

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

**Декан геологического факультета
академик**

_____ /Д.Ю. Пущаровский/
« ___ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Структурные элементы земной коры

Автор-составитель: Александр Вениаминович Тевелев

Уровень высшего образования:

Магистратура (ММ)

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Магистерская программа:

Геология и полезные ископаемые

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология», уровень магистратуры ММ в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г. №1674.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цели и задачи дисциплины

Курс "Структурные элементы земной коры" преследует две взаимосвязанные *цели*:

- 1) научить студентов читать информацию, заложенную в геологических картах и других материалах геологических исследований и правильно интерпретировать ее при построении вторичной геологической графики (разрезов, стратиграфических колонок и т.д.);
- 2) научить студентов читать информацию, заложенную непосредственно в природных объектах, а также в разнообразных аналитических материалах, и правильно изображать ее на геологических картах.

Основными *задачами* дисциплины являются:

– приобретение теоретических знаний о структурных элементах земной коры, о механизмах их формирования, о деформационных свойствах горных пород и типах деформаций, приобретение практических навыков, позволяющих самостоятельно решать практические задачи с использованием современного арсенала структурно-геологических методов.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, обязательные дисциплины, курс – ИМ, семестр 2ММ.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Знания в части общекультурной и общенаучной подготовки – на уровне требований Образовательного стандарта МГУ направление «Геология», уровень бакалавриат, знания в области геологии в соответствии с требованиями вступительного экзамена в магистратуру.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки.

ПК-5. Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач (формируется частично).

СПК-1. Способность использовать специализированные знания в области региональной геологии, геотектоники и геодинамики, литологии и морской геологии, палеонтологии, геологии полезных ископаемых для решения научных и практических задач (формируется частично).

СПК-2. Владение приемами построения геологических, структурных и тектонических карт, палеогеографических и тектонических реконструкций, составления карт современных неотектонических движений, а также производной графики с использованием специализированных и фундаментальных знаний геологического направления

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: морфологические особенности геологических тел различного генезиса; параметры пространственного положения пластов; классификации: несогласий, складок, складчатых комплексов, разрывов, тектонитов; основные структурные парагенезы и механизмы их формирования.

Уметь: читать геологические карты; собирать полевой, фондовый и опубликованный материал для структурных исследований; интерпретировать геолого-структурные данные предшествующих работ.

Владеть: навыками полевых структурных исследований; методикой геологического картирования различных геологических комплексов; методами обработки данных аэрокосмических фотосъемок и зондирования; методами совместной работы в полевых и камеральных геологических коллективах.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **2 з.е.**, в том числе **32** академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**13** часов – занятия лекционного типа, **13** часов – занятия семинарского типа, **2** часа – групповые консультации, **4** часа – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), **40** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс "Структурные элементы земной коры" рассчитан на один семестр. В нем последовательно рассмотрены особенности геологических карт и разрезов; элементы строения слоев; особенности моноклиналильного и складчатого залегания слоев; морфология складок и разрывов; охарактеризованы главные структурные парагенезы и модели формирования разрывных и складчатых структур.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение. Геологическая карта.		1		1	5	1 графическая работа, 4 часа
Раздел 2. Слой, его общие и пространственные характеристики.		3		3	15	2 графические работы, 8 часов
Раздел 3. Складки, их собственная геометрия и пространственное положение.		4		4	20	3 графические работы, 12 часов
Раздел 4. Разрывы, их геометрические характеристики и сопровождающие явления.		2		2	10	2 графические работы, 8 часов
Раздел 5. Методы решения задач, связанных со структурными особенностями слоистых комплексов, в том числе – дистанционные.		3		3	20	2 графические работы, 8 часов
Групповая консультация.						2
Промежуточная аттестация <i>экзамен.</i>						4
Итого	72	13		13		46

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение. Геологическая карта

Структурная геология как раздел геотектоники, изучающий морфологию, генезис и историю развития разномасштабных структурных форм.

Геологическая карта (ГК). Геологическая съемка как главный метод региональных геологических исследований, а геологическая карта – основной элемент государственной геологической информационной системы. Типы и масштабы ГК. Содержание и принципы составления ГК: раскраска – геологические индексы, литологические крапы, знаки наложенных процессов, типы геологических границ и разрывов и др. знаки. Государственная геологическая карта масштаба 1:200 000, ее назначение, составные элементы и правила их оформления. Условные обозначения и принципы их составления. Геологические разрезы и стратиграфическая колонка. Номенклатуры топографических листов.

2. Слой, его общие и пространственные характеристики

Слой, слоистость и строение слоистых толщ. Слой, его элементы и строение. Закон Стено. Признаки прямого и перевернутого залегания слоев. Слоистость и ее типы. Определение мощности слоя при различных соотношениях направлений и углов наклона слоя и склона в разных сечениях. Строение поверхностей напластования. Горизонтальная структура. Особенности отражения горизонтально залегающих комплексов на геологической карте и на аэрофотоснимках. Правила построения разрезов. Методы картирования горизонтальной структуры.

Наклонное залегание пластов. Элементы залегания: линия простираения, линия падения–восстания и их азимуты, угол падения. Горный компас и магнитное склонение. Определение элементов залегания поверхности по трем точкам с известными высотами; углов наклона в сечениях неперпендикулярных к простираению; угла падения по двум видимым в косых сечениях. Правила построения разрезов моноклиально залегающих комплексов. Флексуры, их элементы и типы. Моноклинали, квесты, флексуры. Правило пластовых фигур. Стратоизогипсы, способы их построения.

Несогласия. Несогласие, его признаки и элементы. Стратиграфический и геохронологический объемы несогласия. Классификации несогласий: по выраженности поверхности, по площади проявления, по геохронологическому и стратиграфическому объему, по морфологии. Морфологическая классификация несогласий; типы несогласий – географическое (параллельное), угловое, азимутальное. Выражение несогласий на геологических картах.

3. Складки, их собственная геометрия и пространственное положение.

Складки и их элементы. Синклинали и антиклинали. Элементы собственной геометрии складок. Идеальные (цилиндрические, конические) складки. Морфологические классификации складок по элементам собственной геометрии (по степени симметрии, по углу складки, по форме замка, по отношению высоты к ширине и длины к ширине и т.д.). Концентрические и подобные складки. Ориентировка складок в пространстве. Синформы и антиформы. Ундуляция шарниров. Морфологические классификации складок по их положению в пространстве (по наклону и форме осевой поверхности, по наклону шарнира). Параметры складок. Складки поперечного и продольного изгиба и механизмы их формирования.

Складчатые комплексы. Геометрические характеристики складчатых комплексов. Виргация и вергентность. Невергентные, моновергентные, конвергентные, дивергентные складчатые комплексы. Анти-, син-, и моноклинории. Параллельные, кулисные, хаотические складчатые комплексы. Конседиментационные складки. Правила построения разрезов складчатой структуры. Определение возраста складчатости. Фазы складчатости. Поперечная структурная зональность складчатых комплексов. Методика картирования складчатой структуры.

4. Разрывы, их геометрические характеристики и сопровождающие явления.

Разрывные нарушения и их проявление в природе. Условия возникновения разрывных

нарушений. Элементы разрывных нарушений. Амплитуда смещения и ее составляющие. Сместитель, его строение, зона динамического влияния разлома. Выражение разрыва в разрезе, на геологической карте и на аэрофотоснимках. Морфологическая и кинематическая классификации разломов. Разломы смешанных типов. Возраст разрывов, полихронные разломы. Строение зон разрывов. Методы изучения разрывов.

5. Методы решения задач, связанных со структурными особенностями слоистых комплексов, в том числе – дистанционные.

Метод стратоизогипс. Применение различных правил структурной геологии. Алгоритм построения структурных карт методом схождения. Определение кинематики разрывов с использованием зеркал скольжения. Замеры элементов залегания при изучении зеркал скольжения. Материалы аэрокосмических съемок (МАКС). Аэрофотометоды в комплексе геологической съемки. Материалы аэрофотосъемки. Центральная проекция. Масштаб и искажения аэрофотоснимка. Причины возникновения искажений. Стереоскопическая модель и стереоскоп. Геологическое дешифрирование: задачи и геологические дешифровочные признаки. Материалы других дистанционных методов.

Рекомендуемые образовательные технологии

Время аудиторных занятий разделяется на 3 части: 1) лекция по текущей теме, 2) объяснение смысла и способов решения практического задания и 3) выполнение практического задания под контролем и при консультациях преподавателя. Кроме того, в ходе лекции и в конце каждой лекции проводится оперативное тестирование на понимание и запоминание изложенного материала. Таким образом, достигается постоянный контакт с аудиторией и поддерживается сосредоточенность студентов на излагаемом материале. Лекция читается с одновременным использованием компьютерной презентации и изображением основных структур на доске разноцветными фломастерами в специализированном классе кафедры региональной геологии и истории Земли.

Темы практических занятий в основном совпадают с темами лекционного курса. Каждый студент получает отдельное индивидуальное задание по каждой теме: 1) номер задания по составлению легенды геологической карты, 2) номер учебной карты и номер разреза для построения разреза по геологической карте, 3) номер бланковки для решения структурных задач, 4) номер геологической карты для разработки тектонической схемы.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных практических работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля

Контрольные вопросы и задания сформулированы в разработанных и постоянно обновляемых билетах к коллоквиумам (более 150 вопросов) и экзаменам (62 вопроса). Кроме того, в 2010 году издан, а в 2012 году переиздан "Сборник задач по структурной геологии и геологическому картированию", содержащий 286 вопросов и заданий по всему курсу. Несколько примеров.

1. Определите номенклатуры листов, окружающих лист Q-60-XXXVI.
2. Вычислите координаты углов планшета М-41-В.
3. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами 66°00', 69°00' в.д. и параллелями 48°00', 50°00' с.ш.
4. В точке наблюдения обнажается кровля пласта песчаников (АзПд ССЗ-345, ∠30°).

Известно, что в 0,5 км от точки наблюдения по падению пласта он осложнен попутной флексурой, смыкающее крыло которой имеет ширину 400 м и падает под углом 60° . На какой глубине скважина вскроет кровлю этого пласта, если ее пробурить на расстоянии 9 км к северу от точки наблюдения (местность равнинная, рельефом пренебречь).

5. Овраг промывает вкрест простирания квесту, бронированную известняками маастрихта (АзПД СВ-60 $\angle 15^\circ$). В промоине оврага вскрыты глины нижележащего яруса. Нарисуйте геологическую схему участка и схематический геологический разрез по тальвегу оврага с учетом того, что он погружается на северо-восток и вверху имеет наклон 25° , а внизу – 5° .

6. Азимут простирания разрыва СВ-45. В точке "А", расположенной на поверхности сместителя, описано вертикальное зеркало скольжения (штриховка – АзПд СВ-45 $\angle 30^\circ$). В 200 м западнее точки "А" откартирована вертикальная дайка гранит-порфиров мощностью 1 м (АзПр С-0), а в 120 м восточнее точки "А" – та же дайка, смещенная описанным выше разрывом. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва и его амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зеркало скольжения отражает кинематику разрыва.

Графические и расчетные домашние задания:

1. *Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов*
 - построение геологических разрезов по учебным геологическим картам;
 - решение задач по структурной геологии.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

1. Геологическая карта. Способы изображения геологической информации на карте. Принципы раскраски стратифицированных и плутонических образований на геологических картах.
2. Виды аэрофотоматериалов. Искажения, возникающие на АФС. Коэффициент пластичности рельефа. Принципы проведения аэрофотосъемки в равнинных и горных районах.
3. Типы слоистости. Косая и градационная слоистость. Признаки кровли и подошвы пласта при косой слоистости и градационной слоистости. Параллельная и волнистая слоистость. Признаки кровли и подошвы пласта при параллельной и волнистой слоистости.
4. Типы несогласий по величине угла и площади распространения; по выраженности и достоверности выделения.
5. "Правило пластовой фигуры" и соотношение конфигурации геологических границ с разными формами рельефа. Определение элементов залегания геологических границ по геологической карте.
6. Морфологические классификации складок.
7. Геометрические характеристики складчатых комплексов. Зеркало складчатости, вергентность, виргация складок. Антиклинории, синклинории, моноклинории, аклинории.
8. Морфологические типы разрывов.
9. Определение морфологического типа разрыва по зеркалам скольжения. Особенности замеров элементов залегания зеркал скольжения при формировании будинажа.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: морфологии и механизмов образования элементарных структурных форм и их парагенезов.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: использовать полученные знания для решения задач структурной геологии от построения геологических разрезов до восстановления полей напряжения по мезоструктурам.	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение.	Успешное умение.
Владения: основными классификациями структурных элементов земной коры; методами структурного анализа при решении структурно-геологических задач	Навыки владения классификациями и методами отсутствуют	Фрагментарное владение методами, наличие отдельных навыков структурного анализа	В целом сформированные навыки использования классификаций, а также методов.	Владение методами структурного анализа, использование их и принятых классификаций для решения структурно-геологических задач.

8. Ресурсное обеспечение:

Для самостоятельной работы студентов предназначен Кабинет геологической карты им. А.А. Богданова, имеющий в своем распоряжении весь необходимый комплект учебных геологических карт, бланковок, аэрофотоснимков, стереоскопов и другое оборудование. Постоянно обновляемый курс лекций в виде презентаций доступен с сайта геологического факультета МГУ (<http://geol.msu.ru>) по адресу <http://wiki.web.ru/wiki/> далее раздел "Помощь студенту". Для самостоятельной работы разработан и издан учебник "Структурная геология" (2016), цветные иллюстрации высокого разрешения к которому размещены в интернете по ссылке www.znanium.com.

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

Основная литература:

1. *Тевелев Ал.В.* Структурная геология и геологическое картирование. Тверь: Издательство ГЕРС, 2012 (в библиотеке МГУ + файл формата pdf в распоряжении студентов).
2. *Тевелев Ал.В.* Структурная геология: учебник. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: ИНФРА-М, 2016 (в библиотеке МГУ + цветные иллюстрации в

www.znanium.com).

3. Тевелев Ал.В., Тевелев Арк.В, Болотов С.Н., Фокин П.А. Структурная геология и геологическое картирование // Сборник задач по структурной геологии. М.: Геол. ф-т. МГУ, 2010.

4. Тевелев Ал.В., Тевелев Арк.В, Болотов С.Н., Фокин П.А. Структурная геология и геологическое картирование // Сборник задач по структурной геологии. Издание второе переработанное и дополненное. М.: Геол. ф-т. МГУ, 2015.

Дополнительная литература:

5. Белоусов В.В. Структурная геология. Изд. 3-е. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1986. 248 с.

6. Михайлов А.Е. Основы структурной геологии и геологического картирования. Изд. 4-е. М.: Недра. 1984. 464 с.

7. Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых пород. М.: Наука. 1950. 300 с.

8. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 200 000. М.: Роскомнедра, 1995.

9. Атлас учебных геологических карт. 2-е изд. /Ред. М.М. Москвин, Ю.А. Зайцев. 1972. 3-е изд. / Ред. Ю.А. Зайцев, В.В. Козлов, М.М. Москвин. М., 1987.

10. Атлас схематических геологических и бланковых карт. / Ред. М.М. Москвин. М., МГУ, 1976.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения

Microsoft Office PowerPoint (для создания презентаций по лекциям)

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

wiki.web.ru/ раздел Геологический факультет – 3 курс.

www.znanium.com.

Д) Материально-технического обеспечения:

Для чтения лекций и проведения практических занятий имеется отдельная учебная аудитория 1915, рассчитанная на 30 студентов и оснащенная компьютером (с выходом в Интернет), мультимедийным проектором, полным комплектом учебных геологических карт и схемами, расположенными на стенах аудитории. В некоторых группах занятия проводятся в других аудиториях геологического факультета. Для самостоятельной работы студентов предназначен Кабинет геологической карты им. А.А. Богданова, имеющий в своем распоряжении весь необходимый комплект учебных геологических карт, бланков, аэрофотоснимков, стереоскопов, световой стол и другое оборудование, а также Библиотека геологического факультета МГУ.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Ал.В. Тевелев

11. Автор программы – Ал.В. Тевелев