

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет



22 июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Структурная петрология**  
по направлению подготовки

**05.04.01 Геология**

Направленность (профиль) подготовки  
**«Эволюция Земли: геологические процессы и полезные ископаемые»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.03.01

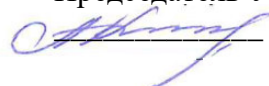
СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП



В.В. Врублевский

Председатель УМК



М.А. Каширо

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать теоретические основы специальных и новых разделов геологических наук при решении задач профессиональной деятельности;

ОПК-2 Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач;

ОПК-3 Способен самостоятельно обобщать результаты, полученные в процессе решения профессиональных задач, разрабатывать рекомендации их по практическому использованию;

ПК-1 Способен решать стандартные и нестандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, в т.ч. ГИС- и ГГИС-технологий.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.2 Осуществляет поиск современной информации по теме задач профессиональной деятельности;

ИОПК-1.3 Решает задачи профессиональной деятельности, синтезируя фундаментальные знания и результаты современных исследований в области специальных разделов геологических наук и смежных разделов естественнонаучной области знаний;

ИОПК-2.2 Устанавливает комплекс методов исследования, в т.ч. из различных областей, и технологию их проведения в зависимости от типов задач профессиональной деятельности;

ИОПК-3.2 Проводит комплексную оценку результатов выполненных научных исследований / производственных работ (в соответствии с направленностью (профилем) магистратуры) в рамках поставленной цели;

ИПК-1.1 Определяет критерии оценки и качество (качественные показатели) выполненных научных исследований / производственных работ (в соответствии с направленностью (профилем) магистратуры) в зависимости от поставленных задач.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Блок дисциплин по выбору во 2 семестре.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 2, зачёт.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: структурной геологии, петрографии, минералогии. Владение навыками пользователя персонального компьютера.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых

– лекции: 10 ч.;

– семинары: 22 ч.;

Объем самостоятельной работы определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

### **Темы лекционных занятий**

Тема 1. Введение в структурную петрологию. Геологические объекты структурной петрологии. Актуальность исследований и практическое применение.

Тема 2. Напряжения и деформации. Классификация нагрузок. Тектонические обстановки. Понятие напряжения. Нормальные и скалывающие напряжения. Девиаторное и дифференциальное напряжение. Главные напряжения. Определение деформации. Масштаб деформаций. Strain. Компоненты деформаций. Виды деформаций. Деформационная история и прогрессивные деформации. Однородные и неоднородные деформации. Простой и чистый сдвиг. Полистадийные деформации. Деформационная история и прогрессивные деформации.

Тема 3. Механизмы деформирования пород на микроуровне. Основные типы механизмов деформирования горных пород и минералов. Нарушение сплошности и разрыв. Внутрикристаллические деформации. Межзерновые деформации. Порфинокластовые структуры. Кинкбанды. Рекристаллизация. Динамическая и статическая рекристаллизация. Процессы растворения под давлением. Рекристаллизация и метаморфические изменения. Влияние процессов частичного плавления на процессы деформирования пород. Катакластическое течение. Ползучесть. Сверхпластичность и межзерновое скольжение.

Тема 4. Деформационный процесс и закономерности структурообразования. Деформации, тектонические обстановки и масштаб геологических структур. Условия и факторы деформирования. Типы концентраторов напряжения. Концентраторы напряжения сжатия и растяжения. Точечные, плоскостные и объемные концентраторы напряжения в гетерогенной среде. Последовательность возникновения дефектов в однородной среде. Модель Гриффитса. Связь структурообразования с полем напряжения и концентраторами напряжения. Структурные парагенезисы. Иерархия структурных уровней.

Тема 5. Реологическое поведение горных пород. Определение термина «реология». Зависимость деформаций от напряжения. Реологическое поведение идеальных физических тел. Упругое, пластическое и вязкое поведение физических тел. Упругие деформации. Модуль Юнга. Предел упругости. Пластичные деформации. Идеально пластическое тело. Упрочнение и разупрочнение. Релаксация. Ползучесть и вязкость. Эффективная вязкость. Вязкое течение. Прочность и разрушение. Предел прочности. Теория прочности. Хрупкое разрушение. Вязкое разрушение. Трещины отрыва, скалывания и среза (моды I, II, III). Механические модели для описания реологического поведения природных материалов. Деформационные свойства горных пород и их зависимость от условий среды. Хрупкие, хрупко-пластичные, пластичные и вязкие деформации геологических тел.

Тема 6. Обзор методов изучения деформаций в структурной петрологии. Главные цели и задачи структурных исследований и анализа деформаций. Морфологический анализ структур. Геологическое и структурное картирование. Описание геометрии геологических тел, их пространственного положения и соотношения друг с другом. Структурно-парагенетический анализ. Парагенезы (парагенезисы) структурных форм (структурные «ансамбли», «структурные» ассоциации»). Структурно-кинематический анализ. Установление кинематики тектонических движений в обстановках хрупких, хрупко-пластичных и пластичных деформаций по анализу отдельных обнажений и

структурно ориентированных образцов. Структурно-петрологические методы анализа полистадийности деформаций, обстановок и условий деформирования пород и минералов. Структурная петрология и микротектоника. Лабораторные методы изучения деформаций пород и минералов. Экспериментальная тектоника и аналоговое моделирование деформаций. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. Лабораторные методы изучения деформаций. Одноосные и трехосные испытания. Испытания на сжатие/растяжение, сдвиг и кручение. Петротектонический (микроструктурный) анализ.

Тема 7. Милониты и структурно-кинематический анализ образцов. Милониты. Определение. Определение и классификация полосчатости и линейности. Требования к документации скальных обнажений при структурном картировании. Структурно ориентированные образцы. Использование структурно ориентированных образцов в петрологических исследованиях.

Тема 8. Структурно-петрологические методы анализа деформаций. Цели и задачи изучения синкинематического минералообразования. Длительность, полистадийность и синхронность геологических процессов. Вопросы датирования тектонических движений. Этапы и длительность тектонических движений, синтетектонического магматизма и метаморфизма. Полистадийность минералообразования и деформаций.

Тема 9. Складки и складкообразование. Генетические типы складок по направлению приложенных сил, по степени пластичности пород, по характеру деформирующих сил. Складки продольного и поперченного изгиба. Складки волочения и складки нагнетания. Складки течения. Дисгармоничные складки. Складки сдвигового генезиса.

Тема 10. Разломы и сдвиговые зоны. Разломные и сдвиговые зоны. Классификация разломных и сдвиговых зон. Разломы. Внутреннее строение разломов. Геометрия и кинематика разломов. Сдвиговые системы. Сдвиговые зоны. Внутреннее строение сдвиговых зон. Механизмы образования сдвигов. Синсдвиговая складчатость. Полистадийность (эволюция) сдвиговых и разрывных дислокаций.

Тема 11. Синтетектонический магматизм и метаморфизм. Синкинематический метаморфизм. Синкинематический магматизм. Синкинематическое оруденение.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Домашние задания, проверяющие ИПК-1.1, включают в себя навыки применения методов структурной петрологии и микротектоники (структурно-кинематический анализ и др.) с использованием петрографических шлифов, демонстрационных материалов, планшетов и соответствующего программного обеспечения (ИОПК-1.3).

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств для курса «Структурная петрология».

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачёт во втором семестре** проводится в устной форме по билетам. Билет состоит из двух вопросов, проверяющих знания методических приёмов структурных исследований конкретных геологических объектов (ИОПК-1.2, ИОПК-2.2), умения разработки структурно-тектонических критериев прогноза (ИПК 1.1) месторождений полезных ископаемых (ИОПК-3.2). Ответы на вопросы даются в развернутой форме.

Продолжительность зачёта определена приказом НИ ТГУ «Об утверждении норм времени».

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Структурная петрология» описаны в Фондах оценочных средств для данного курса.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=32823>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература

1. Кирмасов А.Б.. Основы структурного анализа. Москва : Научный мир, 2011. 367 с. <https://koha.lib.tsu.ru/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=304177>
2. Haakon Fossen Structural Geology. Cambridge University Press. 2010. 463p
3. Twiss R.J., Moores E.M. Structural geology (2-nd edition). W. H. Freeman and Company. 2007. 736 p
4. Pluijm B.A. van der, Marshak S. Earth structure: an introduction to structural geology and tectonics. W. W. Norton & Company, 2004. - 656p.
5. Twiss R.J., Moores E.M. Structural geology // W. H. Freeman, 2007. - 736p. 2-nd edition.
6. Passchier C.W., Trouw R.A.J. Microtectonics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. - 366p.
7. Davis G.H., Reynolds S.J., Kluth C.F. Structural geology of rocks and regions // John Wiley & Sons, Inc., 2012. - 839p. 3rd edition.

б) дополнительная литература (в т.ч. учебная)

1. Белоусов В.В. Структурная геология. М., МГУ, 1986. 248 с.
2. Николая А. Основы деформации горных пород. М., Мир. 1992. 167 с.
3. Спенсер Э.У. Введение в структурную геологию. Л., Недра, 1981. 367 с.
4. Талицкий В.Г. 1991. Модель структурообразования в неоднородной геологической среде // Вестник МГУ Геология. № 1. С. 27-33.
5. Талицкий В.Г. 1994а. Генетические типы структурных парагенезов // Вестник МГУ Геология. № 4. С. 65-72.
6. Толковый словарь английских геологических терминов // под ред. Н.В. Межеловского. МПР РФ, МЦГК «Геокарт». 2002.
7. Эз В.Б. Структурная геология метаморфических комплексов. М., Недра. 1978. 191 с.
8. Allison, D. T., 2011. Structural geology laboratory manual (Third Edition). University of South Alabama. 162 p.
9. Allmendinger, R. (2007) Structural Geology (Lectures EAS 4260, Cornell University, USA).
10. Park R.G. Foundations of structural geology. Chapman & Hall, 1997, p.202.
11. Phillips, M.A., 1971. The Use of Stereographic Projection in Structural Geology. The Gresham Press. Great Britain. 95 p.
12. Ragan, D. L., 2009. Structural Geology. An Introduction to Geometrical Techniques, 4th ed. Cambridge University Press. 602 p.
13. Ramsay J.G., Huber M.I. The techniques of modern structural geology. V. 2. Folds and fractures. London, New York, Academic Press. 1987. 462 с.
14. Ramsay, J.G., Huber, M.I., 1983. The techniques of modern structural geology. V. 1. Strain Analysis. London, New York, Academic Press. 307 с.
15. Trouw, R.A.J., Passchier, C.W., Wiersma, D.J., 2010 Atlas of mylonites - and related microstructures. Springer, Heidelberg; New York. 322 p.

в) учебно-методическое обеспечение

1. Родыгин А.И. Азимутальные проекции в структурной геологии. Томск: ТГУ, 1980. 137 с. <https://koha.lib.tsu.ru/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=6464>
2. Родыгин А.И. Методы стрейн-анализа. Томск: ТГУ. 1996. 70 с. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000223515>
3. Родыгин А.И. Структурные диаграммы. Томск: ТГУ: 1980. 76 с. <https://koha.lib.tsu.ru/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=6501>
4. Скляр Е.В., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Мазукабзов А.М. и др. Метаморфизм и тектоника: Учеб. Пособие. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 216 с.
5. Naakon Fossen «Structural Geology»:  
<http://www.cambridge.org/gb/academic/textbooks/fossen2/e-learning>
6. Ben van der Pluijm, Stephen Marshak «Processes in Structural Geology and Tectonics».  
<http://psgt.earth.lsa.umich.edu/>
7. Jean-Pierre Burg «Structural Geology and Tectonics»  
<http://www.files.ethz.ch/structuralgeology/JPB/>

г) программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office, специализированное некоммерческое программное обеспечение Geocalculator (Rod Holcombe), Georient (Rod Holcombe).

### 13. Перечень информационных ресурсов

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной и практической работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории, оборудованные микроскопами.

## **15. Информация о разработчиках**

Владимиров Владимир Геннадьевич, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории структурной петрологии Института геологии и минералогии СО РАН (г.Новосибирск)