

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ВЛАДИКАВКАЗСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ГФИ ВНЦ РАН)

«УТВЕРЖДАЮ»
ВРИО директора ГФИ ВНЦ РАН
к.г.н. Бурдзиева О.Г. Бурдзиева



2015 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МАГНЕТИЗМ ГОРНЫХ ПОРОД И ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ

Рекомендуется для направления подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению
05.06.01 Науки о земле

Направленность «Геофизика, геофизические методы поисков полезных
ископаемых»

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины является усвоение базовых понятий и принципов, используемых при изучении магнетизма горных пород и палеомагнетизма, при применении петромагнитных и палеомагнитных данных для решения широкого спектра геологических и геофизических проблем.

Задачи дисциплины «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» состоят:

1) в получении теоретических знаний о различных видах намагниченности в горных породах, о формировании и сохранении палеомагнитной записи, о методах выделения и датирования древней намагниченности, способах статистической обработки, представлении и анализа палеомагнитной информации;

2) в получении практических навыков построения и анализа диаграмм Зейдервельда, выделении компонент намагниченности, анализа векторных распределений на сфере, первичной интерпретации палеомагнитных и петромагнитных данных

2. Место дисциплины в структуре ОПП:

Дисциплина «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» преподается аспирантам первого года обучения и представляет дисциплину модуля Геофизика вариативной части Математического и естественно-научного цикла ОПП. Дисциплина «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» базируется на курсах цикла естественно-научных дисциплин (Б2), входящих в базовую часть Математика, Физика, Общая геология. Аспиранты, обучающиеся по данному курсу, должны знать основы математического анализа, термины и понятия по курсу Общая геология.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения учебной дисциплины «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» направлен на формирование элементов следующих компетенций:

а) универсальных (УК):

– Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)

б) общепрофессиональных (ОПК):

– Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области геофизики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)

в) профессиональных (ПК):

– Способность интегрировать фундаментальные и прикладные разделы геофизики

(в том числе гравимагниторазведка, геоэлектрика, сейсмология и сейсморазведка, математическая геофизика, геофизические исследования скважин и интерпретация геофизических данных) и специализированные геологические и геофизические знания (в том числе о физических процессах, протекающих в Земле, и внутреннем строении Земли и других планет) для решения проблем геологии и геофизики. (ПК-1);

– Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области геофизики и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта. (ПК-2);

– Способность свободно и творчески пользоваться современными методами анализа, обработки и интерпретации комплексной геофизической информации для решения научных и практических задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности (ПК-3);

– Способность к профессиональной эксплуатации современного геофизического полевого и лабораторного оборудования и приборов (ПК-5);

В результате освоения дисциплины «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» аспирант должен:

1. **Знать:** базовые принципы геомагнетизма, петромагнетизма и палеомагнитологии, способы получения и представления петромагнитной и палеомагнитной информации, основные направления применения полученных петро- и палеомагнитных данных при решении различных задач наук о Земле.

2. **Уметь:** определять состав магнитной фракции горных пород, выделять компоненты естественной остаточной намагниченности и рассчитывать их направление, строить диаграммы зийдервельда и стререограммы векторных распределений. Выполнять полевые тесты, рассчитывать положение палеомагнитных полюсов.

3. **Владеть** следующими навыками: постановки задач при палеомагнитных и петромагнитных исследованиях, выбора объектов для палеомагнитных и петромагнитных исследований, оценки надежности данных палеомагнитных и петромагнитных исследований, определения палеогеографической позиции тектонических блоков на основе палеомагнитных данных.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из которых аудиторная нагрузка составляет 42 часа (лекции - 30 часов, семинары – 12 часов), самостоятельная работа студентов – 66 часов.

Содержание дисциплины.

1. Введение.

1.1. Цель, задачи и значение курса. Предмет и методы исследования, объекты исследований.

1.2. Базовые понятия геомагнетизма. Гипотеза центрального осевого диполя. Современное геомагнитное поле.

1.3. Вековые геомагнитные вариации. Происхождение магнитного поля.

2. Основные понятия магнетизма горных пород

2.1. Магнитные состояния вещества. Парамагнетизм, диамагнетизм. Доменная структура магнетиков.

2.2. Точка Кюри, ферромагнетизм, ферримагнетизм, антиферромагнетизм, температурные зависимости спонтанной намагниченности.

2.3. Явление магнитного гистерезиса, его характеристики. Структурно-чувствительные магнитные характеристики, коэрцитивная сила, остаточная намагниченность, коэрцитивные спектры.

2.4. Виды энергии, определяющие процессы намагничивания, кристаллографическая и упругая анизотропия. Представление об энергетических барьерах. Разные виды магнитной восприимчивости.

2.5. Температурные зависимости магнитных параметров в области низких и высоких температур. Изменение физических свойств вблизи точки Кюри.

3. Магнитные минералы горных пород

3.1. Основные магнитные минералы и их магнитные свойства. Диагностика магнитных минералов по магнитным свойствам.

3.2. Происхождение магнитных минералов в горных породах разного типа.

3.3. Изменения магнитных минералов в процессе формирования и на протяжении существования горных пород.

4. Магнитные свойства горных пород

4.1. Основные петромагнитные характеристики и их зависимость от типов пород и условий их образования.

4.2. Диагностика доменного состояния, магнитная гранулометрия. Применения петромагнитных методов при решении различных прикладных задач.

4.3. Основные виды естественной остаточной намагниченности в горных породах: термоостаточная намагниченность, химическая намагниченность, детритовая намагниченность.

4.4. Диагностика видов намагниченности.

5. Введение в палеомагнитологию

- 5.1. Палеомагнетизм как явление. Основные постулаты палеомагнетизма.
- 5.2. Место палеомагнитных исследований среди других наук о Земле. Обзор истории палеомагнитных исследований в России и в мире.
- 5.3. Методика полевых палеомагнитных исследований, выбор объектов и метода опробования в зависимости от задачи.
- 5.4. Лабораторные методы исследования: подготовка образцов, магнитные чистки, способы выделения компонент намагниченности.

6. Обработка и представление данных палеомагнитных измерений

- 6.1. Графическое представление результатов палеомагнитных измерений.
- 6.2. Статистическая обработка результатов измерений. Методы выделения синхронной и метахронной компонент намагниченности.
- 6.3. Полевые и лабораторные тесты надежности палеомагнитных результатов.
- 6.4. Палеомагнитный полюс. Истинное и кажущееся смещение полюса. Понятие о кривых кажущейся миграции полюса.

7. Интерпретация палеомагнитных данных

- 7.1. Приложение палеомагнитных методов для изучения эволюции магнитного поля, шкалы геомагнитной полярности.
- 7.2. Инверсии геомагнитного поля, изменение частоты геомагнитных инверсий на протяжении геологической истории.
- 7.3. Использование палеомагнитных данных для решения задач стратиграфии, для построения палеогеографических и палеотектонических реконструкций.
- 7.4. Использование палеомагнитных данных для датирования геологических объектов и для оценки длительности геологических процессов.

Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Курс	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (трудоемкость в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
				лекции	семина ры	лаб. работы	самост. работа студента	
1	Введение	2	1	2			2	Собеседование
2	Основные понятия магнетизма горных пород	2	2-3	4	1		8	Собеседование
3	Магнитные минералы горных пород	2	4	2	2		6	Собеседование
4	Магнитные свойства горных пород	2	5	6	2		8	Собеседование
5	Введение в палеомагнитологию	2	6	2	1		8	Собеседование
6	Обработка и представление данных палеомагнитных измерений	2	7-8	6	2		14	Собеседование

7	Интерпретация палеомагнитных данных	2	9	8	4		20	Собеседование, реферат
Итого: 3 З.Е. или 108 часа				30	12		66	

5. Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся в виде лекций и семинаров с использованием ПК и компьютерного проектора, самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации и помощь в подготовке к контрольным работам) и индивидуальную работу студента в библиотеке ГФИ ВНИЦ РАН и других библиотеках.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1 Примерные темы рефератов по разделам дисциплины

1. История палеомагнитных исследований.
2. Базовые гипотезы палеомагнетизма.
3. Оценка надежности палеомагнитной информации.
4. Изменение напряженности геомагнитного поля на протяжении геологической истории.
5. Палеомагнетизм и история суперконтинентов.
6. Частота геомагнитных инверсий и процессы на границе ядро-мантия.
7. Вековые вариации геомагнитного поля как независимый метод оценки длительности магматических событий.

6.2 Контрольные вопросы и задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

В течение преподавания курса «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» в качестве форм текущего контроля успеваемости студентов используются такие формы, как доклад по теме реферата; контрольная работы по теме, требующей владения аппаратом тензорной алгебры, собеседование в процессе прохождения (контрольные вопросы) и при окончании каждой темы.

Контрольные вопросы:

1. Элементы земного магнетизма. Вековые вариации геомагнитного поля.
2. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм, ферримагнетизм, антиферромагнетизм.
3. Естественная остаточная намагниченность. Виды намагниченности в разных типах горных пород.

4. Магнитные минералы горных пород и их диагностика.
5. Палеомагнитный полюс, магнитный полюс, геомагнитный полюс, виртуальный полюс. Кривые кажущейся миграции полюса.
6. Точки Кюри и блокирующие температуры.
7. Базовые гипотезы палеомагнитологии. Гипотеза центрального осевого диполя.
8. Полевые методы в палеомагнитологии. Способы оценки надежности палеомагнитных данных.
9. Представление палеомагнитных данных. Статистическая обработка палеомагнитных данных

Типовые задачи:

1. Построить диаграмму Зейдервельда по представленным результатам магнитных чисток. Выделить и рассчитать компоненты намагниченности.
2. Построить графическое представление заданного векторного распределения. Оценить форму векторного распределения. Выполнить тест обращения.
3. Для заданного векторного распределения рассчитать статистические характеристики. По полученному среднему палеомагнитному направлению для данных координат рассчитать положение палеомагнитного полюса и его овал доверия.
4. По данным кривым зависимости намагниченности насыщения от температуры определить состав ферромагнитной фракции.
5. По данным палеомагнитным полюсам рассчитать для заданных координат палеомагнитные направления и палеошироту.
6. Для данного векторного распределения определить амплитуду палеовековых вариаций.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

- 1) Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А. и др. Палеомагнитология. Л.: Недра. 1982. С.312.
- 2) Яновский Б.М. Земной магнетизм. Л., изд. ЛГУ, 1978.
- 3) Butler R.F. Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geological Terranes. 1998. Electronic edition, <http://www.earth.rochester.edu/butlerbook/>.
- 4) Нагата Т. Магнетизм горных пород. М., Мир, 1965.
- 5) Шипунов С.В. Алексютин М.В., Левашова Н.М. Вопросы палеомагнитного анализа. - М.: ГИН РАН, 1996. - 62 с.

- 6) Шипунов С.В. Критерии значимости в палеомагнетизме.// Физика Земли. 1999, № 6, с. 89-92.
- 7) Шипунов С.В. Наука, 1993, Основы палеомагнитного анализа. Тр.Гин.вып.487. С..160.
- 8) McElhinny M. W. and P. L. McFadden, Paleomagnetism; continents and oceans, Int. Geophys. Ser., V. 73, Academic, San Diego, Calif., 2000, 386 pp.
- 9) Merrill R., M. McElhinny, P. McFadden, The Magnetic Field of the Earth, Paleomagnetism, the Core and the Deep Mantle, Academic Press, San Diego, CA, 1996.
- 10) Jacobs J.A. Reversals of the Earth's magnetic field. Cambridge University Press; 2 edition. 1995. P.356.
- 11) Tauxe L. Essentials of paleomagnetism. University of California Press, Jan 1, 2010 - 489 p.

8. Краткое содержание дисциплины (аннотация)

В курсе дисциплины «Магнетизм горных пород и палеомагнетизм» даются основные представления о принципах, методах и приложениях палеомагнитологии и магнетизма горных пород в фундаментальных и прикладных исследованиях. Излагаются базовые представления в области магнетизма, представляются разные типы магнетиков, а также магнитные характеристики материалов, в частности – минералов, слагающих горные породы. Обсуждаются различные виды магнитной памяти, различные виды намагниченности. В палеомагнитной части курса объясняются основные понятия палеомагнитологии, обсуждаются базовые принципы, лежащие в основе этого научного направления. Особое внимание уделяется рассмотрению критериев надежности палеомагнитной информации. В заключительной части курса обсуждается применение палеомагнитных данных для выполнения палеотектонических и палеогеографических реконструкций.