

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан геологического факультета МГУ
академик Д.Ю. Пушаровский
«2» сентября 2015 года



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля) – **Геодинамическое моделирование.**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки **05.06.01 «Науки о Земле»**. Направленность программы **25.00.04 «Петрология, вулканология»**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: **относится к вариативной части ООП, является курсом по выбору в 3 семестре 2 года обучения.**
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). **Процесс изучения учебной дисциплины «Формации магматических и метаморфических пород» направлен на формирование элементов следующих компетенций:**

| Формируемые компетенции (код компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|---|
|--|---|

| | |
|---|---|
| <p>УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> | <p>31 (УК-1) Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>У1 (УК-1) Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.</p> <p>У2 (УК-1) Уметь: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений.</p> |
| <p>УК-3: Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.</p> | <p>31 (УК-3) Знать: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах.</p> <p>У1 (УК-3) Уметь: следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач.</p> <p>У2 (УК-3) Уметь: осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом.</p> |
| <p>УК-4: Готовность использовать современные</p> | <p>31 (УК-4) Знать:</p> |

| | |
|--|--|
| <p>методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках.</p> | <p>методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках. 32 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках. У1 (УК-4) Уметь: следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках.</p> |
| <p>УК-5: Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.</p> | <p>31 (УК5) Знать: содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда. У1 (УК5) Уметь: формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p> |
| <p>ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</p> | <p>31 (ОПК-1) Знать: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности. У1 (ОПК-1) Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>ПК-1: Способность интегрировать фундаментальные разделы геологии и специализированные геологические знания для решения проблем петрологии и вулканологии.</p> | <p>31 (ПК-1) Знать: принципы проведения фундаментальных исследований в области петрологии и вулканологии. У1 (ПК-1) Уметь: ставить и решать задачи по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений. У2 (ПК-1) Уметь: формулировать актуальные проблемы петрологии и вулканологии, критически оценивать их общенаучную значимость и возможность их решения на современном уровне развития науки.</p> |
| <p>ПК-2: Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области петрологии и вулканологии и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.</p> | <p>31 (ПК-2) Знать: методы проектирования комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ. 32 (ПК-2) Знать: современное состояние исследований в области петрологии и вулканологии, основные проблемы и перспективные направления развития в данной отрасли науки. У1 (ПК-2) Уметь: формулировать актуальные научные проблемы в рамках области петрологии и вулканологии, оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши от реализации исследований в областях данных проблем. У2 (ПК-2) Уметь: применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовых, полевых и лабораторных данных.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>ПК-3: Способность участвовать в работе российских и международных научных коллективов, ориентированных на решение фундаментальных и прикладных проблем петрологии и вулканологии, а также осуществлять руководство научными коллективами. Способность критически оценивать результаты деятельности научных коллективов.</p> | <p>31 (ПК-3) Знать: принципы организации работы научно-исследовательского коллектива с учетом специфики кросс-культурного взаимодействия.</p> <p>32 (ПК-3) Знать: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах.</p> <p>33 (ПК-3) Знать: нормативную документацию в области планирования и организации полевых и лабораторных исследований.</p> <p>У1 (ПК-3) Уметь: следовать нормам, принятым в научном общении при кросскультурной научной коммуникации.</p> |
| <p>ПК-5: Способность проводить семинарские, лабораторные и практические занятия (в рамках отечественных и международных образовательных программ) в области петрологии и вулканологии (в соответствии со специализацией) с использованием современных образовательных технологий.</p> | <p>31 (ПК-5) Знать: основные образовательные технологии, применяемые при обучении студентов и магистрантов в области петрологии и вулканологии.</p> <p>У1 (ПК-5) Уметь: проводить семинарские, лабораторные и практические занятия по петрологии и вулканологии.</p> <p>У2 (ПК-5) Уметь: организовывать и руководить работой студента(ов) в условиях полевых и последующих камеральных работ.</p> |

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) «Формации магматических и метаморфических пород» составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятия лекционного типа и 12 часов индивидуальных консультаций и мероприятия текущего контроля успеваемости), 180 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для освоения дисциплины «Геодинамическое моделирование» необходимо наличие базовых знаний по физике, химии, математике, программированию, геологии, геодинамике, минералогии, геохимии, кристаллографии и петрологии.

8. Образовательные технологии (отметить, если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

В рамках дисциплины «Геодинамическое моделирование» используется смешанная модель обучения, в которой предусмотрены следующие методы и формы образовательных технологий: лекции с использованием мультимедийных презентаций с визуально-текстовой формой представления дидактического материала, индивидуальное собеседование и написание письменных контрольных работ по основным разделам курса, самостоятельная работа студентов, включающая в себя выполнение практических и теоретических домашних заданий, изучение литературы, рекомендуемой преподавателем, написание рефератов, подготовку докладов и презентаций. Важным элементом преподавания дисциплины являются презентации и доклады учащихся на основе дополнительных материалов (статей, книг), совместный разбор ошибок при выполнении задач и контрольных работ. Для решения поставленных задач учащиеся

используют компьютерные программы, как общего назначения, так и специализированные. В рамках дисциплины возможно также использование электронного обучения и дистанционных технологий.

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

Краткая аннотация

Дисциплина «Геодинамическое моделирование» для аспирантов кафедры петрологии геологического факультета МГУ направлена на приобретение знаний о сопряженном протекании тектонических, магматических, метаморфических и метасоматических процессов в различных геодинамических обстановках, а так же о современных возможностях моделирования этих процессов. В курсе рассматриваются вопросы зарождения современного стиля тектоники плит, термальной структуры зон субдукции, развития магматического фронта, отличия коллизионных обстановок от субдукционных и специфика моделирования процессов в каждом из этих видов геодинамических обстановок.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе | | | | | | | | |
|--|--------------|---|---------------------------|------------------------|-----------------------------|--|---|-----------------------------|------------------------------|-------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы из них | | | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)* | Всего | Выполнение домашних заданий | Подготов-ка рефератов и т.п. | Всего |
| Тема 1. Горячие зоны субдукции и их термальна́я структура. | 18 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 2. Теплые зоны субдукции и их термальна́я | 18 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 7 | 15 |

| | | | | | | | | | | |
|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| структура. | | | | | | | | | | |
| Тема 3. Холодные зоны субдукции и их термальная структура. | 18 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 4. Влияние скорости конвергенции на термальную структуру зон субдукции. | 18 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 5. Влияние возраста плит на термальную структуру зон субдукции. | 18 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 6. Влияние конвекции мантии на термальную структуру зон субдукции. | 18 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 7. | 18 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 8 | 7 | 15 |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Отличие коллизионных обстановок от субдукционных. | | | | | | | | | | |
| Тема 8. Влияние мощности коры на процесс коллизии. | 18 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 9. Влияние мощности литосферы на процесс коллизии. | 18 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 10. Влияние плотности литосферы на процесс коллизии. | 18 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 11. Влияние деламинации на процесс коллизии. | 18 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 8 | 7 | 15 |
| Тема 12. Влияние температуры мантии на процесс коллизии. | 18 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 7 | 15 |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----|----|---|---|---|---|----|----|----|-----|
| Промежуточная аттестация балльно-рейтинговая | | | | | | | | | | |
| Итого | 216 | 24 | 0 | 0 | 6 | 6 | 36 | 96 | 84 | 180 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в виде балльно-рейтинговой системы

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю).

Тематика некоторых заданий для домашней и самостоятельной работы

1. Современные литосферные плиты, их мощность, скорости движения.
2. Отличие древнего и современного стилей субдукции.
3. Плавление при метаморфизме высокого давления.
4. Метаморфизм в зонах субдукции: неоднородность по химизму, термодинамическим условиям.
5. Роль флюидов в зонах субдукции.
6. Водосодержащие минералы высокого давления.
7. Плавление перидотитов в мантийном клине.
8. Температурные эффекты субконтинентальной мантии.
9. Частичное плавление погружающейся плиты в зонах субдукции.
10. Равновесное и фракционное плавление мантийных перидотитов.
11. Температуры и давления в мантии Земли. Геотермический градиент и методы его оценки.
12. Плавление водосодержащих перидотитов. Роль амфиболов и флогопита при плавлении перидотитового вещества мантии.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

Основная литература:

1. Хаин В.Е. Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики Книжный дом Университет. 2005г. 560 стр.
2. Добрецов Н.Л., Соболев Н.В., Шацкий В.С. и др. Эклогиты и глаукофановые сланцы в складчатых областях // Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е. 1989 г. 236 С.
3. Скляр Е.В., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Мазукабзов А.М., Сизых А.И., Буланов В.А. Метаморфизм и тектоника : учеб. пособие /– М. : Интермет Инжиниринг, 2001. – 216 с.
4. Теркотт Д., Шуберт Дж. Геодинамика. В 2-х т. М.: Мир, 1985
5. Gerya T.V. Introduction to Numerical Geodynamic Modelling. Cambridge University Press. 2010b. 345 p.
6. Schubert G., Turcotte D.L., Olson P. Mantle Convection in the Earth and Planets. Cambridge: CambridgeUniversityPress. 2004. 940 p.
7. Ismail-Zadeh A., Tackley P.J. Computational Methods for Geodynamics. NewYork: CambridgeUniversityPress. 2010. 313 p.

Дополнительная литература:

1. Stern R.J., Subduction zones. // Rev. Geophys., 2002, vol.40, №4, 1012, doi:10.1029/2001RG000108.
2. Sizova E., Gerya T., Brown M., Perchuk L.L. Subduction styles in the Precambrian: Insight from numerical experiments // Lithos. 2010. Vol.116. P.209-229.
3. Sizova E., Gerya T., Brown M. Exhumation mechanisms of melt-bearing ultrahigh pressure crustal rocks during collision of spontaneously moving plates // Journal of Metamorphic Geology. 2012. doi:10.1111/j.1525-1314.2012.01004.x.
4. Sizova E., Gerya T., Brown M., 2014. Contrasting styles of Phanerozoic and Precambrian continental collision. GondwanaResearch, Volume 25, Issue 2, p. 522–545

5. Gerya, T. V. and Yuen, D. A. (2003) Characteristics-based marker-in-cell method with conservative finite-differences schemes for modeling geological flows with strongly variable transport properties. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 140, 293–318.
6. Philpotts A., Ague J.J. *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology* // Cambridge University Press, Jan 29, 2009 667 pages

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

<http://apps.webofknowledge.com/>

<http://www.scopus.com/>

http://serc.carleton.edu/research_education/equilibria/twq.html

<http://www.perplex.ethz.ch/>

<https://numericalmethods.wordpress.com/>

<https://geodynamics.org/cig/>

<http://www.cambridge.org/ch/academic/subjects/earth-and-environmental-science/structural-geology-tectonics-and-geodynamics/introduction-numerical-geodynamic-modelling?format=HB>

- Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости).

Для успешного освоения курса необходимы навыки использования распространенных текстовых и графических редакторов, умение использовать электронные таблицы (Microsoft Excel, Origin), программы для подготовки и представления презентаций (Microsoft PowerPoint). Помимо программных комплексов общего назначения в курсе используются программный комплекс MatLab, а также программные комплексы TWQ и PERPLE_X для термодинамического моделирования минеральных равновесий, основанные на взаимосогласованных базах термодинамических данных.

- Описание материально-технической базы.

Для проведения лекций используется мультимедийный проектор. Для самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с выходом в Интернет, библиотека геологического факультета МГУ.

12. Язык преподавания – **русский**.

13. Преподаватель (преподаватели) – **д.г.-м.н., заведующий кафедрой Перчук А.Л. (alp@geol.msu.ru), д.г.-м.н., профессор Плечов П.Ю.**

Приложение

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Формации магматических и метаморфических пород»
на основе карт компетенций выпускников**

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и | | | | | ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА |
|--|--|--|---|---|---|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| <i>31 (УК-1) Знать:</i> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования | Отсутствие знаний <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых | Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных | Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов | индивидуальное собеседование |

| | | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|--|--|----------------------------------|
| новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | | идей при решении исследовательских и практических задач <i>2 балла</i> | генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач <i>3 балла</i> | достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных <i>4 балла</i> | генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных <i>5 баллов</i> | |
| <i>У1 (УК-1) Уметь:</i> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов | Отсутствие умений <i>0 баллов</i> | Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов <i>2 балла</i> | В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов <i>3 балла</i> | В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов <i>4 балла</i> | Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов <i>5 баллов</i> | практические контрольные задания |
| <i>У2 (УК-1) Уметь:</i> при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений | Отсутствие умений <i>0 баллов</i> | Частично освоенное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений <i>2 балла</i> | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений <i>3 балла</i> | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений <i>4 балла</i> | Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений <i>5 баллов</i> | практические контрольные задания |

| | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|---|
| <p>31 (УК-3) Знать: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</p> | <p>Отсутствию мений <i>0 баллов</i></p> | <p>Частично освоенное умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>2 балла</i></p> | <p>В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>3 балла</i></p> | <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>4 балла</i></p> | <p>Успешное и систематическое умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>5 баллов</i></p> | <p>индивидуальное собеседование</p> |
| <p>VI (УК-3) Уметь: следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p> | <p>Отсутствию мений <i>0 баллов</i></p> | <p>Частично освоенное умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>2 балла</i></p> | <p>В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и</p> | <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и</p> | <p>Успешное и систематическое умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом</p> | <p>практические контрольные задания</p> |

| | | | | | | |
|---|--|---|--|--|---|--|
| | | | обществом <i>3 балла</i> | обществом <i>4 балла</i> | <i>5 баллов</i> | |
| <i>У2 (УК-3) Уметь:</i> осуществлять личный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом | Отсутствиес умений <i>0 баллов</i> | Частично освоенное умение осуществлять личный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>2 балла</i> | В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять личный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>3 балла</i> | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять личный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>4 балла</i> | Успешное и систематическое умение осуществлять личный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом <i>5 баллов</i> | практические контрольные задания |
| <i>31 (УК-4) Знать:</i> методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках | Отсутствиес знаний <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках <i>2 балла</i> | Неполные знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках <i>3 балла</i> | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках <i>4 балла</i> | Сформированные и систематические знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках <i>5 баллов</i> | индивидуальное собеседование |
| <i>32 (УК-4) Знать:</i> стилистические особенности представления результатов научной | Отсутствиес знаний <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания стилистических особенностей представления результатов научной | Неполные знания стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных стилистических особенностей | Сформированные систематические знания стилистических особенностей представления | индивидуальное собеседование |

| | | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|--|--|----------------------------------|
| деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках | | деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках <i>2 балла</i> | устной и письменной форме на государственном и иностранном языках <i>3 балла</i> | представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках <i>4 балла</i> | результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках <i>5 баллов</i> | |
| <i>У1 (УК-4) Уметь:</i> следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках | Отсутствие умений <i>0 баллов</i> | Частично освоенное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках <i>2 балла</i> | В целом успешное, но не систематическое умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках <i>3 балла</i> | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках <i>4 балла</i> | Успешное и систематическое умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках <i>5 баллов</i> | практические контрольные задания |
| <i>З1 (УК-5) Знать:</i> содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда | Отсутствия знаний <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации <i>2 балла</i> | Частичные знания содержания процесса целеполагания профессионального и личностного развития, некоторых его особенностей и способов реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда <i>3 балла</i> | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания сущности процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенностей и способов реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда <i>4 балла</i> | Сформированные систематические знания содержания процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда <i>5 баллов</i> | индивидуальное собеседование |

| | | | | | | |
|---|--|--|---|---|--|---|
| <p>У1 (УК-5) Уметь: формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей</p> | <p>Отсутствиесу мений <i>0 баллов</i></p> | <p>Частично освоенное умение формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности и этапов профессионального роста <i>2 балла</i></p> | <p>В целом успешное, но не систематическое умение формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности и этапов профессионального роста <i>3 балла</i></p> | <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности и этапов профессионального роста <i>4 балла</i></p> | <p>Успешное и систематическое умение формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности и этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей <i>5 баллов</i></p> | <p>практические контрольные задания</p> |
| <p>З1 (ОПК-1) Знать: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности</p> | <p>Отсутствиесу мений <i>0 баллов</i></p> | <p>Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности <i>2 балла</i></p> | <p>В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности <i>3 балла</i></p> | <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности <i>4 балла</i></p> | <p>Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности <i>5 баллов</i></p> | <p>индивидуальное собеседование</p> |
| <p>У1 (ОПК-1) Уметь: выбирать и применять в профессиональной</p> | <p>Отсутствиесу мений <i>0 баллов</i></p> | <p>Фрагментарное использование умения выбирать и использовать</p> | <p>В целом успешное, но не систематическое использование</p> | <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование</p> | <p>Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и</p> | <p>практические контрольные задания</p> |

| | | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|--|---|----------------------------------|
| деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования | | экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи <i>2 балла</i> | умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи <i>3 балла</i> | умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи <i>4 балла</i> | расчетно-теоретические методы для решения научной задачи <i>5 баллов</i> | |
| <i>З1 (ПК-1) Знать:</i> принципы проведения фундаментальных исследований в области петрологии и вулканологии | Отсутствие знаний <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания принципов проведения фундаментальных исследований в области петрологии и вулканологии <i>2 балла</i> | Неполные знания принципов проведения фундаментальных исследований в области петрологии и вулканологии <i>3 балла</i> | Сформулированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов проведения фундаментальных исследований в области петрологии и вулканологии <i>4 балла</i> | Сформированные представления о принципах проведения фундаментальных исследований в области петрологии и вулканологии <i>5 баллов</i> | индивидуальное собеседование |
| <i>У1 (ПК-1) Уметь:</i> ставить и решать задачи по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений | Отсутствие умений <i>0 баллов</i> | Испытывает затруднения с постановкой и решением задач по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений <i>2 балла</i> | Умение ставить задачи по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов <i>3 балла</i> | Умение решать задачи по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений <i>4 балла</i> | Постановка и решение задач по петрологическому изучению отдельных регионов на основании полевых и дистанционных методов наблюдений <i>5 баллов</i> | практические контрольные задания |
| <i>У2 (ПК-1) Уметь:</i> формулировать актуальные проблемы петрологии и вулканологии, | Отсутствие умений <i>0 баллов</i> | Затруднения с формулировкой актуальных проблем петрологии и вулканологии, критической оценкой их общенаучной | Умение формулировать в целом актуальные проблемы петрологии и вулканологии без оценки их | Умение формулировать актуальные проблемы петрологии и вулканологии, критически | Формулировка актуальных проблем петрологии и вулканологии, критическая оценка их общенаучной значимости и | практические контрольные задания |

| | | | | | | |
|--|--------------------------------------|---|--|---|--|------------------------------|
| критически оценивать их общенаучную значимость и возможность их решения на современном уровне развития науки | | значимости и возможности решения на современном научном уровне <i>2 балла</i> | значимости и возможности решения на современном научном уровне в рамках своей специализации <i>3 балла</i> | оценивать некоторые их аспекты с точки зрения их общенаучной значимости и возможности решения на современном уровне науки <i>4 балла</i> | возможности их решения на современном уровне науки <i>5 баллов</i> | |
| 31 (ПК-2) Знать: методы проектирования комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ | Отсутствие знаний <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания методов проектирования комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ <i>2 балла</i> | Неполные знания методов проектирования комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ <i>3 балла</i> | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о методах проектирования комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ <i>4 балла</i> | Сформированные систематические знания о методах проектирования комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ <i>5 баллов</i> | индивидуальное собеседование |
| 32 (ПК-2) Знать: современное состояние исследований в области петрологии и вулканологии, основные проблемы и перспективные направления развития в данной отрасли науки | Отсутствие знаний <i>0 баллов</i> | Общие представления о современном состоянии исследований в области петрологии и вулканологии, а также об основных проблемах <i>2 балла</i> | Неполные представления о современном состоянии исследований в области петрологии и вулканологии, основных проблемах и перспективных направлениях развития в данной отрасли науки <i>3 балла</i> | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современном состоянии исследований в области петрологии и вулканологии, основных проблемах и перспективных направлениях развития в данной отрасли науки | Сформированные систематические знания о современном состоянии исследований в области петрологии и вулканологии, основных проблемах и перспективных направлениях развития в данной отрасли науки <i>5 баллов</i> | индивидуальное собеседование |

| | | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|----------------------------------|
| | | | | <i>4 балла</i> | | |
| <i>У1 (ПК-2) Уметь:</i> формулировать актуальные научные проблемы в рамках области петрологии и вулканологии, оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши от реализации исследований в областях данных проблем | Отсутствия оценок <i>0 баллов</i> | Испытывает затруднения при формулировании актуальных научных проблем в рамках области петрологии и вулканологии, не может оценить потенциальные выигрыши/проигрыши и от реализации исследований в областях данных проблем <i>2 балла</i> | В целом успешное, но содержащее недочеты формулирование актуальных научных проблем в рамках области петрологии и вулканологии, поверхностная оценка потенциальных выигрышей /проигрышей от реализации исследований в областях данных проблем <i>3 балла</i> | В целом успешное, но содержащее некоторые ошибки формулирование актуальных научных проблем в рамках области петрологии и вулканологии, удовлетворительная оценка потенциальных выигрышей /проигрышей от реализации исследований в областях данных проблем <i>4 балла</i> | Успешное и систематическое формулирование актуальных научных проблем в рамках области петрологии и вулканологии, оценка потенциальных выигрышей /проигрышей от реализации исследований в областях данных проблем <i>5 баллов</i> | практические контрольные задания |
| <i>У2 (ПК-2) Уметь:</i> применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовых, полевых и лабораторных данных | Отсутствия оценок <i>0 баллов</i> | Затруднения при сборе, обработке, анализе и обобщении фондовых, полевых и лабораторных данных <i>2 балла</i> | В целом успешное, но не систематическое применение на практике методов сбора, обработки, анализа и обобщения фондовых, полевых и лабораторных данных <i>3 балла</i> | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовых, полевых и лабораторных данных <i>4 балла</i> | Успешное и систематическое применение на практике методов сбора, обработки, анализа и обобщения фондовых, полевых и лабораторных данных <i>5 баллов</i> | практические контрольные задания |
| <i>З1 (ПК-3) Знать:</i> принципы организации работы научно-исследовательского коллектива с | Отсутствия оценок <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания принципов организации работы научно-исследовательского коллектива с учетом | Сформированные, но не систематические знания принципов организации работы научно-исследовательского | Сформированные, но содержащие пробелы знания принципов организации работы научно-исследовательского | Сформированные систематические знания принципов организации работы научно-исследовательского | индивидуальное собеседование |

| | | | | | | |
|--|-------------------------------|--|--|--|--|----------------------------------|
| учетом специфики кросскультурного-взаимодействия. | | специфики кросскультурного-взаимодействия. <i>2 балла</i> | коллектива с учетом специфики кросскультурного-взаимодействия. <i>3 балла</i> | коллектива с учетом специфики кросскультурного-взаимодействия. <i>4 балла</i> | коллектива с учетом специфики кросскультурного-взаимодействия. <i>5 баллов</i> | |
| <i>32 (ПК-3) Знать:</i> особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах | Отсутствия <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания нормативных документов в области планирования и организации полевых и лабораторных исследований <i>2 балла</i> | Сформированные, но не систематические знания нормативных документов в области планирования и организации полевых и лабораторных исследований <i>3 балла</i> | Сформированные, но содержащие пробелы знания нормативных документов в области планирования и организации полевых и лабораторных исследований <i>4 балла</i> | Сформированные систематические знания нормативных документов в области планирования и организации полевых и лабораторных исследований <i>5 баллов</i> | индивидуальное собеседование |
| <i>33 (ПК-3) Знать:</i> нормативную документацию в области планирования и организации полевых и лабораторных исследований | Отсутствия <i>0 баллов</i> | Фрагментарные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах <i>2 балла</i> | Сформированные, но не систематические знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах <i>3 балла</i> | Сформированные, но содержащие пробелы знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах <i>4 балла</i> | Сформированные систематические знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах <i>5 баллов</i> | индивидуальное собеседование |
| <i>У1 (ПК-3) Уметь:</i> следовать нормам, принятым в научном общении при | Отсутствия <i>0 баллов</i> | Частично освоенное умение следовать нормам, принятым в научном общении при | В целом успешное, но не систематическое умение следовать нормам, принятым в | В целом успешное, но содержащее пробелы умение следовать нормам, принятым в научном | Сформированное и систематическое умение следовать нормам, принятым в научном общении | практические контрольные задания |

| | | | | | | |
|--|--|--|---|---|---|----------------------------------|
| кросскультурной научной коммуникации | | кросскультурной научной коммуникации <i>2 балла</i> | научном общении при кросскультурной научной коммуникации <i>3 балла</i> | общении при кросскультурной научной коммуникации <i>4 балла</i> | при кросскультурной научной коммуникации <i>5 баллов</i> | |
| <i>З1 (ПК-5) Знать:</i> основные образовательные технологии, применяемые при обучении студентов и магистрантов в области петрологии и вулканологии | Отсутствие знаний <i>0 баллов</i> | Знает некоторые основные образовательные технологии, применяемые при обучении студентов и магистрантов в области петрологии и вулканологии <i>2 балла</i> | Имеет сформированные, но не систематические знания об основных образовательных технологиях, применяемых при обучении студентов и магистрантов в области петрологии и вулканологии <i>3 балла</i> | Имеет сформированные, но содержащие пробелы знания об основных образовательных технологиях, применяемых при обучении студентов и магистрантов в области петрологии и вулканологии <i>4 балла</i> | Имеет сформированные и систематические знания об основных образовательных технологиях, применяемых при обучении студентов и магистрантов в области петрологии и вулканологии <i>5 баллов</i> | индивидуальное собеседование |
| <i>У1 (ПК-5) Уметь:</i> проводить семинарские, лабораторные и практические занятия по петрологии и вулканологии | Отсутствие умений <i>0 баллов</i> | Может проводить семинарские, лабораторные и практические занятия по петрологии и вулканологии только в паре с более опытным преподавателем <i>2 балла</i> | Способен самостоятельно проводить семинарские занятия по петрологии и вулканологии <i>3 балла</i> | В целом успешно, но с некоторыми затруднениями может проводить семинарские, лабораторные и практические занятия по петрологии и вулканологии <i>4 балла</i> | Успешно проводит семинарские, лабораторные и практические занятия по петрологии и вулканологии <i>5 баллов</i> | практические контрольные задания |
| <i>У2 (ПК-5) Уметь:</i> организовывать и руководить работой студента(ов) в условиях полевых и последующих камеральных работ. | Отсутствие умений <i>0 баллов</i> | Испытывает трудности с организацией и руководством работой студента(ов) в условиях полевых и последующих | В целом успешно организует и руководит работой студента(ов) в условиях полевой практики <i>3 балла</i> | В целом успешно, организовывает и руководит работой студента(ов) в условиях полевых и последующих камеральных работ. | Успешно и самостоятельно способен организовывать и руководить работой студента(ов) в условиях полевых и | практические контрольные задания |

| | | | | | | |
|--|--|--------------------------------------|--|---|---|--|
| | | камеральных работ. <i>2 балла</i> | | Нуждается в периодических консультациях с преподавателем. <i>4 балла</i> | последующих камеральных работ. <i>5 баллов</i> | |
|--|--|--------------------------------------|--|---|---|--|

Для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) используется балльно-рейтинговая система.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Примеры тем рефератов и докладов, контрольных вопросов и задач:

1. Используя диаграмму плавкости системы $KAlSiO_4-Mg_2SiO_4-SiO_2-H_2O$ (Gupta&Green, 1988), запишите схему плавления трех пород, составы которых указаны на диаграмме звездочками: 1. флогопит содержащего гарцбургита, 2. флогопит содержащего ортопироксенита и 3. флогопит содержащего дунита. Какая из ассоциаций при близсолидусном плавлении произведет наиболее недосыщенный SiO_2 расплав?
2. Используя диаграммы плавкости в модельной системе форстерит-диопсид-энстатит-пироп при 5 и 10 ГПа составьте схемы частичного плавления гранатового лерцолита и определите, в чем состоит влияние давления на этот процесс.
3. Используя данные по составам сосуществующих минералов в гранатовом перидотите, с помощью программы TWQ рассчитайте температуру и давление, соответствующие этой минеральной ассоциации.
4. Используя данные по составам сосуществующих минералов в шпинелевом перидотите, с помощью программы TWQ рассчитайте температуру и давление, соответствующие этой минеральной ассоциации.
5. Используя данные по составам сосуществующих минералов в эклогите, с помощью программы TWQ рассчитайте температуру и давление, соответствующие этой минеральной ассоциации.
6. Используя данные по валовому составу лерцолита KLB-1, моделирующего состав мантии, с помощью программы PERPLE_X рассчитайте псевдосекцию в интервале давлений 20 – 100 кбар и температур 500 – 1300^oC. Как

меняются минеральные ассоциации вдоль среднего геотермического градиента в мантии? Постройте профиль плотности пород и скоростей сейсмических волн.

7. Используя данные по валовому составу лерцолита НК-66, моделирующего состав мантии, с помощью программы PERPLE_X рассчитайте псевдосекцию в интервале давлений 20 – 100 кбар и температур 500 – 1300^oC. Как меняются минеральные ассоциации вдоль среднего геотермического градиента в мантии? Постройте профиль плотности пород и скоростей сейсмических волн.
8. Определите глубину (с точностью до целых), соответствующую давлению 6.6 ГПа в мантии, состоящей из гранатового лерцолита (плотность 3.35 г/см³).
9. Охарактеризуйте влияние дополнительных летучих компонентов, таких как H₂O, F, Cl, на процесс плавления мантийного перидотита при давлениях более 4 ГПа.
10. Плавление мантийных перидотитов в присутствии водных и водно-углекислых флюидов.
11. Процессы дислокационного метаморфизма в зоне субдукции.
12. Метаморфические процессы в зоне тройного сочленения литосферных плит.
13. Как влияют температурные эффекты в мантии на минеральный петрогенез?
14. Постройте геотерму на поверхности слэба для горячей зоны субдукции.
15. Постройте геотерму на поверхности слэба для теплой зоны субдукции.
16. Постройте геотерму на поверхности слэба для холодной зоны субдукции.