

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Сибирский федеральный университет»

Цыкин Ростислав Алексеевич  
Сазонов Анатолий Максимович  
Прокатень Елена Вячеславовна

**ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Красноярск 2008

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие сведения.	3
2. Общая характеристика дисциплины	4
3. Компетентностный подход при преподавании дисциплины	6
4. Связь с другими дисциплинами	15
5. Структура дисциплины	18
6. Структура и методика преподавания теоретического курса	22
7. Структура и методика преподавания лабораторного практикума	32
8. Структура и методика проведения самостоятельной работы студентов	45
9. Реализация графика учебного процесса и самостоятельной работы	58
10. Обоснование распределения трудоемкости модулей и видов	58
11. Литература и информационные источники	61
12. Методика проведения промежуточной и итоговой аттестаций дисциплины	63

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Дисциплина «геотектоника и геодинамика» относится к числу основополагающих специальных дисциплин для студентов по направлению 130300 – Прикладная геология. В соответствии с рабочей программой специальности 130000 – Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых дисциплину преподают на кафедре Геологии, минералогии и петрографии в VIII семестре обучения, но при реорганизации учебного процесса возможен перенос ее на более ранние сроки. Ввиду фундаментального характера получаемых знаний, умений и навыков сокращение лекционного курса и лабораторного практикума допустить нельзя, так как это скажется на качестве профессиональной подготовки студентов. В процессе производственной деятельности выпускники будут использовать полученные знания в самых разных проектах, а именно при поисках месторождений твердых полезных ископаемых, при выполнении поисково-оценочных работ на выявленных объектах, при проведении геолого-экономической оценки месторождений, а также при разработке проекта горнорудного предприятия. Большую важность будут иметь полученные в вузе знания для тех, кто будет трудиться в проектных и научно-исследовательских учреждениях или выберет для себя карьеру научного работника. Естественно, что полученные в процессе освоения дисциплины знания необходимо углублять и развивать. Для этого существуют широкие возможности, для реализации которых потребуются целеустремленность, настойчивость и творческий подход к способам углубления профессиональных знаний. Полученные в процессе обучения навыки поиска и использования образовательного ресурса позволяют выпускникам совершенствоваться в вопросах тектонического анализа и повышать свою деловую квалификацию.

Геотектоника и ее ветвь геодинамика играют особую роль в системе наук о Земле. Предпосылкой образования на плане биосферы и возникшей из нее неосферы явились её уникальные особенности – наличие кислородно-азотной атмосферы и гидросферы, являющиеся продуктами дегазации внутренних геосфер. Последние уникальны для планет Солнечной системы. Например, ни на спутнике планеты Луне, ни на других планетах земной группы нет столь эволюционно продвинутых оболочек, как осадочная и гранитно-метаморфическая. Первая содержит важнейшие для промышленности месторождения угля, углеводородов, карбонатного сырья, руд железа, марганца, алюминия и других. Вторая является первоисточником жизненно важных для цивилизации металлов – железа, титана, хрома, меди, свинца, цинка, бериллия, золота, платины, урана и многих других. Геологическое развитие Земли, системно трактуемое геотектоникой, подготовило для людей на каждой ступени их восхождения к вершинам цивилизации необходимые энергетические ресурсы – сначала древесину, потом уголь, далее нефть, газ и уран. Человече-

ство находится в ожидании вовлечения в сферу потребления неиссякаемого источника энергии – водорода, сосредоточенного в гидросфере и земной коре. Внутреннее тепло Земли также начинает все шире использоваться энергетикой. Закономерности его распределения в ближайших недрах раскрываются геотектоникой, в частности, ее отраслью – физикой Земли.

Уникальные условия Земли обусловлены рядом космических факторов, а именно расстоянием от Солнца, размерами планеты и наличием Луны. Геологическое развитие нашей планеты протекло как под воздействием космических, так и планетных факторов. Где-то на рубеже 4 млрд. лет появились своеобразные шлаки магматического океана – зародыши континентальных массивов. На рубеже 3,5 млрд. лет возникла жизнь, явившаяся важнейшим фактором геологической эволюции. С другой стороны, наличие горячих недр с явлениями вулканизма, поставляющего в атмосферу углекислый газ, явилось условием поддержания и экспансии жизни. На протяжении около 2 млрд. лет жизни планеты структурообразование в земной коре обеспечивалось тектоникой литосферных плит – предметом геодинамики. Специфика геодинамики Земли обусловлена ее взаимодействием со спутником – Луной. Приливное действие Луны создает основную движущую силу для перемещения плит. Действие геодинамического конвейера, а именно рождение новой коры в океанских рифтах и поглощение старой в зонах субдукции приводит к удалению в мантию больших количеств воды и углекислого газа, обеспечивая поддержания основных параметров гидросферы и атмосферы.

В целом, дисциплина вооружает студентов пониманием ведущих факторов функционирования Земли, являющейся колыбелью человечества.

## **2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ**

Геотектоника – наука Геологического цикла, обособившаяся от динамической геологии на рубеже XX в. В современном понимании это наука о строении, движениях и деформациях земной коры в ходе развития планеты. Под строением (структурной) подразумевается распределение тел горных пород, их ассоциаций и ансамблей (геокомплексов). Движения земной коры выражаются во взаимных перемещениях геологических тел в пространстве в масштабах геологического времени под воздействием внутриземных и космических сил. Изменения формы и состава тел именуют деформациями. Энергетические источники тектонических движений и деформаций находятся в мантии. В ее верхней части расположен прерывистый (линзовидный) слой пластического вещества, именуемый астеносферой. По этому слою происходят перемещения вышележащих слоев, составляющих литосферу. Она разделена на плиты разных размеров, которые осуществляют перемещения по земному шару. Наряду с преимущественно горизонтальными перемещениями

(дрейфом), плиты испытывают и вертикальные перемещения, особенно в местах поддвига одной плиты под другую. Здесь происходят наиболее значительные деформации плит и формируются магматические горные породы. Движение плит по астеносфере обусловлено более глубинными источниками энергии, возникающими в основании мантии на глубине около 2900 км от земной поверхности. Передача тепловой энергии осуществляется частично кондуктивно, но большей частью за счет конвекции – системы циркуляций, возникающих в твердом веществе с прочностью стали в масштабах геологического времени, где единицей отсчета служит один миллион лет. Именно конвекция обеспечивает не только движение плит, но и отвод тепла, предотвращая перегрев и расплавление и самой мантии, и земной коры.

Геотектоника в создании теоретических оснований используют все достижения геологии, а именно результаты геологического картирования, изучения строения и минерального состава месторождений твердых полезных ископаемых, а также нефти, газа и минеральных вод. Но картирование и буровые методы охватывают лишь ближние недра до глубины максимум 10-12,5 км. Знания о более глубоких слоях земной коры, литосфере, астеносфере, мантии в целом и ядра добывают методами геофизики, главным образом, сейсмологии. В последнее время совершенствуются методики сейсмической томографии, позволяющие оценить неравномерность распределения плотности мантийного вещества, которая определяется температурой. Эта методика подтверждает существование общемантийной конвекции. Кроме того, она показала реальность однонаправленных (адвективных) перемещений крупных масс мантийного вещества, ответственных за развитие внутримантийных тектонических структур.

Развитие геотектоники с учетом положений учения о литосферных плитах нашло выражение в создании геодинамики – системы представлений о движениях и деформациях литосферных плит и о внутриплитных процессах, порождающих специфические структуры и месторождения ценного минерального сырья. В геодинамике широко применяют физическое и математическое моделирование, в результате чего трактуют о вероятных минеральных формах вещества на разных глубинах мантии и ядра.

Геотектоника состоит из нескольких разделов, важнейшие из которых могут рассматриваться как самостоятельные дисциплины со своими основаниями, методиками и достижениями, имеющими прикладное значение. Первый раздел – это морфологическая тектоника (структурная геология). Исторически это наиболее старая часть дисциплины, активно развивающаяся с конца XIX в. Другой раздел – это региональная геотектоника, которая занимается генерализацией данных о строении земной коры в геолого-географических регионах, странах, континентах, морях и океанах. Эти данные находят отражение в атласах, монографиях и другой книжной продукции, необходимых для специалистов, планирующих органов и администраций. Третий раздел – историческая геотектоника, занимающаяся ретросказанием

структурообразования, цикличности развития внутренних геосфер и слоев земной коры во взаимодействии с внешними сферами и Космосом. В этот раздел входит составной частью неотектоника, рассматривающая структурообразование на протяжении последних 60-40 млн. лет геологической истории. Она использует специфические методы исследования и приобретает все большее значение для оценки инженерно-геологических свойств, качественной характеристики геологического пространства при проектировании сооружений и предприятий государственного значения. Еще один раздел в настоящее время претерпевает реструктуризацию. Этот раздел, именуемый в руководствах, динамической геотектоникой, физикой Земли, тектонофизикой и геодинамикой. Развивающие их ученые и научные коллективы базируются на разных парадигмах и неоднозначно трактуют физические, термодинамические и геологические процессы настоящего и прошлого земной коры и планеты в целом. Развитие наук Геологического цикла, методов исследования, физического и математического моделирования будут иметь следствием их сближение и слияние.

Геотектоника составляет теоретический фундамент всей геологии и формирует у изучивших ее основы молодых, продвинутых специалистов и ученых важнейшие теоретические положения о земной коре и Земле. Но она имеет и прикладное значение. Во-первых, тектонический анализ необходим при поисках месторождений полезных ископаемых, так как выяснение режимов и этапов структурообразования позволит высказать соображения о ресурсном потенциале площади. Во-вторых, данные изучения новейших движений и сейсмичности должны учитываться при выборе площадок и типов сооружений федерального и областного (краевого) значения. В-третьих, тектонические карты и схемы необходимы при разработке планов природопользования.

### **3. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

В действующем Государственном образовательном стандарте специальности СД 12 по направлению 130300 «Прикладная геология» дисциплина «Геотектоника и геодинамика» должна раскрывать представления о строении тектоносферы Земли, о тектонической периодизации истории Земли, о связи тектонических, магматических и седиментационных процессов, раскрыть типы тектонических движений и методы их изучения, обсудить фиксистские и мобилистские модели строения и эволюции земной коры, рассмотреть крупнейшие структуры материков (кратоны, подвижные пояса со сравнительной характеристикой их); структуры океанов и их окраин, геодинамические процессы и модели; тектонические и геодинамические карты. В соответствии с

ГОС построен учебный процесс в течение одного семестра, о чем свидетельствует приводимая таблица 1.

Таблица 1

Реализация Государственного образовательного стандарта в комплекте методического обеспечения дисциплины

Требования ГОС	Лекционный курс (номер лекции)	Лабораторные работы (номер работы)	Самостоятельная работа студентов (номер темы)
1	2	3	4
Строение тектоносферы Земли	2	6	2,4
Тектоническая периодизация истории Земли	11		10,11
Связь тектонических магматических и седиментационных процессов	6,7,8,9	3	2,4,6,7,8
Типы тектонических движений и методы изучения	2,3,4	1,2,3	3
Фиксистские и мобилистские модели строения и эволюции земной коры	6,7,14		12
Крупнейшие структуры материков	6,7,8	6	6,7,8
Структуры океанов и их окраин	5	6	5
Геодинамические процессы и модели	15		13
Геотектонические карты	12	4,5	9
Геодинамические карты	12,15	4	14

При подготовке комплекта методического обеспечения выдержаны принципы последовательности раскрытия кардинальных вопросов, систематичности изложения, историчности, периодичности и завершенности. Конкретизация тем лекций, лабораторных работ и тем самостоятельной работы во многом определяется предусмотренным рабочим учебным планом объемом аудиторной и внеаудиторной нагрузки. Заметим, что в Московском и Санкт-Петербургском университетах по данной дисциплине выделено, примерно, в 1,5 раза больше часов.

В результате преподавания дисциплины студенты приобретают компетенции разного рода, перечень которых обсужден на кафедре, основываясь на многолетнем опыте преподавания (табл. 2).

Таблица 2

Перечень приобретаемых компетенций

№ п/п	Компетенции
1	2
<b>Социальные</b>	
1	Способность самостоятельно получать и углублять новые знания
2	Умение работать в коллективе
3	Развитие навыков творческой и деловой активности
<b>Инструментальные</b>	
4	Умение находить и анализировать информацию в специальной литературе
5	Владеть знаниями иностранного языка для использования информации, опубликованных в зарубежных журналах и книгах
6	Умение использовать изданные и фондовые геологические карты, извлекать и использовать информацию в сети Internet
7	Освоить ГИС-технологии обработки геологической информации
8	Овладевать методикой позиционирования на местности с помощью навигаторов JPS
9	Владеть методикой оценки напряженного состояния массивов горных пород
<b>Общепрофессиональные</b>	
10	Умение составлять тектонические карты на основе геологических, геофизических, космогеологических карт
11	Освоить приёмы распознавания складчатых, разрывных и инъективных структур на местности, их принадлежности к геоконструкциям и их элементам
12	Обладать навыками и умениями составления материалов раздела «Тектоника» к проектам и геологическим отчетам
13	Уметь планировать и организовывать геолого-структурные и тектонические исследования в производственной деятельности
<b>Специальные профессиональные</b>	
14	Обладать навыками выделения структурных этажей и в их составе ярусов
15	Уметь организовывать полевые исследования и камеральную обработку материалов по геотектонике и геодинамике
16	Научиться использовать аэрокосмическую информацию в целях анализа тектонического строения площади работ
17	Обладать способностью изложения и обсуждения геотектонической и геодинамической информации в коллективе
18	Уметь разрабатывать и использовать при прогнозировании тектонические критерии поисков рудных и нерудных полезных ископаемых



**Социальные** компетенции следующие: 1. *способность самостоятельно получать и углублять новые знания.* Это качество вырабатывается всей системой профессиональной подготовки студентов. Кроме знаний, приобретаемых при прослушивании лекций и выполнении лабораторных работ, студенты получают возможность пополнять уровень образованности с помощью специальной литературы (монографической, трудов совещаний, симпозиумов и конференций, сборников статей по геотектонике и геодинамике, научных журналов). Эта литература имеется в фонде библиотеки института расположенной по ул. Вавилова, 66, и в достаточно обширном библиотечном фонде кафедры. Ведущие дисциплины преподаватели постоянно приобретают и используют в учебной работе литературу по вопросам геотектоники и геодинамики. Общаясь со студентами перед и после аудиторных занятий и в часы плановых консультаций, преподаватели демонстрируют специальную литературу конкретному студенту и рекомендуют использовать ее при подготовке к семестровым аттестациям и экзаменам. Кроме того, литературу по геотектонике и геодинамике студенты используют в процессе курсового и дипломного проектирования, за чем следят руководители этих видов учебной работы. Дипломированный специалист обладает компетенцией расширения и углубления специальных знаний.

2. *Умение работать в коллективе* также вырабатывается всей системой подготовки инженерных кадров. В частности, по рассматриваемой дисциплине коллективные действия неизбежны при знакомстве со специальной картографической продукцией. Изданные тектонические карты общего и специального содержания являются многолистными, занимая от 4-6 до 12-16 листов форматов А1 или А0. Раскрывая содержание рассматриваемой в данный момент карты, преподаватель привлекает к работе всех студентов подгруппы. Если карта размещена на стенах аудиторий, студенты коллективно рассматривают её, делают необходимые записи и путем вопросов – ответов постигают содержательные и методические особенности картографической модели.

3. *Развитие творческой и деловой активности* осуществляется в процессе всех видов аудиторной работы. При чтении лекций ведущий преподаватель побуждает студентов задавать в положенное время вопросы и, отвечая на них, старается заинтересовать слушателей и указать пути получения дополнительной научной информации. Геотектоника является фундаментальной наукой, вырабатывающей представления о Земле как планетной системе, ее эволюции, энергетике, развитии, особенностях строения земной коры континентов и океанов. Детальное и углубленное изучение любого вопроса данной дисциплины открывает пути углубления профессиональной эрудиции будущего специалиста, что расширяет возможности практического применения полученных знаний.

**Инструментальные** компетенции. 5. *Умение находить и анализировать информацию в специальной литературе.* В процессе аудиторных занятий и в часы консультаций преподаватель напоминает студентам, как пользо-

ваться библиотечными каталогами (карточным и электронным) и получать необходимую им литературу в бумажном или электронном варианте. Следует сказать, что со специальной литературой можно познакомиться через Internet, в том числе записать заинтересовавший студента источник на свой диск или USB Flash Drive. Кроме того, студенты должны развивать навыки пользования давно изданным двукратным Геологическим словарем и богато иллюстрированной пятитомной Горной энциклопедией, в которой более половины терминов раскрывают вопросы геологии, месторождений минерального сырья и углеводородов всех стран Мира, содержат статьи по геотектонике, а также тектонические карты континентов и крупных государств, а также карты морфоструктур дна океанов.

5. *Владеть знаниями иностранного языка.* Студентов учат в университете, как минимум, одному иностранному языку. Особенно важно для будущего инженера хотя бы частично овладеть английским языком (уметь читать и переводить), наиболее применяемым для международного общения. В библиотеках (университетской и краевой научной) много публикаций (книг и периодики) на иностранных языках. Преподаватели специальных дисциплин при всяком удобном случае могут подчеркнуть международный характер науки, в том числе геотектоники. Немаловажно напомнить студентам, что теория плитотектоники была разработана сорок лет назад зарубежными учеными Соединенных Штатов Америки, Канады, Франции, а русские геологи долго воспринимали ее постулаты с большим недоверием и неохотой.

6. *Умение использовать изданные и фондовые геологические карты, извлекать из фондовых источников и использовать информацию по геотектонике и формациологии.* Только в Красноярском территориальном геологическом фонде хранятся более 30000 отчетов, полученных коллективами геологов на протяжении более 80 лет. Студенты вынуждены использовать фондовые источники при подготовке отчетов по производственным практикам, курсовом и дипломном проектировании. Курс «Геотектоника и геодинамика» студенты осваивают после первой производственной практики, поэтому многие из них получают опыт использования фондовых материалов. Государственные геологические и тектонические карты разных масштабов исполнители составляли как по материалам полевых исследований, так и по фондовым источникам. Умение чтения и использования картографических материалов развивается при освоении цикла специальных дисциплин, в том числе геотектоники и геодинамики. Во всех видах занятий преподаватели применяют картографическую продукцию, в частности, на ее освоение отведены 75% часов лабораторных работ по данной дисциплине. Формированию указанной компетенции в процессе ее преподавания уделено особое внимание.

7. *Освоение ГИС – технологий обработки геологической информации* достигается как преподаванием курса компьютерной картографии, так и использованием программной продукции, имеющейся в компьютерном классе кафедры Геологии, минералогии и петрографии. В комплектах переданных

университету изданных геологических карт среднего масштаба, переведенных на цифровые носители, содержится на диске слой по тектоническому районированию и воспроизведению тектонической схемы площади. Эти схемы студенты вызывают на дисплей и могут воспроизвести на бумаге с помощью принтера или плоттера, в том числе в многоцветном исполнении. Это одна из процедур освоения имеющихся на кафедре геоинформационных систем. Заметим, что эти системы постоянно обновляются и расширяются. В учебном процессе преподаватели используют только лицензированную программную продукцию.

8. *Овладение методикой позиционирования на местности с помощью навигаторов JPS.* Геологи в производственной деятельности практически постоянно должны определять координаты точек наблюдения и их высотное положение. Раньше позиционирование было преимущественно малоточным, так как использовались топокарты и аэрофотоснимки, по которым геолог глазомерно определял точку стояния. Теперь кафедра Геологии, минералогии и петрографии вооружена портативными навигаторами, позволяющими быстро и точно определить плановые координаты и абсолютную отметку местности, где геологи выполняют наблюдения и отбирают пробы. Методику работы с этими электронными приборами студенты осваивают в процессе учебных геологосъемочной и геофизической практик и в ходе дальнейшего обучения закрепляют полученную компетенцию. В частности, с помощью навигатора можно осуществить вынос на местности любой точки с тектонической карты и убедиться в правомерности изображения границ, структурных линий и другой геологической информации.

9. *Владеть методикой оценки напряженного состояния масштабов горных пород.* В специальной литературе приводятся решения фокального механизма землетрясений на сейсмостанциях по первым вступлениям продольных сейсмических волн. На диаграммах двойного диполя нодальные (узловые) плоскости разделяют квадранты, где первые вступления волн выражены сжатием и растяжением, отражая положение осей напряженного состояния  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$ . Перпендикулярная им ось  $\sigma_2$  является нейтральной. На стереографических проекциях зачерняют смежные квадранты сжатия, оставляя белыми аналогичные квадранты растяжения. По этим проекциям геологи уверенно диагностируют наличие сбросов, взбросов и сдвигов. Обобщение данных по напряженному состоянию массивов горных пород на континентах приводят к выводу о господстве обстановок сжатия.

**Общепрофессиональные компетенции.** 10. *Умение составлять тектонические карты на основе геологических, геофизических, палеогеологических карт.* Выработка данной компетенции достигается в учебном процессе усилиями, раскрывающими методику тектонического районирования и картирования. Чаще всего тектонические карты и схемы геологи составляют способом перекодирования геологических карт того же масштаба с дополнительным привлечением геофизических карт (магнитного и гравитационного по-

лей, профилей ГСЗ или МОВ) и аэрокосмических снимков. Сначала осуществляют процедуру районирования по перечню свойств с обеспечением полноты охвата геологического пространства и непересечением границ. Затем разрабатывают систему обозначений, включающую либо структурные этажи и ярусы, либо режимы земной коры в ходе тектонической эволюции приповерхностных слоев земной коры. Выделенные ареалы карты заполняют вещественным содержанием, а именно знаковыми обозначениями геологических формаций. Необходимо отразить геокомплексы, сети разломов, специфические наложенные структуры. В некоторых случаях на карте отражают сейсмическую информацию – положение очагов значительных и сильных землетрясений. Наиболее полно воспринимаются карты в цветовом изображении. Желательно при составлении тектонических карт и схем использовать компьютерные технологии.

11. *Освоить приемы распознавания складчатых, разрывных и инъективных структур на местности, их принадлежности к геокомплексам и их элементам.* Эту компетенцию студенты частично приобретают в процессе учебных геологической и геологосъемочных практик и первой производственной практики. Но понимание их как объектов тектонического анализа приходит позднее. В процессе преподавания дисциплины характерные тектонические структуры, геокомплексы, плутоны студенты рассматривают по рисункам в учебниках, на наземных и самолетных фотоснимках. Обычно каждая структура обладает характерным цветом (фототонем), структурой, рисунком, по которым и диагностируется. Более сложным понятием является геокомплекс, при выделении которого обязателен учет геохронологических, морфологических, структурных (так называемый «стиль складчатости»), формационных признаков.

12. *Обладать навыками и умениями составления материалов раздела «Тектоника» к проектам и геологическим отчетам.* Они достигаются в процессе обучения, когда используются фондовые материалы и объяснительные записки к изданным геологическим картам, где есть такой раздел. Предельно малый объем лабораторных работ не оставил возможности обучить студентов этой процедуре как следует. Поскольку в распоряжении составителя раздела всегда будет геологическая карта, он сможет отрисовать по ней тектоническую карту (в масштабе 1:1) или схему (в масштабе 1:2 – 1:2,5). Систематическое описание составленной карты (схемы) и послужит реализации данной компетенции.

13. *Уметь планировать и организовывать геолого-структурные и тектонические исследования в производственной деятельности.* Успешное освоение дисциплины, реализация полученных компетенций и некоторый опыт производственной работы позволят выпускнику овладеть приемами планирования и организации работ в пределах лицензированной площади. Весьма желательно, чтобы исполнитель не только прочитал проект и картографические приложения к нему, но выехал на местность и осуществил ре-

когностировочные маршруты, вдумчиво осматривая обнажения и керн пробуренных скважин. Это позволит после возвращения в камеральное помещение («контору») составить план необходимых исследований, рассчитать потребность в исполнителях и выдать задания каждому из них. Ответственный исполнитель программы внесет соответствующие коррективы, оценит уровень профессиональной подготовки молодого специалиста по геотектонике и даст рекомендации по их совершенствованию на ближайшие месяцы деятельности.

**Специальные профессиональные компетенции.** 14. *обладать навыками выделения структурных этажей и в их составе ярусов.* В лекционном курсе, программах лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов раскрываются понятия структурного этажа и яруса. Это тектонохронологические подразделения, по-разному выделяемые в горно-складчатых (покровно-складчатых) системах и чехлах платформ (кратонов). В первом случае учитывают специфику складчато-разрывных дислокаций последовательности (ряда) литологических и вулканогенных формаций, созданную в результате проявления цикла складчатости. Эта специфика выражена морфологией и ориентировкой складчатости («стилем») и сопровождающей дизъюнктивной тектоникой. От ниже – и вышележащего (если таковой имеется на данной площади) этажей данный конкретный отделен крупными перерывами и несогласиями. Структурный ярус – это составная часть этажа, выделяемая по наличию небольших несогласий, составу литологических, вулканогенных и интрузивных формаций. В платформенных чехлах ввиду отсутствия или слабого развития складчатых и разрывных дислокаций структурный этаж выделяют по перерывам (параллельным несогласиям) и смене формаций или их рядов. Соответственно, структурный ярус будет охватывать одну-две формации, характеризующие проявления цикличности развития чехла. Для районов, где в чехлах зафиксированы продукты тектоно-магматической активизации, целесообразно выделить соответствующий этаж локального распространения. Аналогичным образом следует выделить этаж палеорифтогенеза (авлакогены II – III генераций).

15. *Уметь организовывать полевые исследования и камеральную обработку материалов по геотектонике и геодинамике.* Эта компетенция означает деятельность в составе геологосъемочного, поискового, поисково-оценочного и горно-эксплуатационного коллективов (акционерных обществ, фирм, компаний). В зависимости от целевого назначения, масштабов и площади работ, определяемых лицензионным соглашением, существенно изменяется содержание реализуемых мероприятий. Работая в геологосъемочном предприятии, молодой специалист начнет осуществлять полевые маршруты и попутные поиски месторождений. Необходимость в геотектонических и геодинамических наблюдениях, скорее всего, возникнет на завершающем этапе, когда он будет достаточно подготовлен для их проведения. При поисковых, поисково-оценочных и разведочных работах необходимость в геотектониче-

ских исследованиях может возникнуть изначально, соответственно, исполнитель получит возможности реализации полученных в университете знаний, их расширения и углубления. В этом случае важна помощь ответственного исполнителя геологической части проекта, вкупе с творческой активностью и предприимчивостью молодого специалиста.

16. *Научиться использовать аэрокосмическую информацию в целях анализа тектонического строения площади работ.* Основы аэрофотогеологии студенты получают в курсе геологического картирования, включая работу с аэрофотоснимками и навыки их геологического дешифрирования. Для целей геотектоники чаще используют космоснимки, полученные беспилотными аппаратами типа Landsat. При геотектоническом дешифрировании применяется специальная методика, прежде всего, линеаментный анализ, позволяющий наметить зоны повышенной трещиноватости и линейности трещин, особенности фототона (степень почернения снимка), рисунка и структуры изображения. По космоснимкам лучше всего опознаются зоны разломов, кольцевые структуры разных размеров, площади распространения разновозрастных геоконплексов. Достаточно уверенно опознаются границы распространения осадочных чехлов и горно-складчатых систем. Рассмотрение на лабораторном занятии одной из космогеологических карт, имеющихся в картохранилище кафедры Геологии, минералогии и петрографии, позволяет студентам получить данную компетенцию.

17. *Обладать способностью изложения и обсуждения геотектонической и геодинамической информации в коллективе.* Система вузовской подготовки развивает интеллект, а получение профессиональных знаний создает предпосылки развития речевой культуры и творческого общения. Прослушивание студентами лекций, выполнение лабораторных работ и контрольных мероприятий, ответы на экзаменах – все это развивает способности высказываться на профессиональные темы и участвовать в их обсуждении. В этой деятельности залогом успешности служит полноценная самостоятельная работа, чтение специальной литературы, поиск информации через Internet. Даже в объеме данной дисциплины, ввиду ее фундаментальности с выходами на Космос, всю планету и ее спутницу Луну, на формационный, породный, микроструктурный и геохимический уровни, существует неизмеримо большое поле для коллективного обсуждения.

18. *Уметь разрабатывать и использовать при прогнозировании тектонические критерии поисков рудных и нерудных полезных ископаемых.* Это важнейшая компетенция с непосредственной прикладной направленностью. В действующем ГОСе дисциплины «Геотектоника и геодинамика» и «Металлогения» входят в один блок. Однако они разнесены по двум специальным кафедрам и воплощаются по разным рабочим программам. Тем не менее, изложение основ геотектоники и геодинамики должно рассматривать как необходимую теоретическую подготовку для металлогенического анализа. Даже краткий обзор крупнейших структур континентов с точки зрения металлоге-

нии (полнее, минерагении) говорит о важности геотектонического и в ряде случаев геодинамического критериев. Так, в щитах и в массивах заключены уникальные месторождения железа, в некоторых странах марганца, золота в зеленокаменных поясах, редких металлов, меди и никеля, слюды, керамического сырья. В платформенных чехлах преобладают осадочные месторождения черных металлов, титана, золота, редких и радиоактивных элементов, угля, горючих сланцев, солей, карбонатного и прочего нерудного сырья. В горно-складчатых областях, главным образом в магматических формациях, есть месторождения всех металлов и многих видов неметаллического сырья. Здесь и крупные месторождения черных металлов (железа, хрома, титана), и месторождения меди, полиметаллов, золота, серебра, вольфрама, молибдена, редких земель и др. Особую минерагеническую роль играют процессы тектоно-магматической активизации, создавшие наложенные рудоносные структуры как в щитах, так и в плитах, равно как и в горно-складчатых областях. Уникальные месторождения медно-никелевых руд с золотом и платиноидами, крупные месторождения алмазов, редких и редкоземельных элементов, нефелина, апатита, флогопита, железной руды, оптического и другого сырья – вот неполный перечень ценнейшего сырья, заключенного в структурах, которые сформировались при разновозрастных режимах тектоно-магматической активизации.

#### **4. СВЯЗЬ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ**

Дисциплина «Геотектоника и геодинамика» преподается на IV курсе, когда студенты уже прошли и получили оценки по большинству общенаучных и специальных дисциплин. В большинстве из них обсуждались вопросы строения и развития земной коры и подкорковых геосфер, геотектонических процессах и движениях. Таким образом, студенты имели возможность получить багаж знаний по рассматриваемой дисциплине, познакомиться с терминами и понятиями, осознать значение межпредметных связей и целостность геологической науки.

А. Существует сходство многих преподаваемых студентам вопросов по Геотектонике и Общей геологии. Это касается изложения современных положений о Солнечной системе, происхождении и внутреннем строении Земли, ее оболочках, о химическом составе мантии и ядра, полях магнитном, гравитационном и тепловом, об основах сейсмологии, понятии геологического времени, геологической деятельности океанов и морей, о процессах внутренней динамики (магматизме, метаморфизме, тектонических движениях и деформациях, землетрясениях). В курсе общей геологии кратко рассмотрены главные структуры земной коры и литосферы. Существует значительное число изданных учебников по Общей геологии, рекомендуемых студентам гео-

логических специальностей. Но по содержанию они близки и готовят студентов к восприятию многих учебных дисциплин геологического цикла.

Б. Дисциплины «Историческая геология» и «Основы стратиграфии» ценны для формирования знаний и компетенций по геотектонике тем, что дают представления о стратиграфической и изоморфной ей геохронологических шкалах, о геологическом развитии Земли в раннем, среднем и позднем докембрии и по периодам фанерозоя. Студенты получают начальные представления о направленно-циклическом развитии Земли и земной коры. Изменения палеогеографии на континентах, выраженные развитием трансгрессий и регрессий, и климатический фактор взаимосвязаны с палеотектоникой. Литолого-палеогеографические карты дополняются палеотектоническими. Историческая геология содержит раздел, посвященный фациям, соответственно полученные сведения имеют значение для раскрытия сущности фациального анализа в палеотектонических целях. В курсе основ стратиграфии студентам раскрыты положения о магнитостратиграфической шкале, используемой в геотектонике для определения возраста морского дна, поворотов плит и выявления террейнов.

В. «Структурная геология», по сути, является разделом геотектоники (морфологическая тектоника), поэтому преподаваемые в ней знания и компетенции важны для последующего углубления и расширения в данной дисциплине. Структурная геология рассматривает формы геологических тел, механизмы образования складок и их элементы, разрывные нарушения, а также сочетания складок и разрывов, формы и внутреннее строение плутонов, типы и структурные элементы метаморфических горных пород. Кроме того, в этой дисциплине рассматривают особые формы геологических тел (кольцевые структуры и астроблемы).

Г. В дисциплине «Геологическое картирование» изложены также и для «Геотектоники» понятия и свойства картографических проекций, приемы полевого картирования осадочных, вулканических, интрузивных, метаморфических горных пород, изучения складок и разрывных нарушений. В этой дисциплине изложены также основы геологического дешифрирования аэрокосмических снимков, которые могут быть востребованы при составлении тектонических карт. Геологические карты служат фактуальной основой для составления геотектонических карт и схем, поэтому методики их составления и приемы чтения будут использованы студентами на занятиях по «Геотектонике». Дисциплина «Основы формационного анализа (формационный анализ)» тесно связана с методами палеотектонического анализа площадей, воссозданием тектонических режимов геологического прошлого, приемами тектонической картографии. Многие геологические формации горно-складчатых областей (флишевые, молассовые, граувакковая, вулканогенные и интрузивные) являются индикаторами тектонического режима земной коры, а такие формации, как офиолитовая, глаукофан-сланцевая и многие магматические важны в целях геодинамического анализа. Студенты должны углублять



свои знания по формациологии, уметь считывать соответствующую информацию с тектонических карт.

Д. Дисциплина «Региональная геология России» преподается в тесной увязке с «Геотектоникой и геодинамикой». В первой из них в качестве иллюстративного материала преподаватели используют тектонические карты и схемы для государства и входящих в его состав регионов. По этой причине соответствующие наглядные пособия излишне рассматривать во втором из названных курсов, чем достигается экономия учебного времени и расширение охвата регионов России. В частности, в курсе региональной геологии студенты рассматривают древние платформы Восточно-Европейскую и Сибирскую, молодые платформы-плиты Скифскую, Туранскую и Западно-Сибирскую, горно-складчатые области Уральскую, Алтае-Саянскую, Байкало-Патомскую, Становскую, Верхоянскую, Чукотскую, Сихоте-Алиньскую, причем их характеристика дается по возрастному (тектохронологическому) принципу. В курсе региональной геологии приводится характеристика окраинных морей, омывающих Российскую федерацию.

Е. Дисциплина «Геофизические методы исследований» рассматривает теоретические основы, аппаратуру и приемы получения геофизических материалов методами гравиразведки, магниторазведки, сейсмическими (ГСЗ и МОВ) и радиометрии. Для характеристики структур земной коры континентов и океанов первостепенное значение имеют гравитационный и магнитный методы. Первый позволяет оценить соблюдение изостатического равновесия, от чего зависят неотектонические движения блоков, выявить плотностные неоднородности земной коры, а второй – подтвердить намеченные зоны разломов и уточнить структурный рисунок земной коры. В океанах магнитометрия позволяет оценить возраст коры по полосовым магнитным аномалиям. Сейсмическим методом специалисты выявляют главнейшие особенности строения земной коры континентов по линиям зондирования (транссектам). Этот метод имеет первостепенную важность при поисках потенциально нефтегазоносных структур в осадочных чехлах.

З. Дисциплины «Геология твердых полезных ископаемых», «Структуры рудных полей» и «Минерагения» поставляют ценную для геотектоники информацию и потребляют достижения этой дисциплины по выяснению режимов и механизмов структурообразования, возраста и стадийности формирования рудных полей и месторождений. Общие и специальные тектонические карты специалисты по рудным месторождениям и ценному нерудному сырью используют при составлении крупномасштабных и детальных карт месторождений и рудных полей. В свою очередь, специалисты по геотектонике и геодинамике используют детальную структурную информацию в целях реконструкции режима минералообразования и его стадийности, выявления признаков коровых или мантийных источников полезных компонентов.

## 5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с рабочей программой специальности 130301 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» дисциплина «Геотектоника и геодинамика» включает 3 вида учебной работы – лекции, лабораторные занятия и самостоятельную (табл. 3).

Таблица 3

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего за- четных единиц (часов)	Семестр VIII
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	3,00 (108)	3,00 (108)
Аудиторные занятия	1,33 (48)	1,33 (48)
лекции	0,89 (32)	0,89 (32)
практические занятия (ПЗ)	-	-
семинарские занятия (СЗ)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	0,44 (16)	0,44 (16)
Продолжение табл.3		
другие виды аудиторных занятий	-	-
промежуточный контроль	Тестовый (трижды)	
Самостоятельная работа:		
изучение теоретического курса (ТО)	1,45 (52)	1,45 (52)
Продолжение табл. 3		
курсовой проект (работа)	-	-
расчетно-графические задания (РГЗ)	-	-
реферат	-	-
задачи	-	-
задания	-	-
другие виды (завершение ЛР)	0,22(8)	0,29(8)
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

Все виды учебной работы имеют важность для приобретения знаний, умений и компетенций. Распределение часов по видам занятий осуществлено деканатом и подтверждено решением Ученого Совета Института горного дела, геологии и геотехнологий.

## 5.1. Содержание модулей лекционного курса

Дисциплина по требованиям ГОС, опыту работы и в соответствии с существующими учебной литературой и методическими указаниями разбита на четыре модуля (табл.4).

Таблица 4

Разделы дисциплины и виды занятий в часах

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции зачетных единиц (часов)	ПЗ или СЗ зачетных единиц (часов)	ЛР зачетных единиц (часов)	Самостоятельная работа зачетных	Реализуемые компетенции
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1. Оболочки, виды движений и свойства литосферы						
1	Общие сведения о предмете геотектоники	0,06(2)			0,06(2)	1, 3,8
2	Тектоносфера и литосфера	0,06(2)			0,11(4)	1 2, 4, 5, 6
3	Неотектонические движения и деформации	0,06(2)		0,06(2)	0,06(2)	1, 2, 7, 10, 12, 13
4	Методы палеонтологического анализа	0,06(2)		0,06(2)	0,11(4)	1, 7, 10
Модуль 2. Механизмы структурообразования в земной коре						
5	Строение океанового дна и происхождение океанов	0,06(2)			0,11(4)	1, 2, 4, 6
6	Эволюция геосинклинально-складчатых поясов	0,06(2)			0,17(6)	1,2,3,7,8,9, 14,16, 18
7	Континентальные платформы	0,06(2)		0,11(4)	0,11(4)	1, 2, 5, 10, 12, 13, 17, 18
8	Геотектоника континентальных рифтов и впадин	0,06(2)			0,11(4)	4, 5, 7, 9, 16
9	Орогенез и тектоно-магматическая активизация	0,06(2)			0,11(4)	1, 2, 3, 9, 10, 14, 15, 16, 18
10	Глубинные и крупные коровые разломы	0,06(2)			0,11(4)	4, 6,17

1	2	3	4	5	6	7
Модуль 3. Историческая геотектоника						
11	Цикличность геологического развития	0,06(2)			0,11(4)	1, 2, 4, 5, 6, 12
1	2	3	4	5	6	7
12	Тектонические карты	0,06(2)		0,17(6)	0,11(4)	1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13
13	Основные этапы эволюции земной коры	0,06(2)			0,11(4)	6, 15, 16, 17
14	Обзор геотектонических гипотез	0,06(2)			0,11(4)	4, 15, 17
Модуль 4. Геодинамика						
15	Геодинамические реконструкции	0,06(2)		0,06(2)	0,11(4)	5, 8, 9, 10, 12, 18
16	Состояние и тенденции развития геотектоники	0,06(2)			-	4, 6, 7, 13, 17
17	Завершение лабораторных работ				0,22 (8)	

Их содержание и последовательность реализации обусловлена необходимостью обеспечения полноты, целостности системы знаний, оптимизации содержательных средств в балансе отведенного учебного времени.

**Модуль 1.** Оболочки, виды движений и свойства литосферы. Компонировка данного модуля обусловлена необходимостью начать преподавание дисциплины с изложения общих сведений о предмете науки, формулировки базового определения, изложения целей и задач преподавания, сложившихся разделов науки и межпредметных связей. Любая наука своими корнями уходит в прошлое. Сложившаяся система представлений, теорий и методов диагностики геологического пространства на предмет соответствия моделям, а также понятий, классификаций и методов определяется историей развития науки. Это развитие было достигнуто трудами ученых прошлого. Необходимо довести до студентов имена наиболее выдающихся ученых-натуралистов разных стран. В развитии геотектоники можно выделить несколько периодов, начиная со средних веков и кончая современностью. Эти периоды кратко рассмотрены до того, как перейти к систематическому изложению сведений о нашей планете, ее оболочках, сфере действия тектонических сил и деформаций, видах движений и методах их изучения. В данный модуль включены четыре лекции, что соответствует одной четвертой баланса учебного времени. Кроме того, будут выполнены две лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов по лекционному курсу займет 14 часов.

**Модуль 2. Механизмы структурообразования в земной коре.** Необходимость формирования данного модуля обусловлена позиционированием ряда положений геотектоники о режимах и структурообразовании в земной коре, сочетанием которых созданы коллажи (мозаика) разновозрастных и гетерогенных элементов континентов, океанов и областей их сопряжения. Это один из важнейших модулей дисциплины, содержащий систематизированные и взвешенно рассмотренные данные, формирующие базу знаний и компетенций студентов по дисциплине. В модуль сгруппированы шесть лекций, в которых систематически рассмотрены современные данные об океанах Земли, зонах сочленения океанов (морей) и континентов, о геосинклинально-складчатых (покровно-складчатых) поясах, континентальных платформах (кратонах), о наложенных специфических структурах континентов, во многом определяющих минерагенический потенциал геологических регионов, а также о разломах земной коры, которые определяют рудоносность площадей и их сейсмическую опасность и часто ограничивают геоблоки разных строений и развития. На тематику модуля отведено 0,36(12) зачетных единиц лекций, 0,06(2) зачетных единиц лабораторных работ и 0,67(26) – самостоятельной работы студентов.

**Модуль 3. Историческая геотектоника.** Он объединяет четыре лекции (0,25 % учебного времени), рассматривающие основные вопросы цикличности проявления тектонических процессов и режимов, характеристику крупных этапов эволюции Земли и земной коры, принципы тектонического районирования и, наконец, основные геотектонические гипотезы, учения и теорию плитотектоники. Все геологические науки историчны. Понятия времени в геологии, принципы его периодизации, представления о необратимо-циклическом развитии Земли и земной коры относятся к фундаментальным наработкам науки. Время в геологии имеет свою мерность. Основной единицей в геотектонике и родственных ей дисциплинах является 1 млн. лет (Ma). Для ранних этапов геологической эволюции ученые оперируют миллиардами лет, причем на так называемый докембрий приходится 89 % геологической истории. Есть достаточно обоснованное мнение, что по мере приближения к современности скорость геологической эволюции возрастает. Последствия ускорения геотектонических процессов будут осознаны учеными будущего. В связи с высокой сложностью геологических процессов и пока еще недостаточной изученностью глубинных механизмов тектонофизики учеными прошлого и ныне живущими были высказаны многочисленные геотектонические гипотезы. В рамках отведенного на обсуждение их учебного времени рассмотрены лишь основные из них. Некоторые гипотезы потеряли свое значение, другие подвергаются ревизии и реконструированию с учетом новых данных (например, гипотеза пульсаций). Периодически публикуются новые гипотезы, заставляющие по-новому взглянуть на механизмы развития Земли и земной коры. Предпринимаются попытки разработки геотектониче-

ской теории с применением методов сейсмотомографии, термодинамических расчетов и экспериментов и моделирования на сверхмощных компьютерах.

**Модуль 4. Геодинамика.** Сюда вошли лекции заключительного раздела. В них раскрыто определение геодинамики, представляющей, по сути новое направление геотектоники, которое в будущем выделится в самостоятельную дисциплину. Геодинамика объясняет движущие силы и направленность геотектонических процессов в масштабах земной коры и Земли в целом. За основу взяты положения теории литосферных плит. В связи с лимитом лекционного времени основное внимание уделено методам геодинамического анализа, которые для геологических тел первоначально неясного происхождения позволяют аргументировано обосновать условия образования в режиме дивергентных или конвергентных взаимодействий литосферных плит. Основные методы геодинамического анализа геохимический и формационный. Кроме того, используются структурно-геологический, петрологический и палеомагнитный методы. В заключительной лекции оценено состояние и пути развития дисциплины в направлении создания общей теории Земли.

## **6. СТРУКТУРА И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА**

**Модуль 1.** Оболочки, виды движений и свойства литосферы.

В модуль входят четыре лекции вводной части дисциплины. В них рассмотрены общие сведения о дисциплине, истории ее становления и далее базовые представления о земной коре, литосфере, тектоносфере, типах и проявлениях тектонических движений в современности, недалеком и далеком геологическом прошлом.

1. *Общие сведения о предмете геотектоники.* Это наука о строении и эволюции земной коры и Земли. Разделы дисциплины (общая, региональная, историческая геотектоника, тектонофизика, геодинамика). Краткие сведения об истории геотектоники по этапам ее развития. Вклад Дж. Геттона, М. В. Ломоносова, Ч. Лайеля, Л. Эли де Бомона, Дж. Дэна, М. Бертрана, Э. Зюсса, Э. Ога, А. Вегенера, Г. Штилле. Роль русских ученых в создании теоретических оснований (А.П. Карпинский, Н.С. Шатский, В.В. Белоусов, В.Е. Хаин, А.В. Пейве и др). Становление геодинамики как следствие разработки теории плитотектоники. Геодинамика трактует формирование литосферных плит, их перемещение под влиянием мантийной конвекции, образование покровно-складчатых поясов и кратонов на континентах, океанов и их мофоструктур. Зонально-сферическое строение Земли. Типы земной коры, мантия, ее слои. Астеносфера и надастеносферные слои, образующие литосферу. Оболочки ядра Земли (внешняя жидкая и нижележащая твердая). Вещественный состав

мантии, внешнего и внутреннего ядра. Роль сейсмологии, а познании внутреннего строения Земли. Сейсмические модели К. Буллена и Ю.М. Пушаровского. Объем занятий аудиторных 0,06(2), самостоятельной работы 0,11 (4).

Литература: **1**, с. 9-16 и 17-66; **2**, с.5-19 и 75-81; **3**, с. 4-13; **4**, с. 7-19.

*2. Тектоносфера и литосфера.* Сфера проявления тектонических процессов. Дискуссия на предмет отнесения к ней лишь земной коры и верхней мантии, либо земной коры и всей мантии до границы внешнего жидкого ядра. Типы тектонических движений и способы их описания. Современные, молодые, новейшие и древние движения. Скорости протекания движений в верхней части земной коры (медленные, быстрые, катастрофические). Горизонтальные, вертикальные и косонаправленные движения, периодические и непериодические. Классификация движений по геологическому результату (складко- и разрывообразующие, инъективные). Понятие литосферы как надоболочки, включающей земную кору и надстеносферную мантию. Понятие изостазии, ее роль в движениях земной коры. Постулаты тектоники литосферных плит (геодинамики). Хрупкость литосферы, дивергентные, конвергентные и трансформные границы плит. Перемещения плит в соответствии с законами сферической геометрии (теорема Эйлера). Движущие силы плитотектоники. Порядки плит от крупнейших до относительно малых. Представления о террейнах. Характеристика крупнейших и крупных литосферных плит. Постулаты мантийной конвекции – ячейки Релея-Бернара. Устойчивость системы конвекций и ее перестройки. Обоснование одно-двух- и многоэтажной конвекции в мантии. Обоснование Дж. Уилсоном геодинамического цикла, стадии его дивергентной и конвергентной частей. Представления об адвективных перемещениях мантийного вещества. Сейсмотомографические исследования мантии Земли. Объем лекционных занятий 0,06(2), самостоятельной работы студентов 0,11(4).

Литература: **1**, с. 68-89; **2**, с. 20-31; **3**, с. 14-27; **4**, с. 20-52.

*3. Неотектонические движения и деформации.* Понятия неотектоники. Необходимость выделения движений среднего – позднего кайнозоя (новейших), голоцена (молодых) и современных (актуотектонических). Геологические и геоморфологические методы выявления неотектонических движений с оценкой суммарных амплитуд деформаций (вертикальных перемещений). Перерывы и несогласия в отложениях среднего-позднего палеогена, миоцена, плиоцена и эоплейстоцена как свидетельства неравномерного развития седиментационных прогибов континентов. Использование литолого-фациальных карт по эпохам и векам среднего-позднего кайнозоя. Понятие поверхности денудационного выравнивания (пенеплена), способы оценки его геологического возраста по продуктам коры выветривания и гипсометрическому положению. Основы методики составления карт и схем неотектоники, использование морфометрических методов оценки деформаций рельефа суши и геофизических методов, свидетельствующих о сейсмически активных разломах и тектонических блоках с разным уровнем изостатической компенсации. Ме-

тоды анализа молодых движений: историко-археологический и геоморфологический. Свидетельства отступления – наступления моря (затопленные поселения, обезвоженные портовые сооружения). Речные и морские террасы. Свидетельства эвстатических колебаний уровня морей. Современные движения. Инструментальные методы точной оценки изменения абсолютных отметок местности и горизонтальных движений континентов: повторное нивелирование протяженных профилей, повторные триангуляции и трилатерации, лазерное зондирование континентов через Луну. Способы оценки средних скоростей новейших, молодых и современных движений и их сопоставление. Объем лекционных занятий 0,06(2), лабораторных работ 0,06(2), самостоятельной работы 0,11(4).

Литература. **1**, с. 84-86; **2**, с. 20-31; **3**, с. 28-41; **4**, с. 53-67.

**4. Методы палеотектонического анализа.** Понятие палеотектоники. Применение методов фаций и системы литолого-фациальных карт. Возможности и методика оценки мощностей стратиграфических подразделений, понятие изопакит, способы их расчета. Стратизогипсы, их вычисления для фундамента платформенного чехла и опорных (маркирующих) горизонтов чехла. Понятия компенсированного и некомпенсированного развития осадочных бассейнов. Палеотектоническое значение перерывов и несогласий в краевых, перикратонных и складчатых системах. Основы анализа ритмичности и составление ритмограмм. Элементарные ритмы и порядки ритмичности. Основы объемного метода А.Б. Ронова для платформенных чехлов. Значение формаций и формационных рядов для палеотектонического анализа. Возможности использования палеомагнитных векторов для оценки движений геологических блоков, микроплит и террейнов. Палеотектонические схемы. Объем лекций 0,06(2), лабораторных работ 0,06(2), самостоятельной работы студентов 0,11(4)

Литература: [1], с.78-84; [2], с. 32-41; [3], с.42-71; [4], с. 230-276.

**Модуль 2. Механизмы структурообразования в земной коре.**

В модуль 2 входят шесть лекций, раскрывающих движущие силы и механизмы формирования главных и второстепенных структур земной коры океанов и континентов. К числу главных отнесены структуры океанов, геосинклинально-складчатых поясов и платформ (кратонов) континентов, орогенов и крупных разломов. Второстепенными являются континентальные рифты, впадины и ареалы тектоно-магматической активизации, но с ними связаны многие месторождения разных видов минерального сырья.

**5. Строение океанского дна и происхождение океанов.** Общие сведения о четырех океанах планеты (Атлантическом, Индийском, Тихом и Северном Ледовитом). Данные о геологическом строении океанского дна по данным глубоководного бурения, эхолотирования и магнитометрии. Особенности земной коры в разных зонах океанов (мощности осадочного слоя, возраст его и подстилающих базальтов, геофизические характеристики). Структурно-морфологические элементы дна (срединно-океанические хребты и поднятия,



венчающие их рифты, трансформы, океанические плиты, микроконтиненты, островодужные сооружения, глубоководные желоба). Полосовые магнитные аномалии, их значение для определения возраста базальтового слоя. Локальные морфоструктуры дна (гайоты, гьяры, уступы, гряды). Типы подводных окраин (активные и массивные) и подножья континентального склона. Полезные ископаемые океанского дна. Гипотезы происхождения океанов, исчезнувшие бассейны прошлого. Объем занятий аудиторных 0,06 (2), самостоятельной работы 0,11 (4).

Литература: [1], с. 152-201; [2], с. 82-88; [3], с. 72-100; [4], с. 277-333.

6. *Эволюция геосинклинально-складчатых поясов*. Очерк истории формирования представлений о геосинклиналях, вклад Дж. Холла, Дж. Дэна, Э. Ога, Г. Штилле, А.Д. Архангельского, Н.С. Шатского, В.В. Белоусова, Ж. Обуэна. Критика сложившихся к середине XX в. представлений о геосинклиналях с позиций теории (учения) плитотектоники. Внутреннее строение поясов и их составляющие (области, системы). Структурно-формационные зоны осадочных и вулканогенно-осадочных прогибов (мио- и эвгеосинклинальных), внутренних поднятий, срединных массивов. Глубинные разломы, офиолитовые и глаукофансланцевые комплексы, вулканические пояса. Цикличность и направленность смены осадочных и магматических формаций, периодичность складко- и разрывообразования, метаморфизма (раннегеосинклинальная, позднегеосинклинальная, раннеорогенная и позднеорогенная стадии). Формирование структуры поясов и областей с позиций фиксизма (геосинклинальное учение Ж. Обуэн, В.В. Белоусов) и мобилизма (теория плитотектоники, Дж. Уилсон, К. Ле Пишон, Р. Дитц, У. Морган и др.). объемы занятий аудиторных – 0,06 (2), самостоятельных – 0,17(6).

Литература: [1], с. 220-245; [2], с. 105-109; [3], с. 101-141; [4], с. 334-375.

7. *Континентальные платформы*. История становления учения о платформах (кратон). Труды Э. Зюса, Л. Кобера, А.П. Карпинского, А.П. Павлова, Н.С. Шатского. Разрез земной коры, фундамент и чехол. Отличия древних и молодых платформ. Основные структурные элементы щитов (серогнейсовые, зеленосланцевые, палеорифтовые, протоплатформенные и протogeосинклинальные комплексы) и плиты (синеклизы, антеклизы, авлакогены, валы, прогибы, зоны складчатости). Цикличность развития платформенных чехлов. Осадочные и вулканогенно-осадочные формации чехлов, связь с ними полезных ископаемых. Этапы развития платформ (кратонизации, ранний авлакогенный, синеклизный, плитный, эмерсивный). Структуры переходного типа – краевые прогибы и перикратонные опускания (особенности строения и геологические формации). Объем занятий лекционных – 0,06 (2), самостоятельных работ – 0,11 (4).

Литература: [1], с. 273-293; [2], с. 89-94; [3], с. 142-160; [4], с. 372-402.

8. *Тектоника континентальных рифтов и впадин*. История формирования учения о рифтах и рифтогенезе. Работы Дж. Грегори, В.В. Белоусова и Е.Е. Милановского. Определение рифта, механизмы рифтогенеза активный и

пассивный. Глобальная система океанских и континентальных рифтов позднего кайнозоя. Краткое рассмотрение неоген-четвертичных рифтов Байкальского и Восточно-Африканского, палеоген-миоценового Рейнского. Признаки современного активного континентального рифтогенеза - свододообразование, высокий тепловой поток, сейсмическая активность, вулканизма разной интенсивности. Пассивный рифтогенез неоген-четвертичного возраста в области Бассейнов и Хребтов США. Палеорифты платформ (авлакогены). Система авлакогенов Восточно-Европейской платформы и Западно-Сибирской плиты. Примеры компенсированных континентальных впадин неоген-четвертичного возраста (передовые прогибы Альпийской горно-складчатой области и краевая Прикаспийская синеклиза) и некомпенсированных (моря Средиземноморского бассейна, Черное и южная часть Каспийского). Сейсмические исследования земной коры и границы Мохо впадин. Возможные причины формирования впадин (тафрогенеза): эклогитизация гранулит-базитового слоя, базификация, пластическое растекание в стороны гранитно-метаморфического слоя. Объем аудиторных занятий 0,06 (2), самостоятельной работы студентов 0,11 (4).

Литература: [1], с. 311-320; [2], с. 99-104; [3], с. 170-180; [4], с. 68-105.

9. *Орогенез и тектоно-магматическая активизация.* Современное определение орогенеза (горообразования), происходящего на неотектоническом этапе развития Земли. Морфологические особенности горных сооружений (линейность, чередование хребтов и впадин, плавные и резкие сопряжения с равнинами). Иерархия понятий о горах (пояса, области, системы и массивы). Морфологические особенности горных сооружений. Геотектонические типы орогенеза (островодужный, инверсионный, эпиплатформенный, коллизионный, комплексный). Характерные примеры сооружений каждого типа. Строение земной коры в горных областях по сейсмическим данным, наличие высокого теплового потока и изостатической компенсации аномально большой мощности земной коры. Понятие о тектоно-магматической активизации структур континентов. Основные типы активизации (глыбовая, метаморфическая, платобазальтовая, центральных интрузий и трубок взрыва). Глубинные источники тепла, магм и флюидов, порождающие наложенное структурообразования в платформенных областях и горно-складчатых сооружениях. Полезные ископаемые сформированных структур. Объем занятий аудиторных 0,06 (2), самостоятельных работ студентов 0,11 (4).

Литература: [1], с. 246-272; [2], с. 95-99; [3], с. 161-169; [4], с. 334-371.

10. *Глубинные и крупные коровые разломы.* История разработки представлений о главнейших разломах земной коры и современное состояние вопроса. Труды У. Хоббса, А.П. Карпинского, А.В. Пейве, В.Н. Николаева, В.В. Белоусова, В.Е. Хаина. Стуртурно-геологические, петрофизические и геофизические признаки глубинности разлома. Кинематические типы глубинных и крупных коровых разломов (сбросы, взбросы, сдвиги, раздвиги, покровы). Примеры наиболее известных разломов (Грейт-Гленн, Сан-Андреас, Таласо-

Ферганский, Урал-Таусский). Виды тектонических покровов (офиолитовые, осадочного чехла, метаморфического основания, скальвания). Понятия литрического разлома и сутуры. Главнейшие трансформы океанского дна. Полезные ископаемые в зонах разломов. Объем аудиторных занятий 0,06 (2), самостоятельной работы студентов 0,11 (4).

Литература: [1], с. 294-306; [2], с. 110-117; [3], с. 184-202; [4], с. 416-479.

**Модуль 3. Историческая геотектоника.** В модуль входят четыре лекции, рассматривающие вопросы направленно-циклического развития земной коры и Земли, а также общие и специальные тектонические карты как модели строения верхней части земной коры территорий и специфических структур или этапов геологической истории. Кроме того, рассмотрены гипотезы, учения и теории геотектоники, раскрывающие эволюцию представлений ученых на развитие Земли и земной коры.

11. *Цикличность геологического развития.* Признаки цикличности в осадочной оболочке, проявления магматизма, складчатости и метаморфизма. Обоснование В.Е. Хаиним трех порядков повторяемости в процессе необратимо-циклического развития земной коры и литосферы. Циклы Дж. Вильсона, выраженные последовательностью стадий разрушения – воссоздания антиподально Пангей. Циклы М. Бертрана, охватывающие терминальный рифей и фанерозой и фиксируемые повторяемостью формаций и закрытием геосинклинально-складчатых областей и систем. Последовательность (канон) фаз тектонической активности земной коры в фанерозое Г. Штилле в современном варианте. Тектонохронологическая шкала земной коры и литосферы. Объем занятий аудиторных 0,06 (2). Самостоятельной работы студентов 0,11 (4).

Литература: [7], с. 403-424; [8], с. 194-218.

12. *Тектонические карты.* Основные понятия. Вехи истории составления тектонической картографии. Вклад Г. Штилле, Л. Кобера, А.Д. Архангельского, Н.С. Штатского, Т.Н. Спижарского, Л.П. Зоненшайна. Принципы тектонического районирования. Общие тектонические карты и схемы на основе возраста главной складчатости, по режимам земной коры, по понятиям геодинамики. Специальные тектонические карты (складчатого фундамента, разломов, палеотектонические, космогеологические). Тектонические схемы к государственным геологическим картам среднего и мелкого масштабов. Понятия структурного этажа и яруса, геокомплекса, структурно-формационной зоны. Объем лекций 0,06 (2), лабораторных работ 0,17 (6), самостоятельной работы студентов 0,11 (4).

Литература: [1], с. 328-344; [2], с. 171-187; [3], с. 266-278; [4], с. 485-497.

13. *Основные этапы эволюции земной коры.* Космическая шкала событий с момента Большого Взрыва до момента возникновения двойной планетной системы Земля-Луна. Догеологический этап эволюции Земли. Модель

гомогенной и гетерогенной аккреции, термальное событие, дифференциация планеты на оболочки. Раннеархейский этап. Реконструируемые составы атмосферы и гидросферы, появление первичной коры и зарождение жизни. Серогнейсовый и зеленокаменные комплексы. Позднеархейский этап. Продолжение развития зеленокаменных поясов с вулканическим и осадочным выполнением. Формация железистых кварцитов, гнейсов и кристаллосланцев, гранулитов. Саамский тектогенез и формирование Пангеи О и кеноранский тектогенез. Раннепротерозойский этап. Свидетельства значительной мощности и хрупкости земной коры, внедрение дифференцированных интрузий и нормальных калиевых гранитов. Развитие протоплатформ и протогеосинклиналей, появление проторифтов. Ранее – и позднекаральские тектогенезы, формирование Пангеи 1. Рифейский этап. Обособление ядер древних платформ и геосинклинально-складчатых поясов. Эволюция атмосферы, гидросферы и земной коры. Тектонические циклы готский, гренвилльский, дальсландский. Первые признаки существования Тихого океана, развитие Гондваны и Лавразии. Оледенения венда и эволюция бесскелетной фауны. Фанерозойский этап. Появление скелетной фауны, рост разнообразия осадочных формаций. Тектонические циклы байкальский, раннекаледонский (салаирский), позднекаледонский, герцинский. Формирование и последующий распад Пангеи 2. Мезозойский и альпийский тектонические циклы. Эволюция жизни состава атмосферы, цикличность трансгрессий – регрессий, оледенений – теплой биосферы. Океанообразование и развитие покровно-складчатых поясов. Объем лекционных занятий 0,06 (2), самостоятельных работ студентов 0,11 (4).

Литература: [1], с. 345-357; 279-290; [4], с. 498-516.

14. *Обзор геотектонических гипотез.* Ранние гипотезы в истории геологии (кратеров поднятий Д. Геттона контракционная Эли де Бомона, оседаний К. Прево). Гипотезы конца XIX – начала XX вв. (изостатическая К. Деттона, глубинных течений О Амферера). Гипотезы первой половины XX в. (ротационная М.В. Стюарта, расширяющейся Земли О. Хильгенберга). Модернизация пульсационной гипотезы Е.Е. Милановским, расширяющейся Земли В.Н. Лариным, ротационной Ю.Н. Авсюком. Деление массива гипотез на фиксистские и мобилистские. Воззрения на развитие земной коры В.В. Белоусова. Гипотезы дрейфа континентов А. Вегенера. Учение (теория) плитотектоники. Вклад Р. Дитца, Г. Хесса, Ф. Вайна, Д. Меттюза, Дж. Уилсона, К. Ле Пишона на литосферу, ее плиты и их перемещения по кровле астеносферы. Альтернативные геотектонические построения Е.В. Артюшкова, П.Н. Кропоткина и др., Н.Р. Гончарова, В.В. Орленка. Объем аудиторных занятий 0,06 (2), самостоятельной работы студентов 0,11 (4).

Литература: [1], с. 91-140; [2], с. 124-129; [3], с. 291-314.

**Модуль 4. Геодинамика.** В модуль включены две итоговые лекции. Первая из них посвящена методам реконструкции режимов структурообразования земной коры, исходя из теории литосферных плит, а вторая – оценка

состояния геотектоники и геодинамики и их эволюции в направлении создания общей теории Земли.

15. *Геодинамические реконструкции*. Основы методики выявления режимов формирования породных ассоциаций на дивергентных и конвергентных границах литосферных плит. Геохимические группы элементов центробежная, летучая центробежная, центростремительная и океанитовая. Способ сравнения микроэлементов горной породы с эталонным составом хондрита. Офиолитовая ассоциация как вероятный фрагмент океанской коры зон субдукции и коллизии. Глаукофан-сланцевая формация конвергентных границ плит. Геодинамические типы вулканогенных и гранитоидных формаций. Дискриминантные диаграммы, позволяющие оценить режимы становления магматических формаций. Геодинамические типы метаморфизма. Роль структурно-геологических исследований покровно-складчатых сооружений. Малые литосферные плиты и террейны. Роль палеомагнитных определений трансляции и вращения этих структур. Объем лекционных занятий 0,06 (2), лабораторных работ 0,06 (2), самостоятельной работы студентов 0,11 (4).

Литература: [4], с. 517-553; [5]; [6]; [8], с. 79-115.

16. *Состояние и тенденции развития геотектоники*. Противоборство учений о геосинклиналях и перемещениях литосферных плит. Альтернативные представления о развитии Земли и земной коры. Значение нелинейной геодинамики согласно разработкам А.В. Пейве и Ю.М. Пушаровского. Дискуссии о механизмах конвекции и адвекции в мантии и значение сейсмической томографии и моделирования общемантийных потоков твердого вещества. Математическое моделирование В.П. Трубицыным движений плит с возникновением-распадом Пангей. Исследования японских ученых (С. Маруяма и др.) о различии геодинамических режимов ядра (жидкого и твердого), мантии и литосферы. Моделирование Н.Л. Добрецова и др. двухуровневой конвекции в мантии с одновременным подъемом мантийных плюмов, зарождающихся на трех уровнях (ядро-мантия, нижняя-верхняя мантия в верхней мантии). Объем аудиторных занятий 0,06 (2).

Литература: [4], с. 517-553; 5; [6]; [8], с. 270-336.

### **6.1. Структура и методика преподавания лекционного курса**

Лекционный курс дисциплины насчитывает 16 двухчасовых лекций, сгруппированных в четыре модуля. Такие конструкты не предусмотрены Государственным образовательным стандартом, они разработаны составителями УМКД с учетом личного педагогического опыта и проработки специальной литературы. Модуль 1 поименован «Оболочки, виды движений и свойства литосферы». Он включает 4 плановые лекции, дающие слушателям представление о предмете, целях, задачах дисциплины, истории ее становления в структуре единой Геологии до и после выделения геотектоники в самостоятельную отрасль. Излагаются сведения о внутренних оболочках Земли, о ее

тектонической активности, выраженной в процессах и структурах земной коры. Излагаются представления о тектоносфере и литосфере, ее делимости на плиты, перемещающиеся по земной сфере. Специальные лекции посвящены неотектоническим движениям и деформациям и методике анализа палеотектонических движений и структур земной коры. Модуль 2 «Механизмы структурообразования в земной коре» объединяет материалы 6 лекций. Это один из базовых модулей, систематически рассматривающих строение океанов и континентов, а в пределах последних – геосинклинально-складчатые пояса, древние и молодые платформы, локальные структуры как следствия проявления активных геодинамических режимов. Кроме площадных (ареальных) тектонических структур, рассмотрены линейные, создающие сети разломов разной глубинности и механизмов развития. Многие из них служат границами геоблоков, концентраторами сейсмичности и плутогенных месторождений. Модуль 3 – «Историческая геотектоника» объединяет 4 лекции, раскрывающих периодичность геологического развития континентов, основные этапы эволюции земной коры на протяжении геологической истории планеты. В модуль включены обзоры тектонических карт как научных моделей, реализующие тектонические знания и методики и имеющие как теоретическое, так и практическое значение. За почти полвека деятельности ученые составили большое количество общих и специальных карт, основные из которых названы в лекции. Завершает модуль лекция – обзор геотектонических гипотез, показывающая возможности объяснения сложных внутреземных процессов. Модуль 4 – «Геодинамика» объединяет две лекции, раскрывающих суть современной теории плитотектоники и методы получения научной информации о происхождении геологических тел и структур земной коры с позиций этой теории. Заключительная лекция посвящена оценке состояния и тенденций развития дисциплины, возможности создания непротиворечивой теории Земли.

Лекции ведущий преподаватель читает еженедельно, используя интерактивную доску и флеш-карту с иллюстративным материалом. В некоторых лекциях будут использованы наглядные пособия – тектонические карты и схемы, модели рельефа океанского дна, разработанные по данным спутниковой альтиметрии водной поверхности. Войдя в аудиторию, лектор здоровается со студентами и проводит переключку. Отсутствующих он отмечает в журнале преподавателя. На следующей лекции к пропустившим он обращается с вопросам о причинах отсутствия и приглашает на консультацию с целью восполнения возникшего пробела в знаниях. Студент самостоятельно осваивает пропущенную тему и на одной из консультаций отвечает на вопросы преподавателя по данной теме. Накопленные задолженности могут послужить причиной текущей неаттестации студента. После переключки лектор объявляет тему и план лекции, задание самостоятельной работы. Затем следует систематическое изложение вопросов с использованием иллюстраций и записей новых специальных терминов на интерактивной доске. Студент, явно нару-

шающий режим лекции, должен получить замечание, а при повторном нарушении – предложение покинуть аудиторию с соответствующей отметкой в журнале. В течение первого часа лектор, в зависимости от сложности и объема преподаваемых занятий, излагает 1 – 3 плановых вопроса в соответствии с блок – схемой лекции (рис.1).

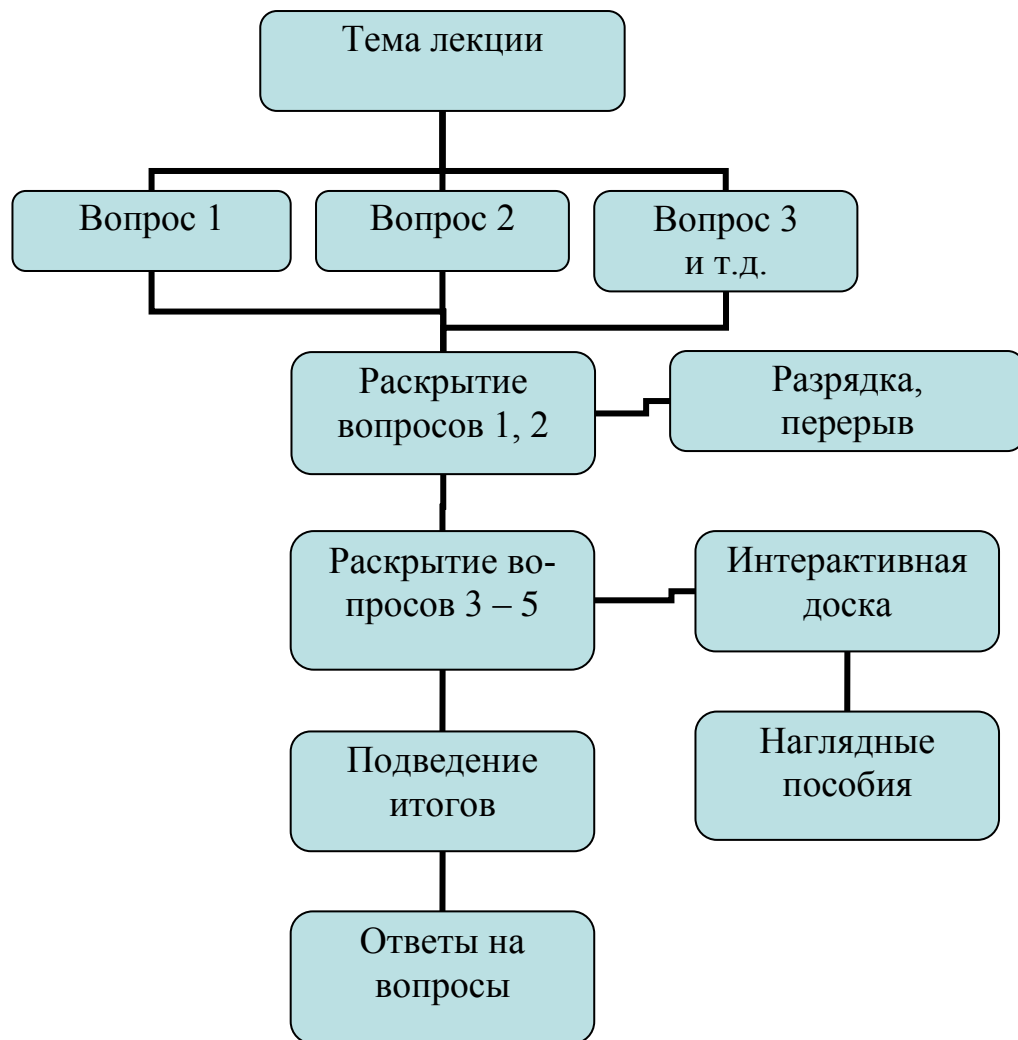


Рис. 1 Блок-схема лекции

После перерыва изложение продолжается. В конце лекции преподаватель кратко суммирует итоги и предлагает студентам задать устные вопросы. Если возникает дискуссия, она может быть продолжена в перерыве между лекциями или же во внеучебное время.

В связи с возможным выпадением лекции по календарным праздникам, либо из-за чрезвычайных происшествий (отсутствие света, сигналы гражданской обороны и т.п.) преподаватель на следующей лекции предлагает студентам самостоятельно освоить пропущенную тему, называя рекомендуемую учебную литературу, главы и страницы книги.

Профессиональные умения и творческий подход преподавателя обеспечивает реализацию лекционного материала в предусмотренном рабочем учебном плане объеме и выход контингента студентов на экзамен.

## **7. СТРУКТУРА И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА**

По модулям и темам лекций дисциплины в соответствии с балансом учебного времени предусмотрено выполнение студентами семи лабораторных работ – одной четырехчасовой (два занятия) и шести двухчасовых. Темы лабораторных работ приведены в таблице 5.

Таблица 5

Темы лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ, объем в часах
1	1.4; 2.7	Построение плана стратоизогипс и изопахит опорного горизонта нефтегазоносной толщи, 0,11 (4)
2	1.3	Составление схемы неотектоники части Восточно-Европейской платформы, 0,06 (2)
3	1.4	Анализ палеотектонического развития площади по стратиграфической колонке систем палеозойской эратемы, 0,06 (2)
4	3.12	Знакомство с общими тектоническими картами, 0,06 (2)
5	3.12	Знакомство со специальными тектоническими картами, 0,06 (2)
6	3.12	Составление тектонической схемы Енисейского кряжа, 0,06 (2)
7	4.15	Составление тектонической схемы литосферы Земли, 0,06 (2)



1. *Составление планов стратоизогипс и изопахит опорного литологического горизонта.* Лабораторная работа расширяет и дополняет темы лекций 1.4 – Методы палеонтологического анализа и 2.7 – континентальные платформы. В ходе ее выполнения студенты знакомятся с понятиями геотектоники о стратоизогипсах (подземных горизонталях опорной структурной поверхности) и о изопахитах (изолиниях равной мощности опорного горизонта или стратона). Работу студенты выполняют по геологоразведочному плану масштаба 1: 10000, на котором нанесены устья разведочных скважин. Каждый студент получает ксерокопию геологоразведочного плана, номер варианта работы и ксерокопию таблицы для вычисления глубины вскрытия скважиной кровли и подошвы опорного литологического горизонта платформенного чехла, а также два поясняющих выполнение работы рисунка. Построения студенты выполняют на геологоразведочном плане. Ввиду значительной сложности лабораторной работы ее выполняют поэтапно, в порядке реализации ряда операций (шагов). Сначала с помощью калькуляторов студенты вычисляют абсолютные отметки подсечения скважиной опорного горизонта как разность абсолютных отметок устья и глубины подсечения горизонта. Данные заносят в журнал. Разница глубин подсечения кровли и подошвы горизонта дает его вертикальную мощность, в рассматриваемом случае равную истинной мощности. Полученную цифру также заносят в журнал. Второй шаг позволяет реализовать задачу морфологической тектоники, обусловленную частым развитием в осадочном чехле разрывных нарушений, в данном случае взброса. Сместитель взброса студенты изображают горизонталями, используя масштаб заложений. В соответствии с имеющимся рисунком проводят систему 20-22 параллельных линий, пользуясь понятием масштаба заложений. На пересечениях горизонталей местности и взброса получают точки для построения линии простираения взброса на геологоразведочном плане. Следующий шаг состоит в выноске полученных значений абсолютных отметок подсечения кровли опорного горизонта и его мощности рядом с устьями скважин на геологоразведочном плане и далее в разбивке сети вспомогательных треугольников (отдельно для лежачего и висячего крыльев взброса). На их сторонах одним из способов пропорционального деления отрезка, концы которого имеют вычисленные (шаг 1) абсолютные отметки кровли опорного горизонта и мощности его, получают точки со значениями стратоизогипс и изопахит. Преподаватель разъясняет студентам, что стратоизогипсы надо отдельно строить для опущенного и поднятого крыльев взброса. Последний шаг работы состоит в построении зоны сдвоения опорного горизонта в зоне взброса. В итоге выполнения лабораторной работы на геологоразведочном плане по своим вариантам студенты проводят системы изопахит и стратоизогипс. Первые отражают особенности осадконакопления в период формирования опорного горизонта, а вторые – тектонические деформации осадочного чехла. В результате выполнения лабораторной работы студенты совершенствуют компетенции 3, 6, 13 и 17, осваивают нужные для практической деятельности спе-

циальные понятия. Потребные принадлежности – это линейка, транспортир, цветные карандаши и калькулятор. Отстроенные на геологоразведочном плане цветными линиями стратоизогипсы и изопахиты студенты подписывают, соответственно в значениях абсолютных отметок и мощности в метрах, предъявляют на проверку преподавателю в часы консультаций или в начале следующего лабораторного занятия и помещают в альбом. Литература, в которой затронуты рассмотренные понятия и методика, следующая: [1], с. 273-291; [2]; [3], с.89-98; [6].

2. *Построение схемы неотектоники Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления.* Лабораторная работа направлена на усвоение студентами методов неотектонического анализа и знакомства с неотектоническими картами, относимым к категории специальных тектонических моделей. Трудоемкость лабораторной работы 0,06 (2), развиваемые компетенции 1, 2, 7, 10, 12 и 13. Схему неотектоники студенты строят на бланковой основе (выданной каждому ксерокопии), где показаны географическая информация, изолинии суммарных амплитуд деформаций территорий, границы ороген и учитывающие типы орогенеза неотектонического этапа, области компенсированного прогибания разной интенсивности. Иллюстративным материалом служит карта неотектоники территории СССР, которую преподаватель вывешивает в аудитории для обозрения. Он рекомендует цветовую раскраску схемы и объясняет методику построения профиля изменения суммарных амплитуд по заданным каждому студенту направлениям. В процессе выполнения лабораторной работы студенты создают цветную схему неотектоники и кроме того, цветной профиль изменения суммарных амплитуд неотектонических деформаций. Для построения профиля студенты проводят горизонтальную (нулевую) линию и с одного из краев перпендикулярную ей вертикальную линию, на которой в миллионном масштабе (1 см профиля соответствует 1 км на карте) откладывают вверх амплитуды поднятия (до 6 км на Кавказе) и вниз амплитуды опусканий (до 5 км в Предкавказском прогибе). Вынеся по профилям точки с различными суммарными амплитудами неотектонических деформаций и соединив эти точки плавной кривой, они получают профиль изменения суммарных амплитуд неотектонических деформаций.

Для полного раскрытия темы преподаватель раздает на просмотр ксерокопии схемы современных движений (актуотектоники) той же территории. Сравнив схемы, студенты убеждаются, что скорости современных движений, порожденных неустойчивыми процессами, примерно, на 2 - 3 порядка выше, то есть в ходе геологического времени сказывается тенденция развития, обусловленная глубинными процессами. Выполненную за одно занятие лабораторную работу студенты предъявляют на проверку и, исправив отмеченные преподавателем недочеты, помещают в альбом лабораторных работ. Требуемые принадлежности: линейка, простой и цветные карандаши.

Литература: [1], с. 68-88; [2]; [3], с.24-32; [4], с. 53-67.

3. *Палеотектонический анализ площади по стратиграфической колонке.* Цель работы – освоение основных методов палеотектонического анализа, взяв за основу стратиграфическую колонку – модель строения осадочной оболочки земной коры на некоторой площади. Эта модель была получена в процессе производства геологосъемочных работ среднего масштаба. Трудоемкость работ 0,06 (2), реализуемые компетенции 1, 7, 10. В базовом варианте колонка содержит литологическую характеристику систем палеозоя и частично – меловой системы мезозоя, ее длина составляет 34 см. Каждый студент получает вариант стратиграфической колонки (ксерокопии) и полоску белой бумаги длиной, примерно соответствующей длине колонке, и шириной 10 см. Эту полоску студенты разбивают на четыре части неравной ширины – более значительной (около 3,5 см) слева и менее значительной (2,2-2,4 см) далее направо. Полоску они прикладывают к литологической части колонки, отмечая рисками начало и конец ее, причем сверху надо оставить место на головку таблицы с графами «Ритмичность», «Фации», «Формации» и «Тектонический режим». Наиболее трудоемким является анализ ритмичности. Необходимо выделить сначала элементарные ритмы в виде треугольников, стоящих на стороне в случае прогрессивного и в случае регрессивного ритма на вершине. Высота треугольника соответствует мощности элементарного ритма в масштабе колонки. Два и более (обычно до 4-6) элементарных ритма образуют ритм II порядка (ритмогамму), отражающую какие-то изменения в ходе слоеобразования (аритмию). Два и более ритма II порядка образуют ритм III порядка (ритмосерию). Обычно в стратиграфических колонках могут присутствовать ритмы до V-VI порядков, но чаще ритмичность нарушают стратиграфические перерывы (на геологической карте их сопровождают несогласия). Ритмы II-III порядков рекомендовано выделять фигурными скобками с римской цифрой. Ритмичность большей частью отражает вертикальные колебательные движения. Далее студенты с помощью преподавателя проводят фациальный анализ стратонев. Для базовой колонки в начале кембрия в районе была размываемая суша, затем протекала трансгрессия моря. В начале ордовика произошло обмеление акватории, и затем седиментация происходила в условиях мелкого шельфа. В силурийском периоде произошел эпигеосинклинальный (прото-) орогенез, и территория надолго превратилась в размываемую сушу. В конце девонского периода началась новая трансгрессия, достигшая максимума в раннем карбоне. В среднем карбоне имел место повторный (дейтеро-) орогенез малой интенсивности, поэтому в конце эпохи мелкое море затопило территорию. В его донных осадках нашли отражение колебательные движения, продолжавшиеся в позднем карбоне и перми. Очередной орогенез предположительно случился в триасе, за которым последовал длительный этап континентального развития. Результаты фациального анализа словесно заносят во вторую графу-столбец. Далее в стратиграфической последовательности студенты выделяют геологические формации. В раннем-среднем кембрии отложилась морская сероцветная моласса мощно-

стью до 1900 м. В позднем кембрии ее надстроила кремнисто-терригенно-карбонатная формация мощностью до 900 м. В ордовике шло накопление (повторное) морской сероцветной молассы мощностью более 3600 м. После длительного перерыва возникла континентальная красноцветная моласса девонского периода резко изменчивой мощности (600-2500 м). На ней залегает известняково-мергельно-аргиллитовая ассоциация позднего девона, также имеющая сильно меняющуюся мощность (50-1200 м). В самом конце девонского периода и в начале каменноугольного отложилось доломитно-известняковая формация мощностью до 2100 м. На ней залегает терригенно-карбонатная формация нижнего карбона мощностью 850-1500 м. В середине каменноугольного периода накопилась красноцветная континентальная моласса мощностью 800 м, перекрытая терригенно-карбонатной формацией позднего карбона-перми, имеющей мощность 1350 м. После длительного перерыва накопилась маломощная (около 200 м) сульфатно-мергельно-терригенная формация. Конечным этапом (синтезом) выполнения лабораторной работы №3 является реконструкция палеотектонического режима. В кембрии и ордовике проявились два цикла протоорогенного развития салаирской геосинклинали. В силуре возникла горная система, просуществовавшая до середины девонского периода. В среднем девоне проявился рифтогенный дейтероорогенез с переходом в режим межгорного прогиба. В середине карбона произошел очередной орогенез, после чего последовало прогибание. В триасовом и юрском периодах вновь протекало горообразование, после чего земная кора приобрела устойчивость с наступлением платформенного развития.

Заполнив все графы полоски бумаги, студенты предъявляют лабораторную работу для зачтения. Эта полоска должна быть подшита (короткой стороной) в альбом лабораторных работ. Потребные для выполнения задания принадлежности – это длинная линейка и простой карандаш.

Литература: [1], с.68-88; [3], с.32-41.

4. *Общие тектонические карты и схемы.* Цель лабораторных работ состоит в ознакомлении студентов с изданными на протяжении, примерно, 30 лет общими тектоническими картами бывшего СССР и сопредельных стран. Трудоемкость работы 0,06 (2), реализуемые компетенции 1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13. В качестве образцовой картографической модели, составленной по принципу возраста главной складчатости, являются Тектоническая карта Евразии масштаба 1:5000000, составленная под редакцией А.Л. Яншина в 1966г. Карта на кафедре была наклеена на тканевую основу, что позволяет развернуть ее в аудитории и разобрать легенду, объяснить принципы составления и рассмотреть главнейшие структуры. Обзор карты делает преподаватель, в то время как студенты записывают основные принципы ее составления. В качестве возрастной последовательности структурных этажей на карте показаны раннекембрийские саамский, беломорский, карельский и сатпурский, фанерозойские байкальский, ранне- и позднекаледонский, герцинский, мезозойский и альпийский. Геосинклинально-складчатые области подразделены на

складчатые комплексы синклинозный, антиклинозный и срединных массивов. Платформенные области подразделены по возрасту фундамента на дорифейские, эпибайкальские и эпипалеозойские. В их пределах показаны главные структурные элементы – синеклизы, антеклизы и щиты. Проведено деление структурных этажей на структурные яруса по особенностям формаций. На карте показаны орогенный структурный ярус, представленный формациями краевых прогибов и межгорных впадин. На карте детально расчленены интрузивные комплексы – формации с выделением геосинклинальных, внегеосинклинальных, синорогенных, позднее- и послеорогенных категорий. В геосинклинально-складчатых областях и по их границам выделены разломы разных типов. Платформенные чехлы подразделены на области с разной глубиной залегания фундамента с помощью изопахит и стратоизогибс. На рассматриваемой карте впервые было проведено отображение тектонических структур краевых морей.

Второй обсуждаемой на занятии является Тектоническая карта СССР масштаба 1:7 500 000 издания 1967 г., составленная под руководством Т.Н. Спичарского. Преподаватель вывешивает ее на стену и ведет обсуждение, в то время как студенты знакомятся с картой и записывают принципы ее составления. Методика картографирования основана на выделении в земной коре структурных элементов по режимам развития. В геосинклинальных областях показаны зоны с демиссионным и инверсионным режимами. Они подразделены на подзоны по особенностям магматических формаций – фемическую, салическо-фемическую, фемическо-салическую и салическую. К геосинклинальным режимам отнесены также области импозитивного развития. Режимы континентальной коры включают омогеосинклинальный и завершенной складчатости с орогенным или койлогенным развитием. Платформенный режим детерминирован только в областях с докарельским фундаментом и горизонтально залегающими отложениями чехлов. В предалах плит выделены авлакогенный, калюмгенный и эмерсионный режимы. Завершая рассмотрение, преподаватель отмечает достоинства карты, состоящие в полноте анализа тектонического развития территорий, и недостатки, связанные с дискусионностью выделения режимов для некоторых регионов, применением ряда новых понятий. Большинство из них в дальнейшем не прижилось.

Третьей из числа рассматриваемых является Геодинамическая карта СССР в масштабе 1:2 500 000, изданная в 1988 г. Редакторы карты Л.П. Зоненшайн и Л.М. Натапов. В соответствии с положениями теории литосферных плит на карте показаны дивергентные (спрединговые) границы разного возраста, конвергентные границы, активные и пассивные континентальные окраины. Кроме того, изображены зоны коллизии плит. В краевых частях последних вынесены составы отложений, в том числе терригенных, терригенно-карбонатных, карбонатных и смешанных флишеподобных, а также вулканические серии и интрузивные комплексы. Линейными знаками на карте показаны глубинные разломы (сутуры), положение древних зон субдукции, фрон-

ты покровно-складчатых сооружений и границы террейнов. На континентах выделены внутренние части с вещественно-структурными комплексами (метаморфическими, зеленокаменными, коллизионными и интрузивными в составе анортозитов и гранитов рапакиви). Недеформированные осадочные чехлы дорифейского возраста выделены цветом с оттенками, отражающими интервалы глубин залегания фундамента. Чехлы с послерифейским фундаментом окрашены другим цветом, оттенки которого также отражают глубины до фундамента. На площади платформ отражены зоны проявления внутриплитного магматизма и рифтогенеза, коровые разломы. На карте показаны области отсутствия гранитно-метаморфического слоя и некоторые локальные структуры. Достоинства карты состоят в разработке новой основы тектонического картографирования, а недостатки – в спорности выделения ряда геодинамических элементов и в ряде случаев излишней генерализации как покровно-складчатых, так и платформенных сооружений.

Завершает лабораторную работу обзор тектонической схемы к миллионному листу N-46(47) Государственной геологической карты РФ. Схема, составленная в 2000 г., базируется на принципе возраста главной складчатости. Преподаватель демонстрирует студентам саму карту и раздает для ознакомления ксерокопии тектонической схемы. Студенты воспринимают информацию и составляют краткую характеристику тектонической схемы. На ней показаны в штриховом и знаковом черно-белом изображении главнейшие особенности тектонической структуры, а именно архей – раннепротерозойская складчатая область (по сути, блоки и глыбы фундамента Сибирской платформы), древние интрузивные комплексы и перикратонные прогибы; салаирская складчатая область Восточного Саяна со структурами эв- и миогеосинклинального комплексов и в их пределах антиклинории и синклинории, блоки предшествующей консолидации, интрузивные комплексы разного возраста, раннеорогенный и длительно формировавшийся орогенный этажи, структуры рифтогенеза; складчатая система каледонид Западного Саяна, включающая антиклинории и синклинорий, офиолитовые аллохтоны, структуры орогенного комплекса, интрузии постскладчатые и эпохи активизации; наложенные структуры эпох среднепалеозойской и мезозойской активизации; плитные комплексы, разломы, четвертичные вулканы.

Отчетными материалами выполнения лабораторной работы 4 являются составленные на листах формата А4 краткие описания рассмотренных карт. Студенты, пропустившие лабораторную работу, знакомятся с названными картами самостоятельно, делают письменный отчет и индивидуально рассказывают преподавателю их содержание в часы консультаций.

Литература: [1], с. 328-344; [3], с. 171-187; [4], с.485-497

5. *Специальные тектонические карты и атласы.* Цель лабораторной работы состоит в ознакомлении студентов с некоторыми видами специальных карт и Атласом тектонических карт и опорных профилей Сибири. Трудоемкость работы 0,06(2), реализуемые компетенции 1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13.

Преподаватель вывешивает в аудитории последовательно рассматриваемые карты, представляет и знакомит контингент подгруппы с ними, а студенты слушают, записывают содержательные моменты и задают вопросы. Сначала подлежит рассмотрению Карта тектоники докембрия континентов масштаба 1:15 000 000, составленная коллективом сибирских ученых и опубликованная в 1972 г. В качестве основной единицы картирования принят структурно-вещественный комплекс. Типов комплексов четыре: по два геосинклинальных и платформенных в складчатом и нескладчатом залеганиях, а самих комплексов 22. Состав комплексов описан классами и видами формаций – литологических, осадочно-вулканических, метаморфических. Интрузивные массивы показаны в виде включений с выделением гранитоидов и габбро-ультраосновных пород. Вне модели структурных комплексов на карте показаны области глубокой переработки или возможного отсутствия докембрийских комплексов. В целом, карта дает представление о структурах, вещественных комплексах и возрастных грациях докембрия континентов.

Далее подлежит рассмотрению одна из палеотектонических карт Атласа литолого-палеогеографических карт СССР, изданных в масштабе 1:7 500 000 в 1967-1968 г.г. На карте показаны области и зоны с разными режимами развития (мио- и эвгеосинклинальным, срединных массивов, орогенным, платформенным), для каждой из которых выделены площади образования вулканогенных, интрузивных и осадочных формаций и с помощью изопахит отражены их мощности. На карту вынесены главнейшие разломы, проявлявшие активность.

К схемам палеотектоники, составленным на геодинамической основе, отнесены таковые для Северо-Востока России, составленные под руководством Л.М. Парфенова в 1981 г. в масштабе 1:2 500 000. В качестве примера рассмотрена схема юрского периода. На ней показаны контуры Восточно-Сибирского континента, Охотоморского и ряда малых микроконтинентов. Показаны области Северного Ледовитого и Тихого океанов, рифты, островные дуги, гранодиоритовые батолиты зон коллизии, окраинные моря, краевые и другие прогибы, зоны аккреции осадочного слоя океанской коры, зоны субдукции, пассивные континентальные окраины и крупнейшие разломы.

Далее на стену аудитории преподаватель вывешивает часть Карты разломов СССР и сопредельных стран, изданной в 1978 г. в масштабе 1:2 500 000. Рассмотрению подлежат южные области страны, охватывающие горно-складчатые сооружения, части Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы. Осадочные чехлы сняты, детально рассмотрены разломы нескольких порядков. Рядом с линией разлома со значками, характеризующими его кинематику и этапы активности, помещено рекомендуемое авторами название. Карта дает представление о сетях разломов, их кинематике, структурообразующей роли, ориентировках, протяженности и периодах динамической активности. Студенты записывают за преподавателем названия регионов и развитых в их пределах главнейших разломах.

В ознакомительных целях студенты обозревают Тектоническую карту Тихоокеанского сегмента Земли, изданную в 1970 г. На ней отображены подвижные пояса и талассократоны, подразделенные на плиты, сводовые и глыбовые поднятия, краевые валы. В зоне перехода от океана к континенту выделены геосинклинали с блоками разного возраста. По сути, эта карта составлена с позиций геосинклинально-платформенного учения. Позднее ее разработчики перешли на позиции плитотектоники, что нашло отражение в сводке Ю.М. Пущаровского 2000 г.

Далее преподаватель выставляет на обозрение Космотектоническую карту Восточно-Европейской платформы и ее обрамления, составленную в 1984 г. под редакцией В.Е. Хаина. Карта построена на основе общих тектонических моделей с нанесением дополнительно информации, полученной при дешифрировании космоснимков, то есть является высокоинформативной. По тектонохронологической шкале на карте выделены складчатые комплексы раннего докембрия, слагающие фундамент платформы, комплексы байкальский, каледонский, варисский и альпийский. Отличительной особенностью карты является рассмотрение структур и вещественных комплексов, образованных в результате переработки конкретным тектогенезом более древних комплексов. Осадочные чехлы подразделены на этажи допозднекареельский, байкальский, варисский и эпиварисский. Глубины залегания фундамента отражены стратоизогипсами с дробной разбивкой глубин. В пределах плит показаны магматиты эпох тектоно-магматической активизации. На карту нанесены отдешифрированные морфоаномалии (линейные и кольцевые). Кроме того, показаны разрывные и складчатые структуры, установленные геолого-геофизическими методами (сняты с миллионных геологических карт листов стандартной разграфки). По итогам рассмотрения данной сложнейшей карты преподаватель делает вывод, что она составлена по принципам классической тектоники.

Последним на лабораторном занятии студенты рассматривают Атлас тектонических карт и опорных профилей Сибири, изданный в 1988 г. Преподаватель последовательно извлекает и объясняет каждый из 10 листов Атласа. На схеме тектоники дорифейских образований показаны комплексы дейтероорогенный, орогенный и геосинклинальный. По возрасту на ней выделены комплексы нижнего протерозоя, нижнего протерозоя и верхнего архея, нижнего архея. Отдельно показаны породы гранулитовой фации метаморфизма. Выделены области глубокой переработки или отсутствия дорифейских комплексов. На картах рифейско-фанерозойских мегакомплексов показаны по режимам формирования эвгеосинклинальный, миогеосинклинальный, геосинклинальный нерасчлененный, протоорогенный, дейтероорогенный, орогенный нерасчлененный, платформенный комплексы. Интрузивные породы включают различные по условиям формирования плутоны гранитоидов, гипербазитов и габброидов офиолитовой ассоциации, щелочных пород. В Атлас включены три геолого-геофизических профиля, отражающих плотностные



разрезы земной коры и положение границы Мохо. Применение метода глубинного сейсмического зондирования позволило наметить условно вертикальные глубинные разломы. В целом, Атлас базируется на классической методике картографирования по возрасту складчатости.

Выполнение лабораторной работы студентам будет засчитано после представления отчета с краткой характеристикой рассмотренных специальных карт.

Литература: [1], с.328-344; [3], с.171-184; [4], с.485-497.

6. *Составление тектонической схемы Енисейского кряжа.* На двух предшествующих лабораторных занятиях студенты знакомились с банком имеющихся на кафедре Геологии, минералогии и петрографии общих и специальных тектонических карт. Целью данной лабораторной работы является приобретение навыков составления тектонической схемы региона проявления докембрийских складчатостей на основе обзорной геологической карты. Трудоемкость работы 0,06(2), реализуемые компетенции 6, 10, 11, 15, 17, 18. В начале занятия каждый студент получает ксерокопию геологической карты масштаба 1: 2500 000, на которой выполняет работу, и тектоническую схему, подлежащую возврату после использования. Преподаватель кратко излагает геологию Енисейского кряжа и предлагает вместо стратонов выделить структурные этажи. Интрузивные массивы не следует включать в схему этажности, а раскрасить по составу. На карте будут выделены следующие структурные этажи в тектонохронологической последовательности: архейский (канская серия), раннекарельский (нижний протерозой, свиты веснинская и хр. Карпинского), позднекарельский (нижний рифей, свиты пенченгинская и кординская), готский (средний рифей, исаковская и сухопитская серии), гренвилльский (низы позднего рифея, тунгусикская серия), байкальский (поздний рифей, осянская и вороговская серии). Слабо деформированные отложения нижнего кембрия допустимо выделить как салаирский этаж (промежуточный комплекс). Палеозойские субгоризонтально залегающие отложения и юрские на востоке (Канско-Тасеевская синеклиза) надо показать как отложения чехла Сибирской платформы. Юрские отложения Зырянской впадины на западе кряжа и неоген-четвертичные во впадинах Нижнего Приангарья следует отнести к отложениям чехла Западно Сибирской плиты. Структурные этажи подлежат раскраске цветными карандашами. Археиды рекомендуем закрасить розовым, ранние карелиды – сиренево-красным, поздние карелиды – сиреневым, готиды – красно-коричневым, гренвиллиды – густо-фиолетовым, байкалиды – светло-фиолетовым цветами. Образования салаирского этажа можно показать оливковым, отложения чехла Сибирской платформы – светло-коричневым, а Западно-Сибирской плиты – зеленым. Гранитные плутоны рекомендуем закрасить красным цветом разных оттенков в зависимости от их возраста, а габбро и платобазальты – зеленым. На тектонической схеме требуется выделить антиклинории (и Енашиминское поднятие) наложенной вертикальной карандашной штриховкой, а также синклинии – горизонтальной

штриховкой. Для этого студенты используют тектоническую схему О.А. Вотаха. Преподаватель следит за выполнением работы и за тем, чтобы все тектонические элементы нашли отражение в составленных студентами условных обозначениях. Завершенная тектоническая схема (вероятнее всего, уже на следующем занятии) предъявляется каждым студентом на проверку преподавателю и затем ее помещают в альбом лабораторных работ. Требуемые принадлежности: линейка длиной 30 см и более, простой карандаш и набор цветных карандашей, желательна 24 штуки.

Литература: [1], с. 328-344; [3], с.171-187; [4], с.485-497

7. *Ознакомление с тектонической схемой земной коры.* Это завершающая лабораторная работа, имеющая целью закрепление знаний студентов главнейших особенностях геологического строения континентов и океанов. Глазомерно перенося с полученной каждой схемы тектоники земной коры на более крупную бланковую основу структуры, они отрисовывают контуры и подписывают древние платформы, геосинклинально-складчатые пояса разного возраста и окаймляющие их передовые прогибы, молодые платформы, континентальные рифты, в результате чего получают представление о местоположении и собственных названиях главнейших структур континентов. В океанах Земли они отрисовывают и подписывают срединно-океанские хребты и линейные поднятия, пересекающие их трансформы, глубоководные желоба, шельфы и пологие континентальные склоны. Трудоемкость работы 0,06(2), реализуемые компетенции 3, 4, 6, 10, 17. Основными структурами континентов, составляющими их ядра (наиболее древние и стабильные площади континентальной земной коры) являются древние платформы. На схеме показаны 10 древних платформ, а именно общие контуры и подписаны их названия. Из лекционного курса студенты должны были усвоить, что в строении древних платформ тектонисты выделяют щиты (выходы на поверхность древнейших, сильно деформированных и глубоко метаморфизованных пород гранитно-метаморфического слоя континентальной коры) и плиты (области распространения почти не деформированных осадочных отложений позднего докембрия и фанерозоя). Древние платформы имеют угловатые очертания и окаймлены линейными геосинклинально-складчатыми поясами. Среди них по геологическому возрасту на схеме выделены позднедокембрийские, раннепалеозойские, позднепалеозойские, мезозойские и кайнозойские. В терминах тектонохронологии это соответственно байкальские, ранне- и позднекаледонские, герцинские, киммерийские и альпийские пояса. Более древние складчатые сооружения (карельские, готские, гренадильские и дальсландские) тектонисты традиционно включают в состав фундамента. Древние платформы со складчатыми поясами палеозоя, мезозоя и кайнозоя граничат по структурам передовых прогибов. Молодые платформы, за исключением Западно-Сибирской, имеют менее значительные размеры и представлены почти исключительно плитами, в которых не выражены прогнутые (синеклизные) и приподнятые (антеклизные) части. Отложения чехлов молодых платформ бо-

лее деформированы. На схеме-основе, выполненной в черно белом варианте, структуры континентальной земной коры показаны штриховкой и рисованными знаками. Для ускорения работы преподаватель предлагает воспользоваться набором цветных карандашей и закрасить структуры континентов. Рекомендуемые цвета раскраски: древние платформы – красный, молодые платформы – розовый, докембрийские складчатости – фиолетовый, раннепалеозойские пояса – коричневый, позднепалеозойские пояса – серый, мезозойские – голубой, альпийские складчатости – желтый, краевые прогибы – оранжевой. Соответственно, построенную схему надо сопроводить условными обозначениями. Пространства океанов на схеме остаются белыми, студенты отрисовывают черной пастой оси срединно-океанских хребтов и поднятий и поименовывают их, изображают тонкими линиями трансформы и жирными – глубоководные желоба. Крапом надо показать шельфы и континентальные склоны.

Выполнив лабораторную работу, студенты углубляют представления о кардинальных отличиях строения континентов и океанов. В структурах первых есть древнейшие породы Земли, сами они более разнообразны и менее масштабные. В океанах нет отложений и базальтов древнее 150 млн. лет, в них наблюдаем сочетание колоссальных по размерам площадных и линейных элементов. Особую категорию структур представляют собой зоны конвергенции континентального и океанского сегментов, развитые главным образом в Тихом океане. Потребные для выполнения лабораторных работ принадлежности – это линейка, простой карандаш, набор цветных карандашей и ручка с черной пастой.

Литература: [1], с. 328-344; [3], с. 171-184; [4], с.485-491.

### 7.1 Методика проведения лабораторных занятий

По учебному плану лабораторные выполняются раз в две недели по подгруппам для академических групп численностью более 16 студентов и по группам при меньшей численности. Учебный семестр, в соответствии с разработанным диспетчерами расписанием, может начаться для части потока именно с выполнения лабораторной работы. Естественно, невозможно обеспечить полное согласование тематики лекций и лабораторных работ. Но в общем и целом тематика лабораторных работ составлена таким образом, чтобы разъяснить и дополнять методически и практически лекционный курс.

Войдя в аудиторию, преподаватель здоровается со студентами, отмечает в журнале отсутствующих и предлагает предъявить для просмотра предыдущую лабораторную работу, если этого не случилось на предыдущем занятии. Результаты просмотра он фиксирует в журнале. Если на дом задавалась проработка тем самостоятельного освоения, преподаватель проводит беглый опрос и выставляет оценки. Далее педагог объявляет тему лабораторной работы, раздает необходимые карты и схемы и объясняет цели и методику выполнения задания. В процессе работы студента он ведет наблюдения за каж-

дым, поясняет методические моменты, отвечает на вопросы по теме работы. Блок – схема занятия приведена рис.2.

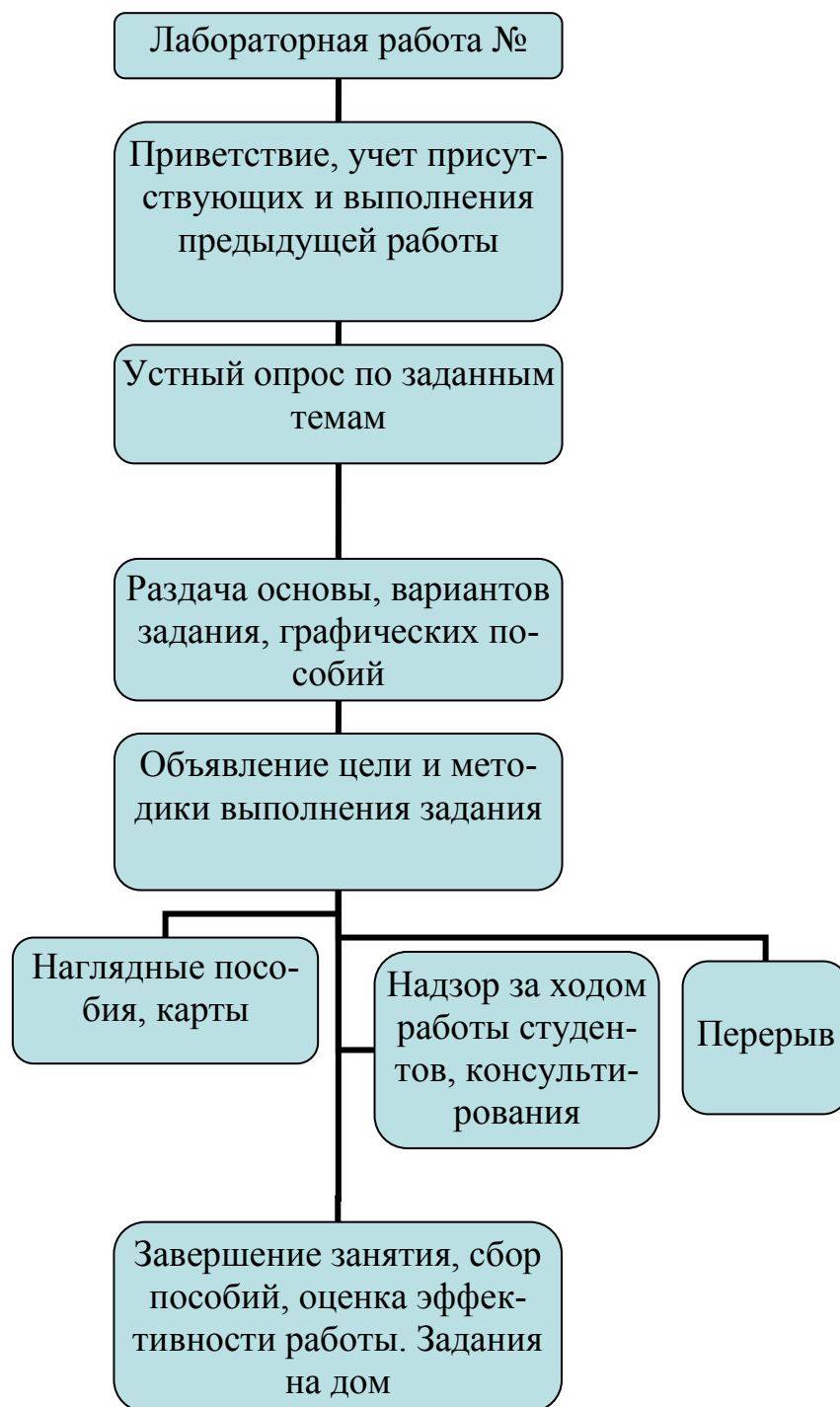


Рис. 2 Блок-схема лабораторной работы

В последние несколько минут до звонка преподаватель собирает раздаточный материал, снимает наглядные пособия, выдает задания по темам самостоятельной работы и отвечает на вопросы по дисциплине.

Как правило, аудитории, выделенные для проведения занятий, не оборудованы интерактивными досками. Основные используемые информационные ресурсы – это изданные типографским способом карты и схемы. Инновационных методик и методических материалов по темам лабораторных работ нет.

## 8. СТРУКТУРА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

При освоении дисциплины предусмотрено самостоятельное изучение теоретического материала по рекомендуемым ведущим преподавателем учебникам, руководствам, энциклопедиям (см. список литературы). Учебно-методические материалы находятся в библиотеке и частично- в лаборантской кафедры. Усвоение учебного материала преподаватель проверяет путем опросов на лабораторных занятиях, текстового контроля занятий, ответов на экзамене. Темы самостоятельной работы приводятся в табл. 6.

Таблица 6  
Темы самостоятельной работы

№ п/п	Модуль, раздел	Название темы, трудоемкость работы
1	2	3
1	1.1	История становления дисциплины, 0,06 (2)
2	1.1, 1.2	Оболочки Земли и типы земной коры, 0,11 (4)
3	1.3	Типы движений земной коры, 0,06 (2)
4	1.2	Литосфера, её фрактальность, 0,11 (4)
5	2.5	Строение и морфогенез океанов, 0,11 (4)
6	2.7	Континентальные платформы, 0,11 (4)
7	2.6	Покровно-складчатые пояса, 0,17 (6)
8	2.8, 2.9, 2.10	Специфические геоструктуры континентов, 0,22 (8)
9	3.12	Принципы геотектонического районирования и картографирования, 0,06 (2)
10	3.11	Тектохронология, 0,06 (2)
11	3.13	Этапы развития земной коры, 0,06 (2)
12	3.14	Анализ геотектонических гипотез, 0,11 (4)
13	4.15	Методы геодинамического анализа, 0,17 (4)
14	3.12, 4.15	Геодинамические карты, 0,11 (4)
15	-	Завершение лабораторных работ 1-7 0,22 (8)

## 8.1 Содержание тем СРС

1. *История становления дисциплины.* Цель проработки темы – расширение знаний по вопросам развития науки. В.Е. Хаин и А.Е. Михайлов выделили 5 этапов накопления общегеологических и позднее – геотектонических знаний. Первый этап донаучный, охватывающий конец XVII – начало XVIIIв. Для естествознания в эти века имели значение труды Р. Декарта и Г. Лейбница. Они полагали, что Земля вначале была огненным шаром. После его остывания образовались твердая оболочка, подземная, воздушная и водная. Обрушение каменной оболочки породило горы и моря. Важное значение для геологии сыграл труд Н. Стенона, повлиявший на развитие стратиграфии и структурной геологии. Второй этап подготовительный (вторая половина XVIII – начало XIXв.в.). вклад в геологию внесли А. Вернер, М.В. Ломоносов, Дж. Геттон, А. Гумбольдт и Л. фон Бух. В противоборстве нептунистов и плутонистов закладывались основы научной геологии. Третий этап ранненаучный (XIX век). Яркие следы тогда оставили Ч. Лайель, Эли де Бомон, Дж. Холл, Дж. Дэна, А.П. Карпинский, М. Бертран, Э. Зюсс. В статье К. Науманна по Альпам появился термин «геотектоника». Четвертый этап классический (первая половина XXв.) знаменуется бурным развитием геологических и тектонических представлений. Большое значение для науки имели труды А.Д. Архангельского, Н.С. Шатского, В.А. Обручева, Г. Штиле, М.М. Тетяева (автора первого учебника, 1934г.). Пятый этап революционный (вторая половина XXв.), знаменуется противоборством фиксистских (В.В. Белоусов, А.Л. Яншин) и мобилистских (Г. Хесс, Р. Дитц, Б. Изакс, Л. Сайкс, К. Ле Пишон, Дж. Вилсон) воззрений, развитием методов исследований и геотектонической картографии. В XXIVв. наступает очередной этап, в ходе которого возможно создание непротиворечивой теории Земли. Трудоемкость темы 0,06 (2).

Литература: [1], с. 9-16; [3], с. 9-19; [4], с. 15-19; [7]; [8], с. 270-336.

2. *Оболочки земли и типы земной коры.* Оболочечное строение является общим свойством планет. Методами сейсмологии ученые установили внутренние оболочки. Одной из первых была модель Джеффриса-Гутенберга, в 80<sup>х</sup> годах XX в. появилась схема К. Буллена из 7 зон. Вначале Ю.М. Пуцаровский предложил новую модель из 9 зон. Основными типами земной коры являются континентальный и океанский, кроме того, существуют переходные типы. Состав верхней мантии определяют минеральные формы 6 химических элементов. Рост давлений и температур имеют следствием фазовые переходы во все более плотные соединения. Внешнее ядро образует расплав железа с примесями 4-5 элементов. Состав внутреннего ядра предположительно железо-никелевый с примесями тех же элементов. Континентальная земная кора состоит из трех геофизических слоев суммарной мощности порядка 40км. Первый слой осадочный резко переменной мощности (0-22км). Второй слой гранитно-метаморфический, его мощности от 15 до 35км. Выходы этого слоя на поверхность геологи наблюдают на кристаллических щитах. Третий слой

гранулит-базитовый, о его составе ученые судят по включениям в основных магматических породах. Расчетные мощности этого слоя 6-20 км. Геофизические разделы в континентальной коре – граница Конрада (иногда сдвоенная,  $K_1$  и  $K_2$ ) и граница Мохо в подошве коры. По новейшим данным, отмечается расслоенность нижней коры и подстилающей мантии. Океаническая кора состоит из трех сравнительно маломощных слоев – осадочного резко изменчивой мощности (0-16 км), базальтового мощностью 0,5 -2 км. Его состав детально изучен по кернам глубоководного бурения (более 1600 скважин). Третий слой океанской коры габбро-ультраосновной, составляющие его породы добыты драгами из раздвигов океанского дна. Трудозатраты на освоение вопроса 0,11 (4).

Литература: [1], с. 22-66; [3], с. 75-81; [4], с. 20-39; [7].

3. *Типы движений земной коры.* Для студентов важно условить представление о Земле как тектонически активном планетном теле. Главнейший источник движений, следствием которых являются деформации, изменения плотности и минерального состава, возникновение магм, является внутреннее тепло. Кроме того, действуют космические факторы – изменение параметров орбиты и скорости вращения Земли. В истории геотектоники выделялись разные виды движений. О кратерах поднятий говорил Дж. Геттон. А.П. Карпинский отмечал роль колебательных движений, Г. Гилберт выделил эпейрогенические (создающие континенты) и орогенические (создающие горы) движения, А. Вегенер в основу развития Земли положил горизонтальные движения. Разработки теории и классификации тектонических движений предпринимались М.М. Тетяевым, В.В. Белоусовым, М.В. Муратовым и В.Е. Хаиным. Но попытки разработки генетической классификации тектонических движений оказались безуспешным. По разным основаниям выделяют виды движений. По глубине различают поверхностные, глубинные и сверхглубинные (мантийные) движения. В зависимости от времени проявления их делят на современные, измеряемые инструментальными методами, молодые (голоценовые), неотектонические (кайнозойские) и палеотектонические. Последние выявляют по данным геологического анализа. В.П. Гаврилов охарактеризовал главнейшие свойства тектонических движений – сложность, соподчиненность, постоянство во времени. Эти свойства студенты должны уяснить и применять в учении и практической деятельности. Трудозатраты времени на усвоение темы 0,06 (2).

Литература: [1], с. 68-89; [3], с. 75-81; [4], с. 53-67; [6]; [7].

4. *Литосфера, ее фрактальность.* Если выделением и исследованием свойств земной коры геологи занимаются более 150 лет, то понятие литосферы является новым и относится к достижениям геотектоники и ее ветви геодинамики 70<sup>x</sup> годов XXв. Литосфера представляет из себя надоболочку, включающую земную кору и подстилающую относительно холодную (с температурами не более 1100°C) мантию. Основанием для выделения литосферы послужило обнаружение пластической подболочки в мантии – астеносферы.

Свидетельства в пользу ее существования – изостадия и данные сейсмологии. Литосфера обладает достаточной хрупкостью, хотя и не столь значительной, как у земной коры. Она разбита на систему плит, которые перемещаются друг относительно друга. Границы плит тектонисты определяют по ряду признаков. Во-первых, это пояса сейсмичности, во-вторых, распределение активных вулканов, в-третьих, это рифты и сопровождающие их хребты и поднятия. Наконец, в расчет принимаются геоморфологические особенности суши и морского дна (желоба и островные дуги). Крупные литосферные плиты выделил К. Ле Пишон в 70-х годах, всего их семь. Их названия студенты-геологи должны твердо знать. Позднее тектонисты выделили более десятка менее крупных плит, из которых необходимо знать и при необходимости показать на картах 5-6 (Карибскую в Западной Атлантике, Кокос, Наска, Филиппинскую и Охотоморскую в Тихом океане). Специалисты по тектонике континентов выделили малые плиты III порядка. На территории России это Амурская, Забайкальская, Верхоянская, Омолонская и др. Кроме того, в складчатых областях геологи-съемщики выделили экзотические блоки-террейны, но далеко не всегда по очевидным признакам. Крупные плиты I –II порядков имеют дивергентные (спрединговые), конвергентные (субдукционные, коллизионные на суши) и трансформные границы, которые студенты должны уверенно выделять по картам (физико-географическим и тектоническим). Трудоемкость подготовки вопроса 0,11 (4).

Литература: [1], с. 141-150; [3], с. 135-150; [4], с. 68-208; [5], с. 211-301.

5. *Строение и морфогенез океанов.* Студенты должны осознавать, что живут на планете, которую следовало бы назвать по виду преобладающей океанской поверхности, причем есть предположение В.В. Орленка, что в геологическом будущем океаны поглотят континенты. Сейчас на Земле четыре океана, причем только один, притом самый крупный существуют более 1 млрд. лет. Остальные геологические молоды. Дно океанов подразделено на геоморфологические провинции: шельфы, материковый склон, материковое подножье, глубоководные равнины, островные дуги, подводные поднятия и срединные хребты. Шельфы являются затопленными окраинами континентов и имеют в структуре коры гранитно-метаморфический слой. В пределах материкового склона он истончается и исчезает к материковому подножью. Здесь развиты глубокие прогибы с аномально большими мощностями преимущественно турбидитовых отложений. Глубоководные равнины могут быть плоскими и волнистыми. На них почти исключительно в Тихом океане расположены потухшие вулканы-гайоты. Равнины пересекают разломы дна с тектоническими уступами и местами раздвигами-гьярами. Срединно-океанские хребты и линейные поднятия образуют мировую систему большой протяженности и объема. В их центре расположены ступенчатые грабены, но иногда горсты (вулканические острова). С хребтами и поднятиями связаны полосовые магнитные аномалии и трансформные разломы. В рассматриваемых структурах происходит спрединг дна и рождается новая океанская кора.



В глубоководных желобах происходит поддвиг относительно древних частей этой коры. Геодинамическим эффектом этого процесса является образование островодужных систем. Зонами сочленения океанов и континентов являются пассивные и активные окраины. Последние характерны только для юго-восточной части Тихого океана. В позднем докембрии и палеозое существовали другие океаны, названия которых надо запомнить (Палеоазиатский, Тетис, Япетус).

Трудоемкость вопроса 0,11 (4).

Литература: [1], с. 152-200; [4], с. 277-306; [6]; [7].

6. *Эволюция покровно-складчатых поясов.* Тектонисты, принадлежащие разным научным школам, именуют рассматриваемые пояса также горно-складчатыми и геосинклинально-складчатыми. Предположительно они возникли после распада Пангеи – 1 и на протяжении 1,2-1,3 млрд. лет зонально эволюционировали, формируя весьма сложные по строению преимущественно линейные структуры. Следует запомнить названия поясов: Западнотихоокеанский, Восточнотихоокеанский, Урало-Монгольский, Средиземноморско-Гималайский, Северо-Атлантический и Арктический. В пределах поясов по местоположению, господствующей ориентировке складчатостей и возрасту структурнообразования выделяют покровно-складчатые области и системы. Рассмотрение главнейших особенностей строения систем в направлении от некой платформы к другой платформе или к океану позволяет выделить следующие сложные тектонические структуры: *передовые прогибы* – седиментационные бассейны с последовательностью глинисто-кремнистой, битуминозно-известняковой, песчано-алевролитовой, терригенно-карбонатной и карбонатной формации с угленосной и гипсо-соленосной субформациями. Венчает формационный ряд моласса. Далее следует *внешняя зона*, развившаяся на континентальной коре (тектонисты именуют ее экстернидной, многогеосинклинальной, пассивной окраиной). Ширина этой зоны до нескольких сотен километров, она выполнена аспидной, терригенно-карбонатной, карбонатной и молассовыми формациями. Интрузии в этой зоне немногочисленны. *Внутренняя зона* (интернидная, эвгеосинклинальная, островодужная). Последовательность формаций очень непостоянна. В основании ряда расположена аспидная с вулканитами, либо граувакковая формации, а выше – спилит-кератофировая или спилит-диабазовая, затем базальтово-известняковая и кремнисто-известняковая, еще выше порфиритовая формации и, наконец, молассы. Сложная складчатость внешней зоны дополнена разломами разной ориентировки, в том числе сбросами, надвигами, покровами. В зоне большое количество интрузий – от ранних габбро-ультраосновных через габбро-диоритовые и плагиогранитные и поздним гранитоидным и щелочным. Особыми элементами покровно-складчатых систем и областей являются *срединные массивы*, являющиеся либо блоками ранней консолидации, либо подземными выступами фундамента. Формации чехла специфичны с развитием либо терригенно-вулканогенной, либо карбонатной и терригенно-карбонатной. В

пределах покровно-складчатых сооружений можно наблюдать наложенные структуры – прогибы, рифты, интрузии этапа тектоно-магматической активизации. Трудозатраты учебного времени ввиду большой сложности вопроса 0,17(6).

Литература: [1], с. 246-272, [3], с. 100-109; [4], с. 334-371.

7. *Континентальные платформы.* В западной литературе эти структуры именуют кратонами. Это древние ядра континентов, которым присущ равнинный рельеф и малые скорости вертикальных тектонических движений. В плане они полигональные. Тектоническое строение платформ этажное. В относительно поднятых структурах (кряжах и местами горах) обнажены древнейшие сильно метаморфизованные и пропитанные интрузиями толщи. Такие структуры носят название щитов, а слагающие их породы – фундаментом. Равнинные пространства с почти недеформированными отложениями (осадочным чехлом) в России именуют плитами платформ, а за рубежом – платформами кратонов. В зависимости от возраста фундамента платформы делят на древние (раннедокембрийского формирования) и молодые (позднедокембрийские или фанерозойские). В строении щитов различают структурные комплексы серогнейсовый, зеленокаменный, мигматит-кристаллосланцевый, гранулитогнейсовый. Они прорваны большим количеством интрузий (ареал-плутонов, батолитов, лополитов и др.). Более молодыми структурами щитов являются протогеосинклинали и более редкие протоплатформы, а также складчатые системы раннего и среднего рифея. В пределах платформенных плит выделены слегка прогнутые (доли градуса) области с очень большими (более 5 км) мощностями осадочного чехла, именуемые синеклизами, и слабовыпуклые территории с малыми мощностями чехла – антеклизы. Эти структуры осложнены менее значительными дислокациями (валами, куполами, складками) и разломами. Сторонники геосинклинально-платформенного учения полагают, что океанская кора, пройдя геосинклинальный цикл развития, превращается в мощную континентальную, которая со временем становится фундаментом платформы. Но в отдельных случаях эта кора претерпевает деструкцию с появлением вторичной геосинклинали. Сторонники учения (теории) плитотектоники говорят, что фундамент кратонов возникает вследствие коллизии литосферных плит. Но все тектонисты согласны в том, что платформы в своем развитии проходят несколько стадий: кратонизации, раннеавлакогенную, синеклизную, плитную и эмерсивную. Только после этого область становится континентом. Трудозатраты на самостоятельное освоение темы 0,11(4).

Литература: [3], с. 89-94; [4], с. 372-402, [7].

8. *Специфические структуры континентов.* В теме для самостоятельной проработки объединены материалы трех лекций модуля 2 (№№ 8, 9, 10), поэтому трудоемкость вопроса значительная - 0,22(8). Следует усвоить понятие орогенеза и знать типы *горных сооружений*. Это возвышенные (более 1000 м над уровнем моря), высокие и высочайшие пояса, области и системы с

сильно расчлененным рельефом. Некоторые наблюдаемые людьми горы образовались по геологическим меркам недавно, часто на протяжении 2-3 миллионов лет. В Альпийской горной области орогенез с позиций геосинклинально-платформенного учения является эпигеосинклинальным, а с позиций плитотектоники – одним из вариантов коллизионного. В Урало-Монгольском горно-складчатом поясе орогенез отечественные тектонисты относят к эпиплатформенному, учитывая геологические доказательства существования на этих территориях равнинного рельефа в конце палеозоя. Островодужные горы характерны для периферии Тихого океана. Это горы Курильского архипелага, Японии, Индонезии, Филиппин, Анды и др. Они формируются в зонах субдукции. Бесспорно, коллизионными являются горы Центральной Азии, прежде всего, Гималаи, Гиндукуш, Каракорум и Памир. Они эволюционировали на протяжении более 50 млн. лет после столкновения Индостанской плиты с Евразийской. За столь значительный срок произошло перемещение низов земной коры Индостана к северу на расстояние до 300 км. Наконец, некоторые горные массивы и короткие хребты могли вырасти в результате сводообразования под воздействием мантийного плюма. На Кольском полуострове Хибинские горы образовались не без участия плюмтектоники в области гляциоизостатического поднятия территории.

*Континентальные рифты* – это очень распространенные линейные и колленообразно сочлененные системы, известные на всех континентах, порой в значительном числе (Европа, Азия, Африка и Северная Америка). Байкальский и Восточно-Африканский рифты относятся к числу развивающихся. Рейнский и соседние рифты Европы закончили развитие в кайнозое, Колтогоро-Уренгойский рифт Западной Сибири – в юре, а системы рифтов в фундаменте Восточно-Европейской платформы – в нижнем палеозое. Древние рифтогенные системы, скрытые под отложениями чехлов платформ, тектонисты именуют авлакогенами. По механизмам рифтогенез бывает активным и пассивным. Первый тип является реакцией континентальной коры на поднятие мантийного диапира. Тепловое возбуждение геологического пространства вызывает рост свода, а растекание мантийного вещества – формирование грабена. Пример активного рифтогенеза – Байкальская система. Пассивный рифтогенез является следствием воздействия на земную кору глубинных сдвигов, в результате чего проявляются блоковые движения в форме системы горстов и грабенов. Американские ученые к пассивной относят систему бассейнов и хребтов в Калифорнии США. В развитии рифтов Е.Е. Милановский различает стадии заложения, проседания и инверсии.

*Глубинные и крупные коровые разломы.* Хрупкость земной коры является твердо установленным фактом. В обстановке напряженного состояния недр развиваются системы дизъюнктивов. В бывшем СССР почти 50 лет пользовалась популярностью геологов практика выделения глубинных разломах. Прошедшая уже в XXI в. ревизия представлений о глубинных разломах заставляет тектонистов более осторожно и ответственно подходить к де-

терминации этих структур. Что касается коровых разломов, то они, безусловно, широко распространены, хотя в ряде случаев требуют структурного доизучения. По кинематической классификации среди разломов выделяют сбросы (в том числе листрические, сместители которых на глубине переходят в субгоризонтальные срывы), сдвиги, надвиги и покровы. Крупных сбросов на геологических картах много, чего не скажешь о сдвигах. Знаменитыми в литературе сдвигами являются Грейт Гленн в Шонтандии, Сан - Андреас в Калифорнии и Таласо-Ферганский в Узбекистане. Амплитуды горизонтально перемещения геологических тел по ним составляют 150 км, возможно более. Надвиги – весьма распространенные разломы складчатых областей и ограничений последних с платформами. Часто фиксируются чешуйчатые надвиги. Широко известен надвиг каледонид Скандинавии на структуры Балтийского щита, надвиги герцинид Урала на Предуральский прогиб и другие. Тектонические покровы хорошо изучены в Альпийско-Средиземноморской области, где есть офиолитовые, пеннинские и гельветские покровы. В Предкарпатье развиты покровы скалывания. Многие разломы по кинематике являются комбинированными (сбросо-сдвиги и др.). С позиций геодинамики важно выделять швы столкновения плит (сутуры).

*Режимы тектоно-магматической активизации* проявились в ходе геологического развития всех крупных структур континентов. Важность их изучения состоит в высоком потенциале рудоносности образованных геологических тел. Тектоно-магматическая активизация возникает под воздействием на земную кору мантийных плюмов. Глыбовая активизация проявлена на древних и молодых платформах, где заложились относительно узкие синеклизы и антеклизы и позднее внедрились малые интрузии гранитов и сиенитов. Платобазальтовая активизация проявилась во многих древних платформах. Наиболее масштабной она была в Сибирской платформе, особенно в Тунгусской синеклизе. В Норильском рудном районе она привела к образованию крупнейших медно-никелевых месторождений, а в самой синеклизе – графитов по углям, исландского шпата в силах и дайках и месторождений магнетитовых руд. Режим центральных интрузий и трубок взрыва проявился со среднего девона по триас в щитах, антеклизах, горно-складчатых областях. С ними связаны крупные и прочие месторождения нефелина, апатита, магнетита, флогопита, ниобия и редких земель, а также алмазов.

*Впадины и внутренние моря* образуются при интенсивном компенсированном в первом случае и некомпенсированном – во втором прогибании земной коры. Причины прогибания могут быть разные, но в основе лежит плюм-тектоника. Под воздействием устойчивого теплового возбуждения земная кора прогибается предположительно вследствие эклогитизации гранулит-базитового слоя, либо при растекании нагретого пластичного материала нижних слоев в стороны от мантийного плюма. Некоторые тектонисты предполагают протекание базификации гранитно-метаморфического слоя.

Литература: [1], с. 246-325; [3], с. 99-123, [4], с. 416-469, [7].

### 9. *Принципы геотектонического районирования и картографирования.*

Составление тектонических карт ученые осуществляют для земного шара в целом, континентов и океанов, государств, регионов. Кроме того, выполняют более мелкомасштабные схемы для регионов и листов Государственной геологической съемки мелкого и среднего масштабов. Тектоническая карта – это модель строения, формаций, режимов и этапов формирования земной коры. Тектонические карты обычно составляют в мелких масштабах (от 1:500 000 до 1:25 000 000). По содержанию эти модели могут быть общими и специальными. Последние освещают не все, а только отдельные стороны тектогенеза и структурообразования в земной коре. Обязательной процедурой картографирования является районирование – разбиение геологического пространства на части по списку свойств, который ученые продумывают до начала работы. Общие тектонические карты до 80-х годов XX в. составляли главным образом по возрасту складчатости, беря за основу положения геосинклинально-платформенного учения, говорившего об обязательности инверсии, когда имеют место главная складчатость и внедрение гранитных батолитов. В бывшем СССР по этому принципу составляли карты страны, Европы и Евразии Н.С. Шатский, А.А. Богданов, А.Л. Яншин, а также многие региональщики. В противовес этому принципу специалист ВСЕГЕИ Т.Н. Спижарский составил и издал в 1967 г. карту по режимам земной коры. В 90-х годах XX в., когда в России утвердились представления плитотектоники, появились новаторские геодинамические модели, рассмотрение которых будет сделано в отдельной теме (№ 15).

Специальные тектонические карты отражают один из аспектов строения, вещественных комплексов и режимов развития территорий. Следует познакомиться с описанием и изданными моделями следующих карт: «Карта фундамента территории СССР» (1974 г.), «Карта докембрия континентов» (1972 г.), одной из палеотектонических карт «Атласа литолого-палеогеографических карт СССР» (1968 г.), «Карту разломов СССР и сопредельных стран» (1978 г.) и «Космотектоническую карту Восточно-Европейской платформы и ее обрамления» (1984 г.).

Литература: [1], с. 328 – 343; [2]; [3], с. 171-187; [4], с. 485-497; [6], [7].

10. *Тектонохронология.* Данная тема освещает вопросы датирования главнейших событий структурообразования в земной коре. С этой целью используют данные радиохронологического датирования толщ и комплексов, для фанерозоя – также стратиграфические шкалы, а для мезозоя и кайнозоя – палеомагнитную шкалу. В геотектонике идея цикличности развития была заимствована у недифференцированной геологии еще в начале XIX в., нашла отражение в трудах француза Э. де Бомона. В конце XIX в. француз М. Бертран выделил «орогенезы» (циклы), а в первой четверти XX в. немец Г. Штилле разработал канон (закон) орогенических фаз. В 70-х годах XX в. зарубежные ученые развили представления немца А. Вегенера о существовании в конце палеозоя суперконтинента Пангеи, который в дальнейшем распался, и

стали говорить о последовательности образования- деструкции Пангей. Канадец Дж. Вильсон выделил геодинамический цикл, в течение которого начинается распад суперконтинента, активно протекает океанообразование, а затем процессы субдукции и коллизии приводят к воссозданию Пангеи, но уже в другом полушарии Земли. В.Е. Хаин предложил выделять циклы трех порядков: Вильсона продолжительностью около 650 млн лет, Бертрана (300-220 млн лет) и Штилле (30-40 млн лет). Представления о тектонической периодичности трех порядков позволяет тектонистам датировать циклы и фазы структурообразования, в частности выделять структурные этажи и ярусы. Студенты должны запомнить названия и последовательность циклов и фаз. Трудоемкость темы 0,06(2).

Литература: [5], с. 302-304; [6]; [8], с. 194-218.

11. *Этапы развития земной коры.* Земля образовалась, примерно, 4,5 млрд лет назад, причем вскоре приобрела спутника Луну, поэтому в дальнейшем развивалась двойная система, что имело важнейшие геологические и биосферные последствия. Первые 0,7-0,5 млрд лет приходятся на догеологический этап. Раннеархейский этап (4,0-3,5 млрд лет) знаменуется образованием серых гнейсов и возникновением примитивных форм жизни. Позднеархейский этап (3,5-2,6 млрд лет) отмечен развитием среди гранито-гнейсовых куполов зеленокаменных поясов с вулканитами и вулканогенно-осадочными породами и в их числе железистыми кварцитами. Появились плутоны нормальных калиевых гранитов и формация гранулитов. Некоторые тектонисты полагают, что на этом этапе уже протекало неотектоническое развитие и возникла Пангея О. Протерозойский этап (2,6-1,7 млрд лет). В начале этапа земная кора континентов была мощной и хрупкой, на что указывают древнейшие разломы и становление расслоенных плутонов ультраосновных пород и габбро а также нормальных гранитов. В атмосфере появился в небольшом количестве свободный кислород и протекало массовое осаждение оксидов железа. Формировались терригенные и органогенные карбонатные породы. Усложнилось структурообразование за счет протогеосинклиналей, протоплатформ и протоавлакогенов. Произошли распад Пангеи О и в конце этапа – образование Пангеи 1. Рифейский этап (1,6 – 0,6 млрд лет) характеризуется усложнением видов осадочных, вулканических и интрузивных формаций. Произошел распад Пангеи 1 с возникновением геосинклинальных (подвижных) поясов и древних платформ. Были образованы палеоокеаны Земли, а на континентах возникали ледниковые периоды. В венде проявилось очередное оледенение и специфическая фауна кишечнополостных. Фанерозойский этап, начавшийся 550 млн лет назад, знаменуется возникновением скелетной фауны и быстрой эволюцией организмов и растений, колебаниями уровня палеоокеанов, смелой теплых периодов ледниковыми, проявлением нескольких циклов Бертрана с фазами складчатости. В их ходе происходило закрытие подвижных поясов. В конце пермского периода возникла Пангея 2, из ныне существующих океанов был только Тихий, остальные начали формироваться в ходе ее распа-

да в юрском периоде, а Северный Ледовитый – в меловом периоде. Происходило усложнение литогенеза за счет появления угленосных, эвапоритовых, ледовых, смешанных формаций, возрастали темпы генерации в осадочных толщах углеводородов. На протяжении последнего альпийского цикла активизировались коллизионные процессы в Средиземноморско-Гималайском и Круготихоокеанском поясах. В конце неогена наступил последний ледниковый период. Трудозатраты на освоение темы 0,11(4).

Литература: [1], с 345-358; [4], с. 498-516, [8].

12. *Анализ геотектонических гипотез.* В хронологическом порядке следует проработать представления ученых прошлого на движущие механизмы структурообразования в земной коре. Длительное время пользовалась популярностью контракционная гипотеза Э. де Бомона. После отделения от геологического «дерева» наук геотектоники появились разнообразные гипотезы вначале фиксистского (вертикалистского) толка, а затем – и мобилистские. Гипотезу расширяющейся Земли разрабатывали О.К. Хильгенберг, М.М. Тетяев, В.Н. Ларин и др. В начале текущего века гипотеза была аргументированно отвергнута О.Г. Сорохтиным и С.А. Ушаковым. Пульсационная гипотеза развивалась на протяжении всего XX в. и имеет последователей и в наши дни (Е.Е. Милановский и др.) Геосинклинальная гипотеза, впервые предложенная Дж. Холлом и Дж. Дэна, была детально разработана плеядой тектонистов Западной Европы и СССР (Л. Кобер, Г. Штилле, В.В. Белоусов, Ж. Обуэн) и модернизирована в геосинклинально-платформенное учение А.Д. Архангельским и Н.С. Шатским, но в последней трети XX в. она подверглась жесткой критике. Гипотезу дрейфа континентов предложил в 1912 г. А. Вегенер. Позднее, после гибели ученого в Гренландии, она утратила сторонников. Но спустя полвека мобилистские представления были возрождены на новой фактуальной основе, и группой зарубежных ученых была создана теория литосферных плит. Согласно ей, в океанах функционирует природный конвейер, на одном конце которого рождается новая океанская кора, а на другом – «постаревшая» и остывшая кора поглощается мантией. Континенты же являются мозаикой коллизионных структур. Есть ученые, которые не во всем согласны с этой теорией и выдвигают альтернативные гипотезы. Надо прочитать о представлениях Е.В. Артюшкова, Ю.Н. Авсюка, В.В. Орленка, П.Н. Кропоткина. Трудоемкость освоения темы, ввиду обилия материалов для ознакомления, 0,11 (4).

Литература: [1], с. 91-139; [3], с. 124-134; [8], с. 278-331.

13. *Методы геодинимического анализа.* Чтобы выяснить, в каком режиме на тот или иной этап развития или геохронологический интервал формировалось исследуемое геологическое тело, необходимо применить комплекс лабораторных методов. Геохимический метод позволяет проанализировать распределение микроэлементов горной породы и сравнить с эталоном (составом хондрита) баланс центробежных и центростремительных химических элементов. Формационный метод опирается на выявление и исследова-

ния литологии и петрологии характеристических формаций – сланцевой, метаморфических и гранитоидной. Исследуя петрологию и микроэлементный состав гранитов и, составляя дискриминантные диаграммы, можно определить геодинамические условия возникновения исходной магмы. Для геологических формаций, особенно магматических, необходимо определить абсолютный возраст, притом, не на отдельных образцах, а на группах с надежной привязкой в обнажениях. Для отложений мезозоя и кайнозоя нужно отобрать ориентированные образцы на палеомагнитный анализ. По геологическим картам площади предстоит исследовать складчатые и разрывные дислокации слоистых толщ морфологию и структурные особенности интрузивных массивов, фации метаморфитов. Желательно использовать в работе аэрофоснимки и космическую информацию, расширяющие возможности геологоструктурного анализа площади. Полученные данные будут использовать при составлении геодинамических карт и схем. Трудоемкость освоения данной темы 0,06 (2).

Литература: [4], с. 39-52, 106-224; [5], с. 211-306 (в других учебниках тема не раскрыта).

14. *Геодинамические карты и схемы.* Их составляют по результатам геодинамического анализа и положениям теории литосферных плит. Первой в истории дисциплины явилась Геодинамическая карта СССР и сопредельных стран, 1988 г., изданная под редакцией Л.П. Зоненшайна и Л.М. Натапова. На карте нашли отражение типы границ литосферных плит, геологические комплексы и внутреннее строение континентальных и океанских частей плит. Границы раздвижения в океанах (хребты и поднятия с рифтогенезом) датированы на основе расчленения полосовых магнитных аномалий. В пределах континентов они выделены по офиолитам с учетом геологического возраста последних. Границы сближения в океанах выражены желобами и островными дугами, а на континентах – сутурами, глаукофан-сланцевым комплексом, а также островодужными вулканитами и мантийными гранитами. Коллизионные границы континентов выражены покровно-складчатыми сооружениями, представленными сложным сочетанием генетически разнородных и разновозрастных комплексов, в том числе пассивных и активных окраин и островных дуг. Геологическим признаком конвергенции являются палингенные граниты и гранито-гнейсовые купола. Границы сближения плит в океанах выражены трансформами, а на континентах крупнейшими сдвигами. Во внутренних частях континентов показаны геологические комплексы щитов и платформ, включая продукты тектоно-магматической активизации. Под осадочными чехлами Западно-Сибирской плиты, Прикаспийской синеклизы и дном Черного моря показаны области с редуцированными или отсутствующим гранито-метаморфическим слоем. Для отображения геодинамических категорий подобрана шкала цветов и цветовых оттенков, а для отображения второстепенных структур и комплексов – рисованные знаки, крап и штриховка. Сту-



денты должны прочитать принципы составления карты и основательно рассмотреть её.

Геодинамические принципы теперь используют геологи-съемщики при составлении тектонических карт. На кафедре Геологии, минералогии и петрографии есть комплект карт и объяснительная записка лист N – 45 – XVIII (Шира), изданные в 2000 г. во ВСЕГЕИ. Студентам будет предложено познакомиться с ними и закрепить на этом примере принципы геодинамического картирования. Трудоемкость темы 0,06 (2).

Литература: [4], с. 39-52, 106-224; [5], с. 211-301.

15. *Самостоятельная работа студентов по темам лабораторных работ.* Ввиду значительной трудоёмкости лабораторных работ, неизбежных пропусков занятий отдельными студентами по уважительным и неуважительным причинам предусмотрены затраты времени 0,22 (8) на дооформление и самостоятельное выполнение отдельных лабораторных работ.

## 8.2 Методика и график выполнения самостоятельной работы

Задания самостоятельной работы лектор будет выдавать в начале лекции, помещая тему на интерактивную доску с указанием литературы и страниц. Если студенты получают задание рассмотреть картографическую продукцию, лектор сообщит наименование и место ее хранения. Проверка полноты освоения тем самостоятельной работы будет осуществляться преподавателем, ведущим лабораторный практикум. В начале занятия будут проводиться опросы по ключевым понятиям темы, а в сроки семестровой аттестации – тестирование. Неуспевающие и прогульщики смогут отчитаться по темам на консультациях преподавателя. График выдачи тем самостоятельной работы приведен в таблице 7.

Таблица 7

График выдачи тем самостоятельной работы и проверки выполнения

Номер недели	Тема работы	Контроль знаний
1	2	3
1	История становления дисциплины	
2	Оболочки Земли и типы земной коры	Опрос на лабораторном занятии
3	Типы движений земной коры	-"
4	Литосфера, ее фрактальность	-"
5	Строение и морфогенез океанов	Опрос, тестирование 1
6	Специфические структуры континентов	Опрос
7	Покровно-складчатые пояса	-"
8	Континентальные платформы	-"
9	Специфические структуры континентов, ч.1	-"

10	Специфические структуры континентов, ч.2	Опрос, тестирование 2
11	Принципы геотектонического районирования и картографирования	Опрос
12	Тектонохронология	-"-
13	Этапы развития земной коры	-"-
14	Анализ геотектонических гипотез	-"-
15	Методы геодинамического анализа	Опрос, тестирование 3
16	Геодинамические карты	Опрос

Применение технических средств для самостоятельной работы и инновационных методик не предусмотрено. Информационный ресурс – библиотека Института горного дела, геологии и геотехнологии, ул. Вавилова, 66, библиотека и картохранилище кафедры Геологии, минералогии и петрографии, Internet.

## **9. РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФИКА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

График учебного процесса приведен в таблице 8. В этом графике отражена последовательность осуществления учебного процесса и самостоятельной работы студентов в течении учебного семестра с соблюдением принципов полноты, целостности, логической последовательности, учета и контроля видов занятий и самостоятельной работы. В соответствии с учебным планом в 8 семестре студенты параллельно будут осваивать специальные дисциплины: «Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых» СД. 8 и «Структуры рудных полей и месторождений» ДС.1.02. В курсе лекций преподаватель, в случае необходимости, будет ссылаться на вопросы, рассматриваемые в этих лекциях. Графики дисциплины «Геотектоника и геодинамика» увязаны с графиками указанных дисциплин, что исключает перегруженность студентов учебной работой.

## **10. ОБОСНОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ МОДУЛЕЙ ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Трудоемкость модулей видов учебной работы показана в таблице 9.

**ГРАФИК**  
 учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплине Геотектоника и геодинамика  
 направления 130300, инситуата Горного дела, геологии и геотехнологий, IV курса на восьмой семестр

№ п/п	Наименование дисциплины	Се-местр	Число часов аудитор-ных занятий		Форма контроля	Часов на самостоя-тельную работу		Недели учебного процесса семестра																			
			Всего	По видам		Всего	По видам	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
1	Геотектоника и геодинамика	8	48	Лекции – 32	экзамен	60	ТО – 52	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО				
				Практиче-ские – 0																СРФ							
				Лаборатор-ные – 16			ЗЛР - 8	ВЛР1	-	ВЛР1	ЗЛР	ЗЛР1 ВЛР2	ЗЛР	ВЛР3	ЗЛР	ВЛР4	ЗЛР	ВЛР5	ЗЛР	ВЛР6	ЗЛР	ВЛР7	ЗЛР				
							КН							1КН							2КН						
							ВТ								ВТ								ВТ				

**Условные обозначения:** ТО – изучение теоретического курса; РЗ – расчетное задание; ВРЗ – выдача расчетного задания; СРЗ – сдача расчетного задания; КР – курсовая работа; ВКР – выдача курсовой работы; СКР – сдача курсовой работы; КП – курсовой проект; ВКП – выдача курсового проекта; СКП – сдача курсового проекта; РФ – реферат; ВРФ – выдача темы реферата; СРФ – сдача реферата; ЛР – лабораторные работы; ВЛР – выполнение лабораторной работы; ЗЛР – защита лабораторной работы; КН – контрольная неделя (аттестационная неделя); ВТ – входное тестирование по дисциплине.

Трудоемкость модулей и видов учебной работы в относительных единицах по дисциплине Геотектоника и геодинамика,  
института Горного дела, геологии и геотехнологий, IV курса на восьмой семестр 20\_\_/200\_\_ уч. Года

№ п/п	Название модуля дисциплины	Срок реализации модуля	Текущая работа (60 %)									Аттестация (40 %)		Итого	
			Виды текущей работы									Сдача зачета	Сдача экзамена		
			Посещаемость лекций	Выполнение и защита лабораторных работ	Практические и семинарские занятия	Выполнение и защита курсовых проектов	Выполнение и защита ГГЗ	Подготовка и сдача рефератов	Решение комплектов задач и заданий	Промежуточный контроль	Другие виды по решению кафедры				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	Всего зачетных единиц													40	100
1.1	Модуль № 1		10	5										10	25
1.2	Модуль № 2		7	5							3			10	25
1.3	Модуль № 3		7	5							3			10	25
1.4	Модуль № 4		10	5							3			10	25

## 11. ЛИТЕРАТУРА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

### а. Основная

1. Гаврилов, В.П. Геотектоника: учебник / В.П. Гаврилов. – М. : Изд-во «Нефть и газ», 2005. – 368с.
2. Павлинов, В.Н. Структурная геология и геологическое картирование с основами геотектоники: учебник / В.Н. Павлинов, А.К. Соколовский. – М. : Недра, 1990. – 318 с.
3. Хаин, В.Е. Общая геотектоника: учебник / В.Е. Хаин, А.Е. Михайлов. – М. : Недра, 1985. – 326 с.
4. Хаин, В.Е. Геотектоника с основами геодинамики: учебник / В.Е. Хаин, М.Г. Ломизе. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 560 с.

### б. Дополнительная

5. Аплонов, С.В. Геодинамика: учебник / С.В. Аплонов. - СПб. : Изд. С.-Петербург. ун-та, 2001. – 362 с.
6. Добрецов, Н.Л. Глубинная геодинамика / Н.Л. Добрецов, А.Г. Кирдяшкин, А.А. Кирдяшкин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 409 с.
7. Пушаровский, Ю.М. Фундаментальные проблемы общей : учебник / под ред. Ю.М. Пушаровского. – М. : Научный мир, 2001. – 520 с.
8. Хаин, В.Е. Основные проблемы современной геологии: учебник / В.Е. Хаин. – М. : Научный мир, 2003. – 348 с.

В этом разделе приведены также дополнительные библиографические источники по темам дисциплины. Если привести эту литературу общим списком, возникнет несоответствие номера источника и страниц для прочтения, что запутает студента и нанесет ущерб его знаниям и успеваемости по дисциплине. Ниже рекомендуемые источники для углубленного изучения тем дисциплины и понимания сути лабораторных работ даны общим списком по алфавиту:

Авсюк, Ю.Н. Эволюция системы Земля – Луна и ее место среди проблем нелинейной геодинамики / Ю.Н. Авсюк // Геотектоника. – 1993. – № 1. - С. 13-22.

Артюшков, Е.В. Геодинамика / Е.В. Артюшков. - М. : Наука, 1979. – 328 с.

Афанасьев, С.Л. Изотопная геохронологическая шкала венда-фанерозоя / С.Л. Афанасьев // Геология и геофизика. – 1993. - т. 34, № 3. – С. 3-9.

Бархатов, Б.П. Тектонические карты / Б.П. Бархатов - Л. : Недра, 1979. - 191 с.

- Белоусов, В.В. Основы геотектоники / В.В. Белоусов. - М. : Недра, 1989. - 382 с.
- Борукаев, Ч.Б. Структуры докембрия и тектоника плит / Ч.Б. Борукаев. - Новосибирск: Наука, 1990. - 190 с.
- Вылцан, И.А. Фации и формации осадочных пород / И.А. Вылцан. - Томск, Изд-во Томск. ун-та, 2002. - 484 с.
- Вотах, О.А. Тектоника докембрия западной окраины Сибирской платформы / О.А. Вотах - М. : Наука, 1968. – 168 с.
- Гаврилов, В.П. Загадки геотектоники / В.П. Гаврилов - М. : Наука, 1988. - 143 с.
- Добрецов, Н.Л. Глобальные петрологические процессы / Н.Л. Добрецов - М.: Недра, 1981. - 236 с.
- Добрецов Н.Л. Периодичность геологических процессов и глубинная геодинамика //Геология и геофизика, 1994, т. 35, № 5. с.3-19.
- Зоненшайн, Л.П. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения / Л.П. Зоненшайн, М.И. Кузьмин, В.М. Моралев. - М. : Недра, 1976. - 231 с.
- Казаков, И.Н. Геосинклинали и складчатые области. И.Н. Казаков. - И.Н.Л.: Недра, 1978. - 256с.
- Косыгин, Ю.А. Тектоника / Ю.А. Косыгин - М. : Недра, 1988. - 462 с.
- Кушнарев, И.П. Методы изучения разрывных нарушений / И.П. Кушнарев - М.: Недра, 1977. - 248 с.
- Ле Пишон, К. Тектоника плит / К. Ле Пишон, Ж. Франто, Э. Бонин - М. : Мир, 1977. - 287с.
- Лисицын, А.П. Литология литосферных плит / А.П. Лисицын // Геология и геофизика. - 2001. - т. 42, № 4 - С. 522-559.
- Лобковский, Л.И. Геодинамика зон спрединга, субдукции и двухъярусная тектоника плит / Л.И. Лобковский. - М. : Наука, 1988. - 252 с.
- Милановский, Е.Е. Пульсации Земли / Е.Е. Милановский // Геотектоника. – 1995. - № 5. - С. 3-24.
- Михайлов, А.Е. Структурная геология и геологическое картирование / А.Е. Михайлов - М. : Недра, 1973. - 432 с.
- Муратов, М.В. Происхождение материков и океанских впадин / М.В. Муратов. - М. : Наука, 1975. -176 с.
- Николаев, Н.И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР / Н.И.Николаев. - М. : Геолтехиздат, 1962. - 392с.
- Обуэн, Ж. Геосинклинали / Ж. Обуэн / Проблемы происхождения и развития. - М. : Мир, 1967. - 302с.
- Орленок, В.В. История океанизации Земли / В.В. Орленок. - Калининград: «Янтарный склад», 1998. - 248с.
- Парфенов, Л.М. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин. – М. : Наука, 2001. - 551с.
- Постельников, Е.С. Байкальский орогенез / Е.С. Постельников. –

М. : Наука, 1973. - 126с.

Пушаровский, Ю.М. Тектонические феномены океанов./ Ю.М. Пушаровский. - М. : Научный мир, 2001. - с. 177-230с.

Пухляков, Л.А. Образные тектонические карты СССР / Л.А. Пухляков // Составление карт и основные вопросы тектоники. - Л. : Недра, 1973. – 240 с.

Яншин, А.Л. Тектоника Евразии / под ред. А.Л. Яншина / Объяснительная записка к Тектонической карте Евразии - М. : Наука, 1966. - 487с.

Философов, В.П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур / В.П. Философов - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1962. - 600 с.

Хаин, В.Е. Основные проблемы современной геологии: учебник / В.Е. Хаин. – М. : Научный мир, 2003. – 348 с.

Хаин, В.Е. Планета земля от ядра до ионосферы / В.Е. Хаин, Н.В. Короновский - М. : Университет. Книжный дом, 2007. – 244 с.

Цейслер, В.М. Анализ геологических формаций / В.М. Цейслер – М. : Недра, 1992. – 136 с.

Чиков, Б.М. Основы методологии тектонического районирования [Текст] / Б.М. Чиков. – Новосибирск: Наука, 1985. – 165 с.

Чиков Б.М. Тектоническое районирование: принципы, методология, картография [Текст] / Б.М. Чиков. – М. : Недра, 1986. - 184с.

Ярмолюк В.В. Азиатское горячее мантийное поле: магматизм и динамика эволюции в позднем палеозое и мезозое / В.В. Ярмолюк, В.И. Коваленко // Геодинамика и эволюция Земли. - Новосибирск: НИЦ СО РАН, 1996. - 77-80с.

Приведенный список рекомендован к использованию по всем видам занятий и особенно по самостоятельной работе. Подавляющая часть источников имеется в Научном отделе библиотеки Института горного дела, геологии и геотехнологий. Вся монографическая литература есть в библиотеке кафедры Геология, минералогия и петрография, собранной многолетними усилиями профессоров А.М. Сазонова и Р.А. Цыкина.

## **12. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

В течение учебного семестра (16 недель) предусмотрено проведение текущего тестирования по материалам лекций и самостоятельной работы студентов. Текущее тестирование будет проведено трижды: 2 раза в сроки аттестации студентов по приказу директора института и один раз перед сессией. Это необходимо для оценки уровня знаний по всем темам лекционного курса и самостоятельной работы.

Оценка результатов тестирования будет в баллах с десятичными долями от 2 до 4 и более, до 5. Шкала оценок принята следующей (табл. 10).

Таблица 10

Оценка итогов тестирования

Количество верных ответов	Баллы	Рейтинг студента (балл x 60)
0	-	-
1	2,0	120
2	2,2	132
3	2,4	144
4	2,6	156
5	2,8	168
6	3,0	180
7	3,5	210
8	4,0	240
9	4,3	258
10	4,6	276
11	4,8	288
12	5,0	300

Тестирование предусмотрено проводить за рамками аудиторных занятий, в счет часов самостоятельной работы. Продолжительность тестирования 0,5 часа. После проверки преподавателями тестов в договоренное время может быть назначено повторное тестирование для части студентов, но со снижением результатов на 1 балл.

Текущее тестирование включает 12 тестов по пройденным темам (первое – 1-4 темы лекций и 1-4 темы самостоятельной работы). Предусмотрены 5 вариантов тестов на каждую текущую аттестацию. Второе текущее тестирование будет включать 5-10 темы лекций и 5-9 темы самостоятельной работы. Третье текущее тестирование будет включать вопросы 11-15 тем лекции и 10-14 тем самостоятельной работы.

Текстовые задания по дисциплине, экзаменационные вопросы и вопросы экзаменационных билетов приведены в блоке «Контрольно-измерительные материалы». Суммарный рейтинг студента по материалам текущей аттестации может быть понижен или повышен преподавателем в пределах до 20 % по результатам ответов на вопросы на лабораторных занятиях и по итогам защит лабораторных работ, а также учета посещаемости.

Итоговый рейтинг студента по контрольным мероприятиям в учебном семестре составит 40 %. Рейтинг ответа на экзамене в баллах от 2 до 4 с десятичными и 5, умноженный на 60, составит 60 % итоговой оценки. Проставляемый в экзаменационной ведомости суммарный рейтинг округлением до целых чисел переводим в баллы от 2 до 5.