

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого
Уральского отделения Российской академии наук
(ИГГ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИГГ УрО РАН

Д.Г. М.н., профессор РАН

Д.А. Зедгенизов

2022 г.

М.П.



Рабочая программа дисциплины
СТРУКТУРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

основной образовательной программы подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по научной специальности 1.6.1. - Общая и региональная геология.
Геотектоника и геодинамика

Екатеринбург

2022

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроков освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 г. N 951), Приказом Минобрнауки РФ от 24.08.2021 г. № 786 «Об установлении соответствия направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. № 118»; Приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Минобрнауки РФ от 10.11.2017 г. №1093» и паспорта специальности научных работников 1.6.1. - Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика.

Составители рабочей программы:

главный научный сотрудник,

доктор геолого-минералогических наук _____

Г.А. Мизенс

ведущий научный сотрудник,

доктор геолого-минералогических наук _____

Г.А. Петров

Рабочая программа одобрена Ученым Советом ИГГ УрО РАН

«22» июня 2022 г., протокол № 5.

Председатель Ученого Совета

д.г.-м.н., профессор РАН _____

Д.А. Зедгенизов

1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Данная дисциплина относится к модулю дисциплин программы аспирантуры по научной специальности 1.6.1. - Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена

2. Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения курса

Базовые теоретические понятия геотектоники, теоретические и практические основы структурной геологии в объеме программы высшего профессионального образования уровня специалитет или магистратура

3. Образовательные технологии

Семинарские занятия, индивидуальные консультации, самостоятельная работа

4. Объем дисциплины и ее структура

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётных единицы (72 часа).

Наименования и краткое содержание разделов	Трудоемкость (ак. часы)		
	всего	в том числе	
		контактная работа (семинары, консультации)	самостоятельная работа аспирантов
1. Введение. Предмет и основные методы изучения	6	2	4
2. Геологические структуры. Формы залегания осадочных, вулканических, интрузивных и метаморфических горных пород	12	2	10
3. Упругая и пластическая деформация, определение полей напряжения	12	2	10
4. Тектоническая и нетектоническая складчатость, классификации и механизмы образования складок	18	4	14
5. Классификации разрывных нарушений и связанных с ними геологических структур	12	2	10
6. Структурный и микроструктурный анализ	12	2	10
Всего:	72	14	58
Текущая аттестация – экзамен			

5. Содержание дисциплины

1. Введение. Предмет и основные методы изучения

1. Предмет структурной геологии. Нарушенное и ненарушенное залегание слоев. Классификация структур и структурных форм.
2. Методы структурной геологии.
3. Геологическое картирование. Морфологический, структурно-морфологический, литолого-морфологический методы.
4. Дистанционные методы в структурной геологии. Дешифрирование МАКС. Интерпретация геофизических данных.
5. Методы моделирования тектонических деформаций.
6. Сравнительный, сравнительно-исторический, актуалистический методы.

2. Геологические структуры. Формы залегания осадочных, вулканических, интрузивных и метаморфических горных пород.

1. Формы залегания осадочных горных пород. Горизонтальное и наклонное залегание. Признаки горизонтального и наклонного залегания на геологической карте. Слой, элементы залегания слоистости и их измерение с помощью горного компаса. Видимая и истинная мощность слоя. Определение истинной мощности слоев по видимой мощности и элементам залегания. Нормальное и опрокинутое залегание слоев.
2. Согласно и несогласное залегание слоистости. Типы несогласий. Облекание и прилегание.
3. Формы и генетические типы слоистости.
4. Строение поверхностей наложения и использование их для определения нормального и опрокинутого залегания.
5. Трансгрессивный, регрессивный и миграционный типы залегания осадочных толщ. Закон Головкинского - Иностранцева.
6. Формы залегания вулканических горных пород. Классификация вулканов по типу постройки и характеру извержений. Вулканы центрального типа (стратовулканы, шлаковые конусы, щитовые вулканы), вулканы трещинного типа, вулканы ареального типа. Вулканы эффузивные, эксплозивные, экструзивные и смешанного типа.
7. Продукты вулканической деятельности. Лавы, типы лав. Вулканокластические и пирокластические породы. Тефра и игнимбриты. Эффузивная, жерловая и субвулканическая фации.
8. Условия залегания эффузивной фации. Лавовые потоки и покровы, их зональность и отдельность. Лавобрекчии и гиадокластиты. Полости в лавовых потоках. Пирокластические потоки и покровы. Экструзивные купола.
9. Жерловая фация. Некки, дайки и трубки взрыва.
10. Субвулканическая фация. Силлы, дайки, лакколиты, купола, штоки.
11. Вулкано-тектонические депрессии и кальдеры.
12. Формы залегания интрузивных горных пород. Абиссальные и гипабиссальные интрузии, протрузии. Элементы строения интрузивных тел, апофизы, шпильки и ксенолиты. Пассивные и активные контакты интрузий. Морфологические типы контактов. Конкордантные, дискордантные и частично согласные интрузивные тела. Флюидальность, полосчатость и линейность ориентировки минералов.
13. Конкордантные интрузивные тела. Силлы, лакколиты, лополиты, факолиты.
14. Несогласные (дискордантные) интрузивные тела. Батолиты, ареал-плутоны, штоки, дайки, магматические жилы, этмолиты, бисмалиты, акмолиты.
15. Частично согласные интрузивные тела. Гарполиты и магматические диапиры.
16. Интрузии недифференцированные, дифференцированные, расслоенные, многофазные.
17. Прототектоника жидкой и твердой фазы.
18. Формы залегания метаморфических пород. Типы и фации метаморфизма.

19. Структурные элементы метаморфических комплексов: гнейсовидность, полосчатость, сланцеватость, будинаж.
20. Морфологические типы мигматитов. Строматиты, дистониты, агматиты, октамиты, птитматиты, плейчатые и теневые мигматиты.
21. Гнейсовые овалы и гранито-гнейсовые купола. Комплексы метаморфических ядер кордильерского и андийского типов.

3. Упругая и пластическая деформация, определение полей напряжений

1. Источники напряжений в литосфере: эндогенные, экзогенные и космогенные.
2. Деформации. Геологические признаки и единицы измерения деформаций. Главные оси деформаций. Типы деформаций – сжатия, растяжения, продольного изгиба, сдвига и кручения.
3. Виды деформаций. Упругая деформация. Модули упругости и сдвига, предел упругости. Пластическая деформация. Вязкость и единицы ее измерения. Кривая деформации. Механизмы реализации пластических деформаций: перекристаллизация, внутризерновая деформация, межзерновая и блоковая деформация. Ползучесть.
4. Напряжения, единицы измерения напряжений. Главные оси напряжений. Напряжение всестороннего сжатия и девиаторное напряжение.
5. Предел прочности и разрывные деформации. Деформационные свойства горных пород: предел упругости, предел прочности, модуль упругости, вязкость и др. Зависимость деформационных свойств от внутреннего строения горных пород и от внешних условий.
6. Моделирование деформаций горных пород.

4. Тектоническая и нетектоническая складчатость, классификации и механизмы образования складок

1. Флексуры и их типы.
2. Складки, элементы строения складок.
3. Классификации складок: морфологическая, по положению осевой поверхности, по величине угла в замковой части, по взаимному расположению крыльев, по форме замка, по соотношению мощностей в замке и на крыльях, диапировые складки.
4. Типы складчатости: голоморфная, идиоморфная, дисгармоничная, и обстановки их формирования.
5. Генетические и геолого-генетические классификации складок.
6. Экзогенные складки, механизмы и обстановки их формирования.

5. Классификации разрывных нарушений и связанных с ними геологических структур

1. Разрывы со смещением и без смещения (трещины). Элементы строения разрывов со смещением. Прямые и косвенные признаки разрывов со смещением.
2. Тектониты: тектонические брекчии, катаклазиты, милониты, бластомилониты. Хаотические комплексы (микститы).
3. Классификация разрывов со смещением. Сбросы и взбросы, их типы по различным параметрам.

4. Системы разрывных нарушений: горсты, грабены, ступенчатые сбросы. Типы горстов и грабенов. Раздвиги.
5. Сдвиги. Классификации сдвигов по различным параметрам. Структуры, сопряженные с крупными сдвигами: дуплексы и чешуйчатые веры сжатия и растяжения. Транспрессия и транстенсия. Пулл-апарт бассейны, грабены и горсты, сопряженные со сдвигами.
6. Надвиги и их классификации. Тектонические покровы (шарьяжи). Автохтон, аллохтон, тектонические окна и останцы (клиппы), пакеты тектонических пластин, надвиговые дуплексы и вееры. Олистострома и тектонический меланж.

6. Структурный и микроструктурный анализ

1. Последовательность выполнения структурного анализа: геолого-структурное картирование, структурно-кинематический анализ, выделение разновозрастных структурных парагенезов.
2. Структурные парагенезы деформационных обстановок чистого сдвига, простого сдвига, транспрессии – транстенсии и течения.
3. Структурные парагенезы обстановок чистого сдвига. Горизонтальное растяжение (листрические сбросы, системы грабенов, складчатость поперечного изгиба и волочения, дуплексы растяжения). Горизонтальное сжатие (надвиги и шарьяжи, складки продольного изгиба и волочения, расланцевание, будинаж, кливаж, зеркала скольжения, дуплексы сжатия и др.).
4. Структурные парагенезы обстановок простого сдвига (сдвиги, раздвиги, сбросы, надвиги, складки). Присдвиговые структуры типа «конский хвост».
5. Структурные парагенезы обстановок транспрессии и транстенсии. Структуры присдвигового растяжения и сжатия.
6. Структурные парагенезы зон пластических деформаций. Тектонофации и их систематика.
7. Микроструктурный анализ. Методы микроструктурного анализа. Определение ориентировки оптических осей минералов в шлифах, построение диаграмм, интерпретация полученных результатов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Кирмасов А.Б. (2011) Основы структурного анализа. М.: Научный мир, 368.
2. Корсаков А.К. (2009) Структурная геология. М.: КДУ, 328.
3. Николя А. (1992) Основы деформации горных пород. М.: Мир, 166.
4. Плюснин К.П. (1971) Методика изучения тектонических структур складчатых поясов (на примере Урала). Пермь: Изд-во УПУ, 217.
5. Структурная геология и тектоника плит: В 3-х томах: Т.1. (1990). Под ред. К. Сейферта. М.:Мир, 315.
6. Структурная геология и тектоника плит: В 3-х томах: Т.2. (1990). Под ред. К. Сейферта. М.:Мир, 376.
7. Структурная геология и тектоника плит: В 3-х томах: Т.3. (1990). Под ред. К. Сейферта. М.:Мир, 350.

8. Тевелев Ал. В. (2011) Структурная геология и геологическое картирование. Тверь: Изд-во ГЕРС, 292.
9. Тевелев Арк. В. (2005) Сдвиговая тектоника. М.: Изд-во Моск. ун-та, 254.

Дополнительная литература

1. Bose N., Mukherjee S. (2017) Map Interpretation for Structural Geologists, Vol. 1, Elsevier, 142.
2. Problems and Solutions in Structural Geology and Tectonics (2019) A. Billi, A. Fagereng eds. Elsevier, 316.
3. Twiss, R.J., Moores, E.M. (2000) Structural geology. 6-th printing. New York: W.H. Freeman and Company, 532.

Программное обеспечение, базы данных, интернет-ресурсы

4. <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36893>
5. https://geo.web.ru/~sgt/course/tsu_mikroanaliz.htm
6. <https://portal.tpu.ru/SHARED/p/POLIENKOAK/education/Tab2/Lecture.pdf>
7. <https://teach-in.ru/course/structural-geology-tevelev>
8. https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/5867.pdf
9. <https://studfile.net/preview/9004731/>
10. https://studopedia.su/10_158553_lektsiya-.html
11. <https://studizba.com/files/inzhenernaya-geologiya/lectures/17164-lekcii-po-strukturnoj-geologii-tevelev-a.html>

7. Примеры вопросов к экзаменам в рамках текущей и промежуточной аттестации

1. Что такое структурная геология и что она изучает.
2. Основные методы структурной геологии.
3. Что такое слой, элементы слоя.
4. Основные типы (формы) слоистости.
5. Строение поверхностей напластования.
6. Первичное и нарушенное залегание осадочных толщ. Взаимоотношения слоистых толщ.
7. Типы несогласий.
8. Строение поверхностей несогласий. Прилегание и облекание.
9. Признаки горизонтального залегания слоев на карте, измерение мощности слоев.
10. Наклонное залегание слоев. Элементы залегания слоистости. Устройство горного компаса и работа с ним.
11. Напряжения. Эллипсоид деформации.
12. Понятие упругой и пластической деформации.
13. Складчатость, элементы складки.
14. Морфологическая классификация складок.
15. Генетическая классификация и механизмы образования складок.
16. Конседиментационная и экзогенная складчатость.
17. Постседиментационная эндогенная складчатость.
18. Сбросы. Типы сбросов.

19. Строение поверхностей скольжения, методы определения направлений и амплитуд смещения по разломам.
20. Взбросы. Классификация взбросов.
21. Грабены и горсты, их типы.
22. Сдвиги и надвиги. Шарьяжи.
23. Формы залегания эффузивных горных пород.
24. Формы залегания интрузивных горных пород.
25. Формы залегания метаморфических горных пород.
26. Наиболее крупные аллохтоны Западного склона Урала и главные черты их геологического строения.
27. Строение и структурная эволюция зоны Главного Уральского разлома.
28. Наиболее крупные шарьяжи восточного склона Среднего Урала

9. Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации по дисциплине

С целью оценки уровня знаний на экзамене используется следующая матрица:

Оценка	Критерий
Отлично	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию аспиранта. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные аспирантом самостоятельно в процессе ответа.
Хорошо	Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий, которые аспирант затрудняется исправить самостоятельно.
Удовлетворительно	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Аспирант не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Аспирант может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.
Неудовлетворительно	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Аспирант не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа аспиранта не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», констатирует (фиксирует) успешное прохождение текущей аттестации аспирантом.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

№	Изменение	На учебный год	Подпись, дата	Утверждение
1				