

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета

академик

\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пущаровский/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Палеомагнетизм и глобальные реконструкции**

Автор-составитель: Лубнина Н.В., Фетисова А.М.

**Уровень высшего образования:**

*Магистратура (ММ)*

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Геология и полезные ископаемые (ММ)**

Форма обучения:

***Очная***

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

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология», уровень магистратуры ММ в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2018.

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

## **Цель и задачи дисциплины**

**Целями** освоения дисциплины «Палеомагнетизм и глобальные реконструкции» являются получение магистрантами знания особенностей строения магнитного поля Земли, возможности его сохранения горными породами; освоение основных принципов палеомагнитного анализа; получение навыков построения магнитотектонических и геодинамических глобальных реконструкций.

**Задачи:** познакомить студентов с основными методами геодинамических глобальных реконструкций

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, дисциплины по выбору, модуль геотектоника и геодинамика, курс – II, семестр – 3.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

знания из дисциплин «Геологические процессы», «Геотектоника и геодинамика» Дисциплина необходима в качестве предшествующей для научно-исследовательской работы и выполнения выпускной квалификационной работы.

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

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

ПК-2. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (формируется частично),

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

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

**Знать:** особенности магнитного поля Земли и методы его изучения; основные принципы построения траектории кажущейся миграции полюса; принципы построения глобальных геодинамических реконструкций в абсолютной и относительной системах координат.

**Уметь:** работать с Глобальной палеомагнитной базой данных, рассчитывать положение палеомагнитного полюса; реконструировать широтное положение изучаемых континентальных блоков; реконструировать положение континентальных блоков в абсолютной и относительной системах координат; рассчитывать кинематические параметры движения континентальных блоков на сфере.

**Владеть:** навыками палеомагнитного анализа и методами построения глобальных геодинамических реконструкций.

**4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия.

**5. Объем дисциплины** составляет 2 з.е., в том числе 38 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 14 часов – занятия практического типа, 10 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 34 часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

**Краткое содержание дисциплины (аннотация)**

В курсе дисциплины **Палеомагнетизм и глобальные реконструкции** рассмотрены основные положения палеомагнитного метода, принципы решения прямых и обратных задач магнитотектоники, методы и техника обработки и интерпретации палеомагнитных результатов, а также применение палеомагнитных методов в магнитотектонике при решении глобальных, региональных и локальных задач и построении глобальных реконструкций в абсолютных и относительных системах координат; рассмотрены геологические критерии, необходимые для построения глобальных реконструкций.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Основы палеомагнитного метода		2		2	4	
Раздел 2. Магнитотектонические и геодинамические реконструкции. Построение реконструкций в абсолютной и относительной системах координат.		2		2	4	
Раздел 3. Математические методы обработки палеомагнитных данных. Статистика на сфере.		2		2	4	Контрольная работа, 4 часов
Раздел 4. Каталоги палеомагнитных определений и Глобальная палеомагнитная база данных. Работа с литературными палеомагнитными данными.		2		2	4	Расчетно-графическая работа, 10 часов
Раздел 5. Траектории кажущейся миграции палеомагнитных полюсов. Программа GMAP		2		2	4	Контрольная работа, 5 часов
Раздел 6. Построение магнитотектонических реконструкций. Реконструкции в относительной системе координат. Кинематические параметры перемещений плит		2		2	4	Расчетно-графическая работа, 10 часов
Раздел 7. Геологические корреляции при построении глобальных геодинамических реконструкций суперконтинентов		2		2	4	Контрольная работа, 5 часов
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>28</b>				<b>44</b>

## **Содержание разделов дисциплины:**

### **Основы палеомагнитного метода**

Геомагнитный, магнитный и палеомагнитный полюс. Соотношение между наклоном и положением точки относительно полюса диполя. Главное и аномальное магнитное поле Земли. Аномальные поля океанов и континентов. Короткопериодные и вековые вариации магнитного поля Земли.

### **Магнитотектонические и геодинамические реконструкции. Построение реконструкций в абсолютной и относительной системах координат**

Магнитотектоника. Основные направления магнитотектонических исследований. Прямая и обратная задачи магнитотектоники. Основные принципы построения магнитотектонических и геодинамических реконструкций. Реконструкции по линейным магнитным аномалиям. Система всех плит. Реконструкции относительно горячих точек. Система оси вращения Земли. Преимущества и ограничения реконструкций в каждой из систем.

### **Математические методы обработки палеомагнитных данных**

Компоненты намагниченности ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) и переход к склонению и наклону в современной системе координат.

Расчет положения полюса древнего дипольного поля в современной системе координат (виртуальный геомагнитный полюс). Переход в древнюю систему координат, в которой дипольный полюс расположен на оси вращения Земли. Учет недипольной составляющей поля. Матрицы вращения. Статистика Фишера для определения среднего положения и достоверности результатов множества измерений направлений остаточной намагниченности. Знакомство с пакетом программ Р. Энкина PMGSC-42 "Paleomagnetic Data Analysis". Основные принципы компонентного анализа.

### **Каталоги палеомагнитных определений и Глобальная палеомагнитная база данных (GPMDB). Работа с литературными источниками**

Принципы построения каталогов палеомагнитных определений. Индекс надежности палеомагнитных определений – критерий Ван дер Ву [Van der Voo, 1991] и DemagCode [Demarest, 1993]. Оценка возраста намагниченности на основании тестов палеомагнитной надежности (тесты контакта, тест складки, тест конгломератов, тест обращения) Ключевой палеомагнитный полюс [К. Buchan et al., 2000]. Глобальные палеомагнитные базы данных: GPMDB [McElhinny, Lock, 1997; Pisarevsky, 2005], MagIC [Tauxe, 2019], Paleomagia [Vekkolainen et al., 2017].

### **Траектория кажущейся миграции палеомагнитного полюса. Программа Gmap [Т. Torsvik, 2005].**

Траектория кажущейся миграции полюса. Принципы построения: метод наименьших квадратов, дискретного и скользящего окон, надежных палеомагнитных полюсов, сплайн-функции. Вращения на сфере. Эйлера полюс. Знакомство с программой Gmap [Т. Torsvik, 2005].

### **Построение магнитотектонических реконструкций. Геометрические операции на сфере. Эйлера полюс вращения. Реконструкции в относительной системе координат. Кинематические параметры перемещений плит.**

Принципы построения магнитотектонических реконструкций. Выбор полярности палеомагнитных определений.

Дуги больших и малых кругов. Изменение склонения. Изменения наклона. Суммарный поворот. Движение вдоль широты.

Теорема Эйлера, понятие Эйлера полюса вращения. Расчет Эйлера полюса вращения блока относительно горячей точки. Определение кинематических параметров движения плит.

Относительные системы координат. Метод фиксации одного континента. Кинематические параметры перемещения континентальных блоков на сфере. Определение величины поворота и

угловой скорости движения блока относительно неподвижного кратона. Оценка реалистичности полученных параметров.

## **Геологические корреляции при построении геодинамических реконструкций суперконтинентов**

Аккреционно-коллизионные орогены. Мантийные плюмы, Крупные магматические провинции (LIP) и метод «штриховых кодов». Ледниковые периоды: эффект “SnowBall Earth”.

### **Содержание семинаров**

1. Расчет палеомагнитного полюса.
2. Учет недипольной составляющей магнитного поля.
3. Проведение компонентного анализа на учебной коллекции, получение палеомагнитного определения.
4. Построение Траекторий кажущейся миграции полюса для конкретных континентальных блоков, участвующих в дальнейшем при построении реконструкций магистрантами.
5. Реконструкции в относительной системе координат. Расчет кинематических параметров перемещения блока/террейна относительно фиксированного континента. Определение параметров вращения блока/террейна относительно неподвижного континентального блока. Оценка реалистичности полученных параметров.
6. Глобальные реконструкции с использование пакета программ Gmap.
7. Тестирование широтного перемещения континентальных блоков по палеогеографическим и палеоклиматическим данным.

### **Рекомендуемые образовательные технологии**

При освоении дисциплины «Палеомагнетизм и глобальные реконструкции» предусматривается широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий.

**Образовательные технологии.** Лекционные и семинарские занятия со студентами, с использованием оригинальных, ежегодно обновляемых авторских презентаций, проводятся в специализированной, оборудованной мультимедийной аппаратурой и персональными компьютерами, аудитории кафедры динамической геологии Геологического факультета МГУ.

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

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

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы/работы и подготавливается реферат.

#### ***Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля***

1. Построить векторы элементов нормального магнитного поля Земли вдоль широтного профиля – от северного до южного магнитных полюсов
2. Определить критерий надежности палеомагнитного определения (по Van der Voo, 1991) и присвоить ему DemagCode.
3. Реконструировать взаимное положение двух континентов на основании их Траекторий кажущейся миграции полюса.
4. Выделить характеристическую компоненту намагниченности. Обосновать время приобретения породами этой компоненты намагниченности.

**1.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации**

*Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:*

1. В чем отличие магнитного полюса Земли от геомагнитного и палеомагнитного?
2. Что такое широта и почему мы не можем определить палеодолготу?
3. Сколько дуг большого и малого кругов можно провести через две точки на сфере?
4. Можно ли определить относительные долготные перемещения двух континентов на основании их Траекторий кажущейся миграции полюсов? Обоснуйте ответ конкретным примером.
5. Траектория кажущейся миграции палеомагнитного полюса.
6. Дипольный характер магнитного поля Земли.
7. Каталоги палеомагнитных определений и Глобальная база палеомагнитных данных.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине**

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания основных принципов построения траектории кажущейся миграции полюса; принципы построения глобальных геодинамических реконструкций в абсолютной и относительной системах координат.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: работать с Глобальной палеомагнитной базой данных, рассчитывать положение палеомагнитного полюса; реконструировать широтное положение изучаемых континентальных блоков; реконструировать положение континентальных блоков в абсолютной	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение	Успешное умение реконструировать широтное положение изучаемых континентальных блоков



и относительной системах координат; рассчитывать кинематические параметры движения континентальных блоков на сфере				
Владения навыками палеомагнитного анализа и методами построения глобальных геодинамических реконструкций	Навыки владения методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки	Владение методами построения глобальных геодинамических реконструкций

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### Основная литература:

- 1) Палеомагнитология. А.Н. Храмов, Г.И. Гончаров, Р.А. Комиссарова и др. Л.: Недра, 1982. 312 с.
- 2) Кокс, А., Харт, Р. Тектоника плит. М.: Мир, 1989. 427 с.

#### Дополнительная литература:

- 3) Butler, R. Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geological Terranes. Electronic Edition, 1998. 237 p.
- 4) McElhinny, M.W., McFadden, P.L. Paleomagnetism: Continents and Oceans. 1999. Academic Press. International Geophysics series, Volume 73. 386 p.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения: пакет программ Microsoft Office PowerPoint

В) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

1. Программа Gplates – <http://www.gplates.org/> (the Gplates Web Portal)
2. Geodynamics: software and databases (<http://www.geodynamics.no/Web/Content/Software/>);
3. Software for Palaeomagnetic Directional Analysis and Statistics;
4. Программа GMAP software (<http://www.geodynamics.no/GMAP/>);
5. On-Line Data and Software Tools in Paleomagnetism and Plate Tectonics (Milan, Italy);
6. Lisa Tauxe, Subir K. Banerjee, Robert F. Butler and Rob van der Voo. Essentials of Paleomagnetism: Fifth Web Edition (<https://earthref.org/MagIC/books/Tauxe/Essentials/> )

Д) Материально-технического обеспечение: персональные компьютеры, мультимедийный проектор, компьютер, экран.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель (преподаватели)** – Лубнина Н.В., Фетисова А.М.

**11. Автор (авторы) программы** – Лубнина Н.В., Фетисова А.М.