым магматизмом. В девонских морях началось формирование рифовых построек.

Главные рифостроители: кораллы, строматопораты, криноидеи, водоросли. Энергично прогибалась и западная часть платформы. Не втянутыми в погружение остались крупные устойчивые блоки – Балтийский щит, Украинско-Воронежский палеошит, некоторые палеовыступы (современные своды) Волго-Уральской антеклизы. На Кольском полуострове происходило внедрение кольцевых интрузий щелочных пород (Ловозёрский, Хибинский и др. массивы).

В карбоне отмечалось дальнейшее развитие плитного пространства. Украинско-Воронежский палеошит распался на Украинский щит и Воронежский массив, в погружение была втянута вся Волго-Уральская антеклиза, расширились границы Мезенской, Московской и Балтийской синеклиз, которые слились в Русскую плиту. Главные прогибы имели ясно выраженную меридиональную ориентировку. Позднекаменноугольная эпоха характеризовалась медленными поднятиями, в результате которых море обмелело и в условиях жаркого сухого климата накапливались доломиты, гипсы, ангидриты.

В начале перми платформа унаследовала план каменноугольного периода. Во второй половине она испытала восходящие вертикальные движения, индуцированные орогеническими движениями в соседних геосинклиналях. На границе платформы с растущими горными сооружениями Урала заложился Предуральский краевой прогиб. В конце периода морские бассейны постепенно обмелели, а затем и полностью регрессировали. В таком положении платформа находилась до середины юры.

В мезозойскую и кайнозойскую эры платформа подвергалась активному влиянию Средиземноморской геосинклинали. Оно проявилось в субширотной ориентации молодых структур платформы и в направлении морских трансгрессий и регрессий. Новая волна морских трансгрессий захватила Восточно-Европейскую платформу с поздней юры до палеогена. Море захватывало южные и центральные ее районы. В палеогене и неогене эпохи трансгрессий и регрессий моря чередовались. В антропогене море регрессировало со всей территория платформы. Важная особенность периода – грандиозные эпохи оледенений. Тенденция к поднятию сохраняется на платформе и в настоящее время. Наиболее активно она проявляется в районе Балтийского щита – 2-5 см в год.

**Задание:** пользуясь литолого-палеогеографическими картами, построить для заданной структуры Восточно-Европейской платформы сводную литолого-стратиграфическую колонку. Для этого:

1. определить границы заданной структуры на тектонической карте Евразии;
2. определить положение заданной структуры на литолого-палеогеографических картах;

3. работая с литолого-палеогеографическими картами (4 тома), составить таблицу фактического материала по следующей форме:

Время	Палеогеографическая обстановка в пределах структуры	Характеристика пород	Мощность
1	2	3	4

4. построить сводную литолого-стратиграфическую колонку в масштабе, удобном для работы (высота колонки не должна превышать 50-60 см). Колонка строится в соответствии с принятой стандартной формой (см. ниже):

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Литологическая колонка	Мощность, м	Характеристика пород	Структурные ярусы
1	2	3	4	5	6	7	8

5. составить краткий реферат, отражающий основные особенности строения и развития заданной структуры. В реферате отразить следующие моменты:

- местоположение заданной структуры, ее границы;
- соотношение фундамента и осадочного чехла;
- строение осадочного чехла. При описании строения осадочного чехла отразить условия формирования каждого структурного яруса, выявить обстановки, благоприятные для формирования различных полезных ископаемых.
- для защиты лабораторной работы проработать по лекциям и рекомендованной литературе следующие вопросы:

1. Восточно-Европейская платформа, строение фундамента и осадочного чехла.
2. Стратотипические разрезы AR и PR<sub>1</sub>.
3. Структурные элементы платформы.
4. Основные этапы и стадии развития платформы.
5. Полезные ископаемые.

## **Лабораторная работа. Современная структура и история развития Сибирской платформы**

Сибирская платформа занимает огромную территорию междуречья Лены и Енисея и является одной из крупнейших структур земной коры.

**Структуры фундамента и осадочного чехла.** Основные структуры платформы – Алданский щит и Лено-Енисейская плита, в пределах которой фундамент обнажается на Анабарском массиве, Оленёкском и Шарыжалгайском поднятиях.

В составе Алданского щита выделяют Алданское эпиархейское ядро и нижнепротерозойский Становой пояс, окаймляющий это ядро с юга.

Алданская моноклинали – пологое погружение северо-западного склона щита. Максимальное погружение фундамента 1-1,5 км. Осадочный чехол сложен кембрийскими, ордовикскими и силурийскими породами.

В сводовой части Анабарского массива выходят на поверхность архейские кристаллические сланцы. В строении осадочного чехла принимают участие породы кембрия, а грабенах – карбона и перми. Северную часть массива осложняет Попигайская структура.

Анабарская антеклиза – крупный геоструктурный элемент плиты. Осадочный чехол сложен кембрийскими и ордовикскими отложениями.

Непско-Ботуобинская антеклиза – погребенное поднятие южной части Лено-Енисейской плиты. Чехол сложен породами рифея и палеозоя, в том числе и тунгусской серией. Антеклизу осложняют поднятия Непское, Пеледуйское, Чонское и др.

Тунгусская синеклиза – крупнейшая отрицательная структура, выполненная осадочно-вулканогенной толщей с рифея по триас включительно. Это древняя структура, имеющая унаследованное развитие.

Вилюйская синеклиза находится в юго-восточной части платформы. Выполнена палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями общей мощностью порядка 8 км. Наиболее активно данная структура развивалась в мезозое.

Саяно-Енисейская синеклиза (Бирюсинская) занимает пространство между Енисейским кряжем, Непско-Ботуобинской антеклизой и Ангаро-Ленским прогибом. Выполнена преимущественно палеозойскими отложениями. Синеклиза осложнена впадинами (Мурская, Долгомостовская, Канская и др.) и валами (Чунский, Братский и др.). Наиболее глубоко фундамент погружен в Канской впадине (до 8 км), имеющей грабенообразное строение.



Хатангский прогиб – структура, ограничивающая платформу с севера. В пределах прогиба фундамент платформы погружается на 10 и более км.

Приверхоянский и Лено-Анабарский прогибы, заложенные в меловое время, отделяют Сибирскую платформу от Верхояно-Чукотской горно-складчатой области. Они выполнены верхнепалеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями общей мощностью до 12 км.

Ангаро-Ленский прогиб, разделяющий плиту и Енисейско-Байкальскую область, выполнен отложениями рифея и нижнего палеозоя. В пределах Иркутской наложенной впадины в строении осадочного чехла принимают участие также отложения юры.

**Основные этапы геологического развития.** В геосинклинальную стадию развития Сибирская платформа вступила в архее. Беломорская складчатость, как и на Восточно-Европейской платформе, привела к отмиранию ряда океанических структур и появлению эпиархейских ядер. Проявившиеся в раннем протерозое ранне- и позднекарельская эпохи складчатости привели к закрытию геосинклинальных областей в теле будущей платформы и спаяли отдельные массивы в единый архейско-нижнепротерозойский фундамент.

В позднем протерозое в авлакогенах началось формирование осадочного чехла, платформа проходила авлакогеновую стадию развития. Осадконакопление сопровождалось интенсивной магматической деятельностью. В венде над рифейскими авлакогенами началось заложение крупных синеклиз. Формирование фундамента платформы завершилось в конце венда после присоединения на юге складчатой Енисейско-Байкальской области.

Раннепалеозойский этап знаменовался повсеместным погружением и широкой трансгрессией моря, которая захватила почти всю платформу, за исключением Алданского щита и Анабарского массива. На большей части территории накапливались морские терригенно-карбонатные осадки, а в пределах Ангаро-Ленского прогиба и в Вилюйской синеклизе – лагунные.

В конце ордовика море регрессировало в северном направлении, а в конце силура почти вся платформа испытала влияние активных восходящих движений, обусловленных орогенными каледонскими процессами в соседних геосинклиналиях.

В начале герцинского этапа волна опусканий вновь распространилась на платформе, особенно интенсивно на ее северной части. Усиление тектонических движений в девонское время сопровождалось довольно энергичным проявлением магматизма, охватившим различные структуры платформы. Началось формирование Тунгусской синеклизы, в пределах которой в условиях озерно-

болотного режима в карбоне и перми шло накопление мощных угленосных толщ. В юго-западной части заложилась Канская и Рыбинская впадины.

В триасе в ходе интенсивной магматической деятельности завершилось формирование тунгусской серии. Магматическая активизация происходила в три стадии:

- взрывную – накопление туфовой толщи;
- эффузивную – излияние лав;
- интрузивную – образование силлов, лакколитов, даек и жил.

Трубки взрыва, дайки и жилы, выполненные алмазонасными кимберлитами – эруптивной брекчией щелочно-ультраосновного состава – формировались в позднем палеозое-раннем мезозое. Установлены три главные фазы становления кимберлитовых тел: каменноугольная, средне-позднетриасовая, раннемеловая.

С началом юрского периода области погружения переместились в восточную часть платформы, которая подвергалась активному воздействию прилегающей мезозойской геосинклинали. На северо-востоке развивался Лено-Анабарский прогиб, на юге – грабенообразные впадины Канская и Рыбинская, в которых накапливались угленосные юрские и меловые отложения. Закрытие в конце мезозоя Верхоянской геосинклинали привело к образованию Предверхо-янского передового прогиба. С конца мела на платформе установилась тенденция к воздыманию.

Для кайнозойского этапа характерно преобладание восходящих движений. В палеогене почти вся территория платформы представляла собой сушу, где происходило формирование площадной коры выветривания. В неогене и в антропогене активность тектонических движений несколько возросла, образовался возвышенный и дифференцированный современный рельеф.

**Задание:** пользуясь литолого-палеогеографическими картами, геологической картой и схемой тектонического строения Евразии построить для Сибирской платформы геологический разрез по заданной линии. Для этого:

1. пользуясь «Геологической картой СССР», на полоске бумаги, соответствующей длине заданной линии, отметить границы геологических подразделений, тектонические нарушения, выходы магматических тел
2. на линии наметить 5-7 точек (населенные пункты, реки, точки пересечения линии разреза с меридианами и т. п.) с целью бурения в них скважин.
3. работая с литолого-палеогеографическими картами, составить таблицу фактического материала по следующей форме:

Время	Характеристика и мощность отложений по результатам опробования скважин						
	Скв.1	Скв.2	Скв.3	Скв.4	Скв.5	Скв.6	Скв.7
1	2	3	4	5	6	7	8

Мощности отложений объединить до отделов.

4. используя полученный фактический материал, построить разрез через платформу по заданной линии.
5. в каждой скважине показать литологический состав пород в виде колонки;
6. в каждом пласте выделить фации;
7. пользуясь «Тектонической картой Евразии», подписать структуры, пересекаемые заданной линией;
8. составить краткий реферат, отражающий особенности строения и развития структур, пересекаемых заданной линией. В реферате отразить следующие моменты:
  - соотношение фундамента и платформенного чехла в каждой из структур;
  - строение платформенного чехла. При описании строения платформенного чехла отразить условия формирования каждого структурного яруса; охарактеризовать выделенные фации и условия их формирования;
  - для защиты лабораторной работы проработать по лекциям и рекомендованной литературе следующие вопросы:
    1. Сибирская платформа, строение фундамента и осадочного чехла.
    2. Стратотипические разрезы AR и PR<sub>1</sub>.
    3. Структурные элементы платформы.
    4. Основные этапы и стадии развития платформы.
    5. Полезные ископаемые.

### **Лабораторная работа. Геологическое строение и история развития складчатых поясов**

**Урало-Монгольского складчатый пояс** – один из крупнейших подвижных поясов земной коры, пересекающий Азиатский континент и разделяющий Восточно-Европейскую, Сибирскую, Таримскую и Китайско-Корейскую древние платформы. На севере между Восточно-Европейской и Сибирской платформами пояс протягивается в долготном направлении (Урало-Сибирская ветвь), на юге – в широтном (Центрально-Азиатская ветвь), образуя коленообразный изгиб в районе Центрального Казахстана и Джунгарии. Основная часть пояса лежит в пределах РФ, остальная – в пределах Китая и Монголии. В этот

пояс входят следующие горные сооружения и хребты: Бырранга, Пай-Хой, Урал, Северный и Южный Тянь-Шань, Рудный, Монгольский и Гобийский Алтай, Кузнецкий Алатау, Западный и Восточный Саяны, Приморский и Байкальский хребты, Хамар-Дабан, Улан-Бургасы, Боргузинский, Яблоневый, Борщовочный хребты, Джагды, кряжи Тиманский, Салаирский и Енисейский; Казахский мелкосопочник. На территории пояса располагаются Западно-Сибирская равнина; пустынные и полупустынные районы Казахстана, Таймырский полуостров, острова Северной Земли, Новая Земля, Вайгач. Фундамент перечисленных сооружений байкальский, каледонский и герцинский.

### **История развития основных структур складчатого пояса**

**Печорская плита** образовалась в позднем протерозое в результате закрытия крайней северо-западной части Урало-Монгольской геосинклинали.

В раннем и в начале среднего рифея на территории Тимана располагалась мелководная часть морского бассейна. Наиболее глубоководная часть бассейна приходилась на территорию Печорской впадины. Осадконакопление преимущественно терригенно-карбонатное.

В конце среднего рифея произошла временная стабилизация тектонической обстановки, в отдельных районах сопровождавшаяся складчатыми движениями. С началом позднего рифея активность тектонических процессов снова увеличилась, что привело к дифференциации прогиба и обособлению структурно-формационных зон. Прогибание морского бассейна компенсировалось накоплением терригенных и карбонатных осадков и сопровождалось внедрением параллельных даек диабазов по разломам северо-западного простирания. В конце рифея появились острова, сложенные, в основном, вулканогенными образованиями. На склонах островов формировались мощные толщи строматолитовых известняков и доломитов (карбостромовая формация). Накопившиеся породы смяты в складки, разбиты системой глубинных разломов, на территории Печорской низменности прорваны гранитными интрузиями.

Венд ознаменовался тенденцией к воздыманию. С орогенной стадией развития связано образование молассоидных терригенных и грубообломочных вулкано-терригенных толщ.

Региональный перерыв между завершением формирования эпибайкальского складчатого фундамента и началом образования платформенного чехла на различных участках Тимано-Печорского региона составляет от 65 до 200 млн. лет. На Северном Тимане он включает кембрийский, ордовикский периоды, а на Среднем и Южном – силурийский период и раннедевонскую эпоху. В течение этого продолжительного времени Тиман находился выше уровня моря

и представлял собой область денудации, где с разной скоростью, в зависимости от состава выходящих на дневную поверхность пород, разрушался и выравнивался рельеф, под действием химического разложения формировались коры выветривания.

В Печорской впадине трансгрессия началась в тремадокский век. После длительного перерыва в начале века в морском бассейне накапливались кварцевые и олигомиктовые псаммиты с гравием и галькой, а в конце века – хорошо сортированные мономинеральные псаммиты. С аренигского века терригенное осадконакопление сменяется карбонатным, а в конце ордовика в разрезе появляются сульфаты.

На Тимане осадконакопление началось в лландоверийский век раннего силура. Трансгрессией была охвачена территория Северного Тимана, где на мелководье накапливались терригенно-карбонатные осадки.

К началу девона обстановка усложнилась. В раннем девоне осадконакопление шло в лагунах, дельтах рек и прибрежно-морских зонах, в среднем девоне – преимущественно в руслах и дельтах. В пределах Тиманского кряжа нижнедевонские отложения представлены терригенными породами с многочисленными отпечатками мягкотелых животных, чешуей рыб и растительным детритом. Силурийско-среднедевонские терригенно-карбонатные толщи Печорской синеклизы являются основными коллекторами нефти. На Среднем Тимане с грубообломочными терригенными породами среднего девона связаны проявления и месторождения золота, алмазов, титана, редких металлов. Отложения содержат обильные спорово-пыльцевые комплексы.

В позднедевонскую эпоху тектоническая активность еще более усиливается. Опускания, начавшиеся в начале франского века, сопровождались интенсивными вертикальными движениями, расколом земной коры с излиянием базальтов, внедрением даек и силлов диабазов и долеритов. Наиболее интенсивными вулканические процессы были в северной части Тиманской гряды. Базальтовая лава неоднократно изливалась на поверхность, следствием чего явилось формирование 3-5 мощных покровов базальтов. Полоса вулканической активности распространялась от Новой Земли на севере до района Сереговских дислокаций на юге. Во франском бассейне накапливались терригенные и карбонатные осадки, в меньшей степени – сернокислые (сульфаты). Небольшая глубина бассейна и тропический климат способствовали быстрому расселению и размножению различных организмов. В море жили радиолярии, губки, кораллы, пелециподы, моллюски, остракоды, ракообразные, беззамковые и замковые брахиоподы, мшанки, криноидеи, конодонты, водоросли.

В конце франского века море ушло с территории Тимана и на приподнятых участках, освободившихся от моря, начались процессы интенсивного химического выветривания в условиях влажного климата. Континентальный перерыв и процессы корообразования продолжались до карбона. В северных районах сформировались девонские, в южных – визейские бокситоносные коры выветривания.

В фаменском веке морская трансгрессия распространилась на территорию современного Среднего и Южного Тимана и в пределы восточного и западного склонов Северного Тимана. На восточном склоне Северного Тимана в условиях мелководья формировались терригенных, на западном – карбонатно-терригенные отложения.

В позднефаменское и раннетурнейское время в пределах Тиманской гряды преобладали поднятия. С конца турнейского века началось медленное опускание региона, и в среднем карбоне море достигло Балтийского щита. Весь Европейский Север представлял собой единый морской бассейн. Тиманская гряда орографически еще не была выражена, но, начиная с конца московского века, она представляла собой подводный барьер, разграничивающий морские бассейны Печорской и Мезенской синеклиз. В средне-позднекаменноугольное время преобладала карбонатная седиментация. Печорская синеклиза на протяжении всего карбона – арена формирования нефтегазоносных толщ.

В конце каменноугольного периода приблизительно с широты верховьев р. Печорская Пижма произошло осушение части морского бассейна с образованием лагун с сульфатной и эвапоритовой седиментацией.

В раннепермскую эпоху на территории Тимана преобладали поднятия. Осевая его часть являлась, по-видимому, островной зоной. На западном и восточном склонах и в Печорской синеклизе преобладало исключительно морское осадконакопление. Карбонатные образования нижней перми богаты фауной фузулинид и других беспозвоночных организмов.

В позднепермское время – новая трансгрессия. Западный склон Тимана и Печорская синеклиза – глубокий морской бассейн с накоплением терригенно-карбонатных осадков. Восточный склон Тимана был относительно приподнятым по отношению к западному. На восточном склоне в многочисленных лагунах и озерах шло формирование красноцветных терригенных образований.

С конца пермского периода для Тимана отмечается тенденция к воздыманию. Конец перми-начало триаса – время его самого высокого стояния, с чем связан региональный перерыв в осадконакоплении. Тектонические движения привели к нарушению первоначального залегания пород и образованию складчато-глыбовой структуры кряжа. Формирование отложений нижнего триаса

происходило исключительно в континентальной обстановке в условиях жаркого климата. На территории Печорской синеклизы продолжал существовать морской бассейн, но погружения значительно ослабли, и тенденция к ослаблению сохранялась на протяжении всего мезозоя.

На протяжении среднего и позднего триаса и в раннеюрскую эпоху осадконакопления на Тимане не происходило. Он находился выше уровня моря и представлял собой арену проявления активных тектонических движений, создававших его современный структурный облик.

В середине средней юры процесс седиментации возобновился. Морская трансгрессия достигла Тимана и на его месте образовалась серия Тиманских островов, служивших областями сноса обломочного материала. Такой структурный план сохранялся до конца раннего мела. Среднеюрские-нижнемеловые терригенно-карбонатные породы, залегавшие горизонтально на подстилающих более древних отложениях, развивались на обширных пространствах. В пределах Тиманского кряжа в результате его общего эпейрогенического поднятия в кайнозойе они были размыты и сохранились лишь на склонах и в отдельных впадинах.

С конца раннего мела и до настоящего времени на территории Тимано-Печорского региона господствует континентальный режим.

В пределах **Енисейско-Байкальской горно-складчатой области** геосинклинальный режим во внешних зонах завершился в конце рифея, в во внутренних зонах – в конце раннего кембрия.

**Алтае-Саянская горно-складчатая область** в докембрии входила в состав Палеоазиатского океана и была выражена системой вулканических дуг, окаймляющих Сибирскую платформу с юго-запада. В рифее в ее пределах существовала обширная геосинклиналь с мощным, но разновременным подводным вулканизмом. Такой режим сохранялся и в раннем кембрии. С кембрийским вулканизмом тесно связаны пояса гипербазитов, локализующиеся в зонах развития зеленокаменных пород и глубинных разломов.

В среднем кембрии проявилась раннекаледонская (салаирская) фаза складчатости, накопившиеся геосинклинальные комплексы были смяты в складки. Наличие мощных грубообломочных толщ свидетельствует о значительной силе горообразовательных процессов. С раннекаледонской фазой закончилось геосинклинальное развитие в Кузнецком Алатау, Горной Шории и частично Туве.

В конце силура (позднекаледонская фаза) в результате энергичных складкообразовательных движений и мощного интрузивного магматизма завершился геосинклинальный режим в восточной части Алтае-Саянской области – в пределах Тувинского поднятия и в Западных Саянах.

С раннего девона начался новый этап развития Алтае-Саянских каледонид. Обширные участки оказались раздробленными и опущенными, в результате чего сформировались крупные межгорные впадины. Внутри впадин развивались брахиформные, корытообразные и сундучные складки, являющиеся следствием глыбовых подвижек фундамента. В пределах Горного, Рудного Алтая и Салаира продолжал существовать геосинклинальный режим.

В Горном Алтае и на Салаире геосинклинальное развитие закончилось только к началу позднего девона, что позволяет считать их раннегерцинскими складчатymi сооружениями. В то же время в Рудном Алтае имели место дифференцированные опускания и накапливались чрезвычайно пестрые по составу и изменчивые по мощности вулканогенно-осадочные образования. Складчатость и поднятие, обусловленные судетской фазой, произошли здесь в конце раннего-начале среднего карбона. В конце карбона-начале перми на данных территориях шло интенсивное заполнение межгорных впадин, которые развивались либо унаследовано, либо носили наложенный характер. К позднекаменноугольной и, возможно, раннепермской эпохам относится внедрение трех главных комплексов гранитоидов Рудного Алтая: змеиногорского, лениногорского, калбинского.

В мезозое на территории Алтае-Саянской области продолжал существовать платформенный режим, установившийся в конце позднего палеозоя. В юре возросла тектоническая активность глыбовых движений, усиливших контраст между поднятиями и межгорными впадинами. Во впадинах шло накопление бурых углей

В кайнозое территория каледонских и герцинских сооружений Алтае-Саян была вовлечена в энергичные дифференцированные тектонические поднятия, которые и сформировали современный горный рельеф. Тектонические движения продолжаются до настоящего времени, на что указывает довольно высокая сейсмическая активность территории, возрастающая с северо-запада на юго-восток.

**Центрально-Казахстанская горно-складчатая область** в докембрии также входила в состав Палеоазиатского океана. В венде и кембрии по ее территории проходила система срединно-океанических хребтов, положение которых фиксируется по офиолитовым телам. В конце кембрия восточная часть Центрального Казахстана была ареной андезит-базальтовых лав.

В конце силура в результате энергичных складкообразовательных движений и мощного интрузивного магматизма геосинклинальный режим в пределах данной структуры завершился.

В позднем палеозое территория испытала интенсивные глыбовые движения, отражающие тектоническую активность смежных геосинклиналей. В это



же время заложился ряд крупных межгорных впадин (Тенгизская, Джекказганская, Карагандинская и др.).

В мезозое структуры Казахстана испытали восходящие тектонические движения, на что указывают перерывы в осадконакоплении и локальное распространение отложений юры и мела.

В кайнозое тенденция к воздыманию сохранилась. Особенно она усилилась в начале неогенового периода. Сформировались молодые наложенные впадины типа Илийской.

**Урало-Новоземельская горноскладчатая область** включает Уральскую и Пайхойско-Новоземельскую области и Предуральский краевой прогиб.

Уральская горноскладчатая область. Уральская геосинклиналь заложилась в рифее на раздробленном эпикарельском основании. В венде после интенсивных опусканий начались поднятия, усилившиеся в кембрии. Почти вся территория Урала за исключением некоторых районов была сушей. Байкальская складчатость завершила формирование комплекса, который именуется как комплекс доуралид, включающий доордовикские толщи.

В ордовике произошло разделение Урала на две структурно-формационные зоны – Западную и Восточную. Наиболее полное геосинклинальное развитие проявилось в Восточной зоне. Энергичные прогибания в пределах Тагильского и Магнитогорского синклиналиев сопровождались щелочным магматизмом – знаменитые щелочные интрузии Ильменских гор.

Процесс формирования многокилометровых, преимущественно вулканогенных толщ силура-девона был многостадийным и сложным. Наряду с внедрением гипербазитовых массивов, приуроченных к зонам глубинных разломов, происходило излияние кислых и основных лав. В девоне наметилась тенденция к воздыманию. На это указывает появление в разрезах граувакковых, местами флишоидных песчаников, сформированных за счет размыва внутренних поднятий, сложенных основными эффузивами. К концу девона вулканическая деятельность пошла на убыль.

В раннем и среднем карбоне осадконакопление продолжалось, особенно интенсивно оно происходило в Западной зоне. В конце карбона, а в ряде мест и в среднем карбоне, осадконакопление сменилось складчатостью и горообразованием. На месте Уральской геосинклинали образовалась Уральская горноскладчатая область. В конце палеозоя гранитоидным магматизмом была охвачена и Восточная зона. Внедрение крупных интрузий гранитов еще больше усложнило рельеф и структуру Урала.

В триасовый и юрский периоды Урал претерпел блоковые вертикальные движения, началось формирование грабенов. В течение мелового и палеогенового периодов происходила эрозионная нивелировка горных сооружений Урала и образование коры выветривания. В конце палеогена в погружения была втянута восточная окраина Урала, куда проник мелководный морской бассейн. В неогене в результате альпийской складчатости Урал снова испытал энергичные поднятия, вызвавшие обновление горного рельефа. Этот рельеф сохранился до наших дней.

Пайхойско-Новоземельская горноскладчатая область. Пайхойско-Новоземельская геосинклиналь заложилась на архейско-протерозойском основании. На протяжении кембрия и ордовика интенсивные опускания компенсировались осадконакоплением. Ордовик знаменовался незначительной по масштабам вулканической деятельностью. В силуре на развитии области сказалось влияние Грампианской геосинклинали, орогенические движения в которой вызвали поднятие ее отдельных участков. В пониженных участках рельефа накапливались грубые осадки, привнесенные с запада. В конце силура-начале девона Пайхойско-Новоземельская область приобрела черты сходства с Западной зоной Урала.

В начале девонского периода вся ее территория была вновь втянута в погружение, накопление осадков сопровождалось основным магматизмом. К концу девона по глубинному разлому архипелаг Новая Земля разделился на две зоны: западную и восточную. В пределах западной более опущенной зоны накапливались преимущественно карбонатные осадки, в восточной – терригенные. В карбоне вся территория Пайхойско-Новоземельской области испытала поднятие и горообразование.

Предуральский краевой прогиб заложился в среднем карбоне, на большей его части развитие завершилось в поздней перми, в некоторых районах – в раннем триасе. Прогиб резко асимметричен. Отложения восточной (внутренней) части смяты в узкие складки линейного типа, часто опрокинутые на запад. В западном направлении складчатость затухает. В районах развития соленосных толщ развиты диапировые складки и соляные купола. Глубина прогиба на севере не превышает 3 км, на юге возрастает до 9 км.

**Западно-Сибирская эпипалеозойская плита.** Территория плиты в палеозое входила в состав Уральской геосинклинали. Пространства между Восточно-Европейской и Сибирской платформами были осложнены массивами, ставшими в последствии байкальскими блоками в структуре фундамента. В раннем палеозое орогенические движения, охватившие территорию Казахстана, вызвали поднятия и складчатость южной окраины плиты. Герцинская складчатость завершила формирование фундамента. На приподнятых участках началось формирование кор выветривания.

С триасового времени начали развиваться рифты (тафрогены), продолжившие свое частичное проявление и в раннеюрскую эпоху. Развитие рифтов сопровождалось излияниями основной лавы. В среднеюрскую эпоху на всей территории установилась плитная стадия развития. Над тафрогенами развивались синеклизы, прогибы, впадины. В средне-позднеюрское время плита испытала значительное погружение и региональную трансгрессию. В конце юры море отступило с южной окраины плиты, где начали формироваться коры выветривания.

Новая волна трансгрессий пришлась на середину позднего мела. Мелководный морской бассейн занял всю территорию плиты и существовал вплоть до середины олигоцена. В середине олигоцена море покинуло территорию плиты, наметилась региональная регрессия, которая неоднократно прерывалась морскими трансгрессиями в антропогеновый период. В антропогене мощные ледники проникли в пределы плиты, но далеко на юг они не зашли, о чем свидетельствует широкое развитие во внеледниковой зоне озерных и аллювиальных отложений. Ледники подпруживали текущие на север реки, вызывая заболачивание обширных территорий в средней части низменности.

В настоящее время северная и центральная части плиты продолжают опускаться, на что указывает прогрессивное развитие болот и огромные эстуарии рек.

**Монголо-Охотская область** в докембрии и палеозое входила в состав Урало-Монгольского геосинклинального пояса. В конце раннего кембрия и в среднем кембрии произошла интенсивная складчатость, на складчатом основании заложилась прогибы, в которых, вплоть до карбона, шло накопление типичных геосинклинальных формаций. Осадконакопление сопровождалось интенсивным подводным вулканизмом. Завершающую складчатость и внедрение гранитоидных интрузий Монголо-Охотская область испытала в конце карбона. Следовательно, в ее «основании» лежит герцинский складчатый фундамент, насыщенный разновозрастными интрузиями.

В пермское время восточная часть области испытала погружение и трансгрессию моря с северо-востока и востока. Здесь развиты морские пермские отложения. На остальной территории происходила нивелировка горного рельефа, шло формирование мощных моласс, заполнявших впадины того времени. В триасе и юре трансгрессия вновь возобновилась. В триасе море достигло наиболее западных районов, но в дальнейшем последовательно и непрерывно отступало на восток. В триасе и юре накапливались мощные песчано-алевроглинистые толщи в условиях платформенного режима. На территории, примыкающей к Амуру, эти отложения смяты в линейные складки, что говорит о возобновлении активных тектонических движений. Здесь тектоническая

активность проявилась трижды: в позднем триасе, средней юре и начале мела. На рубеж средней и поздней юры приходится основная магматическая деятельность – внедрение многочисленных интрузий гранитов, на начало мела – эффузивная – формирование покровов липаритов, дацитов и андезитов. Новая активизация тектонических движений, проявившаяся в позднем мелу, привела к интенсивным подвижкам по разломам, существенным образом переработала герцинскую структуру Монголо-Охотской области. Произошло обновление горного рельефа и формирование новых межгорных впадин. Извержения базальтов и трахибазальтов происходили и в неоген-антропогеновое время.

**Тихоокеанский пояс** – подвижный пояс земной коры, окружающий центральную часть Тихого океана в виде почти сплошного кольца глубоководных желобов, островных дуг, окраинных морей, складчатых систем. На территории СНГ в составе пояса выделяют следующие структуры: Верхояно-Чукотскую и Сихотэ-Алиньскую складчатые области, Сахалин, Командорские острова, Курильские острова, Корякско-Камчатскую зону.

**Верхояно-Чукотская горноскладчатая область.** Развитие Верхояно-Чукотской геосинклинали происходило в палеозое на раздробленном древнем основании. В конце раннего карбона многие районы испытали поднятия, о чем свидетельствует наличие в составе чехла массивов континентальных образований (Колымский, Охотский, Омолонский и др.). Начиная с середины карбона наметилась тенденция к опусканию: закладываются своеобразные геосинклинальные прогибы, в которых начинает формироваться терригенный собственно верхоянский комплекс. Зоны осадконакопления постоянно мигрировали с запада на восток.

Орогенические движения на территории области начались в поздней юре, перед фронтом горного Верхоянского сооружения заложился Предверхоянский краевой прогиб, образовался ряд наложенных межгорных впадин. Горообразовательные процессы сопровождалась интенсивным магматизмом. В позднем мелу и в палеогене тектонические движения заметно ослабли, наступило время выравнивания рельефа, резко уменьшились области осадконакопления. В неоген-антропогеновое время тенденция к воздыманию возобновилась, сказалось влияние смежной Восточно-Азиатской геосинклинали. Образовались горные хребты и впадины. Современный рельеф был создан именно этими сводово-глыбовыми движениями, продолжающимися и в новейшее время.

**Сихотэ-Алиньская горно-складчатая область.** Сихотэ-Алиньская геосинклиналь заложилась в силуре на протерозойско-нижнекембрийском основании и развивалась на протяжении позднего палеозоя. Развитие геосинклинали прерывалось герцинской складчатостью. Интенсивная складчатость, проявив-

шаяся на юге области в предпозднетриасовое и частично в раннеюрское время, не привела к образованию законченных структур. Окончательное завершение геосинклинального режима приходится лишь на конец раннего-середины позднего мела. С конца мела вплоть до миоцена на территории области господствовал орогенный режим. В формировании ее современной структуры важную роль играли складчато-глыбовые движения. По глубинным разломам, служащим границами всех структурных элементов, происходило интенсивное излияние лав. В кайнозое закладывались и развивались впадины и прогибы.

**Корякско-Камчатская зона, Курильские острова, Командорские острова, остров Сахалин** – составные части Восточно-Азиатской геосинклинали. Их геосинклинальное развитие неоднократно прерывалось каледонским, герцинским и мезозойским орогенезами. Заложение складчатых структур началось в позднем мелу. Наиболее активная тектоническая деятельность приходится на конец мела-начало палеогена и на рубеж антропогенного периода. Однако, формирования законченных структур, типичных для орогена, не произошло. Здесь и в настоящее время продолжаются активные прогибания, сопровождаемые осадконакоплением. Камчатка, Курильские острова, Сахалин – районы с действующими вулканами и землетрясениями. Вулканы тяготеют к поперечным зонам интенсивного современного дробления земной коры, морфологически выраженным областями опускания.

**Средиземноморский пояс** протягивается в широтном направлении от Атлантического океана к Тихому. Структуры пояса: Крым, Восточные Карпаты, Кавказ, Копетдаг, Скифско-Туранская плита и др.

**Складчатая область Кавказа.** В структуре Кавказа выделяют с севера на юг следующие продольные зоны: мегаантиклинории Большого и Малого Кавказа и Рионо-Курильская зона межгорных прогибов.

Большой Кавказ – линейная складчатая система субширотного простирания с четко выраженным зональным строением и поперечной асимметрией. На северном крыле развиты моноклиналильные и пологоскладчатые юрские, меловые и палеогеновые мелководно-морские терригенно-карбонатные породы; на южном – кристаллические сланцы и гнейсы, вмещающие крупные тела позднепалеозойских гранитов. Осевая зона образована двумя горстовыми поднятиями палеозоя – Передовым и Главным, разделенными узкой депрессией. В строении нижней части Передового хребта принимают участие карбонаты, сланцы, вулканиты и офиолиты; покровные пластины, несколько смещенные к северу, выполнены верхнепалеозойскими молассами. Зона Главного хребта надвинута к югу на узкую зону южного склона, выполненную ниже-среднеюрской сланцевой формацией. Де-

прессия между поднятиями заполнена ниже-среднеюрскими аргиллитами. В зоне южного склона распространена мощная флишевая формация верхней юры-нижнего палеогена, обладающая изоклинально-чешуйчатой и покровной структурой с общим движением масс к югу. Вдоль северного подножия Большого Кавказа протягивается прерывистая полоса прогибов (Западно-Кубанский, Терско-Каспийский и др.), выполненных олигоцен-четвертичными молассаами, частично наложенных на северное крыло. Вулканическая деятельность продолжалась до голоцена – вулканы Эльбрус, Казбек и др.

Территорию к югу от Большого Кавказа до наступления орогенного этапа (до олигоцена) занимал Закавказский срединный массив с фундаментом, сложенным метаморфическими сланцами верхов докембрия-низов палеозоя. В палеозое и триасе северная часть массива испытала поднятие, а в юре - погружение. Большая его часть была покрыта мелким морем и стала ареной вулканической деятельности. В конце средней юры трансгрессия сменилась регрессией, на западе массива в отдельных впадинах началось накопление угленосных толщ, грубообломочных красноцветов и солей. Осадконакопление сопровождалось внедрением интрузий гранитоидов и излиянием щелочных базальтов.

Новая трансгрессия наступила в раннем мелу. В олигоцене, с началом горообразования, в пределах массива возникли сначала узкие впадины, а к позднему миоцену они слились в крупные прогибы – Рионский и Куринский, разделенные Дзирульским поднятием. Прогибы заполнялись грубыми континентальными молассаами. С этого же времени прогибы были подвергнуты складчато-глыбовым деформациям, распространившимся со стороны Большого Кавказа, которые продолжаются и в настоящее время. Южная часть Закавказского массива на альпийском орогенном этапе была вовлечена в поднятие Малого Кавказа.

**Скифская эпипалеозойская плита** образовалась в палеозое-начале мезозоя в результате закрытия отдельных областей Средиземноморской геосинклинали. Позднегерцинская складчатость привела к образованию на большей части плиты горно-складчатых сооружений, которые в перми-начале триаса подвергались денудации и нивелированию. Континентальные красноцветные обломочные образования заполняли узкие грабенообразные прогибы – тафрогены. В пределах же Ейско-Березанской зоны на протяжении триаса-средней юры оставался геосинклинальный режим, осадконакопление сопровождалось эффективным вулканизмом.

Плитная стадия сменила тафрогенную в триасе, в Ейско-Березанской зоне поднятий – в поздней юре. Дальнейшая история развития плиты – чередование длительных эпох погружения и кратковременных эпох поднятия, трансгрессий и регрессий. С последней плиоцен-антропогеновой регрессией связано формирование современного рельефа территории.

**Задание:** пользуясь литолого-палеогеографическими картами и тектонической картой Евразии, построить для любого из поясов литолого-формационную схему по заданной преподавателем линии. Для этого:

1. создать основу для построения литолого-формационной схемы:

Время	Структура	Формации	Структура	формации	Структура	формации
N <sub>2</sub>						
N <sub>1</sub>						
V						
R <sub>3</sub>						
R <sub>2</sub>						
R <sub>1</sub>						

Мощности отложений объединить до отделов.

2. работая с атласами, восстановить для каждой из пересекаемых структур время осадконакопления, перерывов в осадконакоплении и складкообразования;
3. для каждой структуры определить время накопления геосинклинальных, орогенных и платформенных формаций;
4. составить краткий реферат, отражающий особенности строения и развития каждой структуры. В реферате отразить следующие моменты:
  - соотношение фундамента и платформенного чехла; литологический состав формаций, слагающих фундамент и осадочный чехол.
  - строение платформенного чехла. При описании строения платформенного чехла отразить условия формирования каждого структурного яруса; охарактеризовать выделенные формации и условия их формирования; выделить эпохи, благоприятные для формирования месторождений различных полезных ископаемых;
  - для защиты лабораторной работы проработать по лекциям и рекомендованной литературе следующие вопросы:
    1. Тектоническое районирование Урало-Монгольского складчатого пояса.
    2. Тимано-Печорская плита, особенности состава и строения комплексов, ее слагающих. Основные структуры фундамента и осадочного чехла.
    3. Западно-Сибирская плита, особенности состава и строения комплексов, ее слагающих. Основные структуры фундамента и осадочного чехла.

4. Алтае-Саянская область, особенности состава и строения комплексов, ее слагающих. Основные структуры фундамента и осадочного чехла. Основные этапы и стадии развития платформы.
5. Казахская область, особенности состава и строения комплексов, ее слагающих. Основные структуры фундамента и осадочного чехла.
6. Монголо-Охотская область, особенности состава и строения комплексов, ее слагающих. Основные структуры фундамента и осадочного чехла.
7. Тектоническое районирование Тихоокеанского и Средиземноморского поясов, основные структуры, их строение и история развития.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Бакулина Л. П. Составление схемы региональной тектоники территории СНГ [Текст] : метод. указания для выполнения лабораторных работ по региональной геологии / Л. П. Бакулина. – Ухта : УГТУ, 2010. – 31 с.
2. Гаврилов В. П. Общая и региональная геотектоника / В. П. Гаврилов. – М. : Недра, 1986. – 270 с.
3. Муратов М. В. Происхождение материков и океанических впадин / М. В. Муратов. – М. : Наука, 1975. – 176 с.
4. Тектоника континентов и океанов / Объяснительная записка к международной тектонической карте мира масштаба 1 : 15000000. – М. : Наука, 1988. – 248 с.
5. Хаин В. Е. Общая геотектоника / В. Е. Хаин. – М. : Недра, 1973. – 217 с.