

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

« ____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Палеомагнетизм и геодинамические реконструкции

Автор-составитель: Лубнина Н.В.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геотектоника и геодинамика

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ №1674 от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© 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 геодинамические 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 реконструкций, в том числе докембрийских суперконтинентов.

Задачи: познакомить студентов с основными методами геодинамических реконструкций.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс – I, семестр – 2.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Общая геология», «Историческая геология», «Структурная геология», «Геотектоника», «Палеомагнитология».

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

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

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

ОПК-5.М Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности (формируется частично).

ПК-4.М Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии (формируется частично).

СПК-4.М Владение навыками построения палеотектонических реконструкций, в том числе на основании палеомагнитных данных, составления и анализа карт фаций и мощностей, определения горизонтальных смещений в условиях покровно-складчатой структуры и при региональных сдвигах, умение интерпретировать данные геохимических и изотопных исследований в областях современной тектономагматической активности, оценивать поля напряжений (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: Особенности магнитного поля Земли и методы его изучения; основные принципы построения Траекторий кажущейся миграции полюса; принципы построения магнитотектонических и 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 магнитотектонических и геодинамических реконструкций.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **4** з.е., в том числе **49** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**13** часов – занятия лекционного типа, **26** часов – занятия семинарского типа, **10** часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), **95** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе дисциплины **Палеомагнетизм и геодинамические реконструкции** рассмотрены 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 магнитотектонических реконструкций в абсолютных и относительных системах координат; рассмотрены геологические критерии, необходимые для построения геодинамических 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 *
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел I. Введение. Магнитотектонические и геодинамические реконструкции. Построение реконструкций в абсолютной и относительной системах координат		3	-	-	3	
Раздел II. Математические методы обработки палеомагнитных данных. Статистика на сфере.		1		2	3	1 расчетно-графическая работа, 6 часов
Раздел III. Каталоги палеомагнитных определений и Глобальная палеомагнитная база данных (GPMD). Отбор новых палеомагнитных данных из литературных источников		2		4	6	2 расчетно-графические работы, 12 часов
Раздел IV. Траектории кажущейся миграции палеомагнитных полюсов. Программа GMAP		1		4	5	2 расчетно-графические работы, 12 часов, подготовка к контрольному опросу 4 часа
Раздел V. Построение магнитотектонических реконструкций. Реконструкции в относительной системе координат. Кинематические параметры перемещений плит		1		4	5	2 расчетно-графические работы, 12 часов, подготовка к контрольному опросу 4 часа
Раздел VI. Докембрийские реконструкции. Абсолютная система координат. Ключевой палеомагнитный полюс [Buchan et al., 2000]. Подход Эванса–Писаревского (2008). Программа GPlates		1		6	7	3 расчетно-графические работы, 16 часов, подготовка к контрольному опросу 4 часа
Раздел VII. Палеогеографические и палеоклиматические комплексы-индикаторы.		1		2	3	Подготовка к контрольному опросу 8 часов
Раздел VIII. Геологические признаки образования и распада суперконтинентов. Тестирование магнитотектонических реконструкций		2		2	3	Доклад, 1 расчетно-графическая работа, 6 часов
Раздел IX. Геологические корреляции при построении геодинамических реконструкций суперконтинентов		1		2	3	Доклад, подготовка к контрольному опросу 11 часов
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						10**
Итого	144			39		105

Содержание разделов дисциплины:

1. Раздел I. Введение. 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.

2. Раздел II. Математические методы обработки палеомагнитных данных

Компоненты намагниченности (x , y , z) и переход к склонению и наклонению 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.

3. Раздел III. Каталоги палеомагнитных определений и Глобальная палеомагнитная база данных (GPMD). 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]. Глобальные палеомагнитные базы данных: GPMBD [McElhinny, Lock, 1997; Pisarevsky, 2005], MagIC [Tauxe, 2019], Paleomagia [Vekkolainen et al., 2017].

4. Раздел IV. 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. Эйлеров полюс. Знакомство с программой Gmap [Т. Torsvik, 2005].

5. Раздел V. Построение магнитотектонических реконструкций. Геометрические операции на сфере. Эйлеров 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 наклонения. Суммарный поворот. Движение вдоль широты.

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.

6. Раздел VI. Докембрийские реконструкции. Абсолютная система координат. Ключевой палеомагнитный полюс [Buchan et al., 2000]. Подход Эванса–Писаревского (2008). Программа GPlates

Понятие суперконтинентального цикла. Принципы построения докембрийских магнитотектонических реконструкций. Магнитотектонические реконструкции по единичным разновозрастным полюсам. Долготная неопределенность. Понятие ключевого палеомагнитного полюса.

Абсолютные системы координат: Система всех плит; Система горячих точек; Система оси вращения Земли. Построение реконструкций в абсолютных системах координат. Методы конечного совмещения и Траектории кажущейся миграции полюса.

7. Раздел VII. Палеогеодинамические и палеоклиматические комплексы-индикаторы

Основные принципы выделения комплексов-индикаторов геодинамических обстановок. Четыре основные группы индикаторных формаций: океанические, активные окраины континентов, пассивные окраины континентов, внутриконтинентальные.

Палеоклиматические комплексы-индикаторы и палеоклиматические пояса. Главные комплексы-индикаторы арктического пояса (морены и тиллиты). Пояса умеренного и тропического климатов (гумидные и аридные области): карбонаты с рифовыми постройками, бурые угли и эвапориты. Экваториальные пояса: каменные угли, бокситы и фосфариты.

8. Раздел VIII. Геологические признаки образования и распада суперконтинентов. Тестирование магнитотектонических реконструкций на основании геологических данных

Геологические признаки образования суперконтинента: (1) Литологические и биохимические индикаторы; (2) Высокая степень эрозии и низкий уровень Мирового океана; (3) Изменения химического и изотопного состава воды, связанные с существенным привнесом в океан континентального материала; (4) Климатические изменения в сторону похолодания; (5) Замедленное развитие жизненных форм.

Геологические признаки распада суперконтинентов: (1) Формирование крупных трапповых провинций и роев даек; (2) Резкие изменения климата (частое чередование эпох похолодания и потепления); (3) Повышение уровня Мирового океана в связи с возникновением и ростом протяженных океанических хребтов; (4) Интенсивные трансгрессии и образование внутриконтинентальных впадин; (5) Внезапное увеличение площади распространения карбонатных и обогащенных SiO₂ осадков; (6) Интенсивное захоронение органики; (7) Резкое увеличение биотических обстановок.

9. Раздел IX. Геологические корреляции при построении геодинамических реконструкций суперконтинентов

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

Основные темы семинарских занятий:

1. **Раздел II. Математические методы обработки палеомагнитных данных**
Знакомство с пакетом программ Р. Энкина PMGSC-42 “Paleomagnetic Data Analysis”. Основные принципы компонентного анализа. Выделение компонент намагниченности для коллекции образцов, прошедшей чистку переменным магнитным полем и ступенчатую температурную чистку.

2. **Раздел III. Каталоги палеомагнитных определений и Глобальная палеомагнитная база данных (GPMD). Работа с литературными источниками.** Работа с палеомагнитными базами данных в программах Microsoft Office и ArcGIS. Оценка возраста намагниченности на основании тестов палеомагнитной надежности (тесты контакта, тест складки, тест конгломератов, тест обращения). Ключевой палеомагнитный полюс

3. **Раздел IV. Траектория кажущейся миграции палеомагнитного полюса. Программа Gmap [Т. Torsvik, 2005].** Основные принципы построения Траекторий кажущейся миграции полюса (ТКМП). Построение Траекторий кажущейся миграции полюса для конкретных континентальных блоков методом кубических сплайнов, участвующих в дальнейшем при построении реконструкций магистрантами в программе Gmap. Расчет кинематических параметров перемещения блока/террейна в абсолютной системе координат.

4. **Раздел V. Построение магнитотектонических реконструкций. Геометрические операции на сфере. Эйлеров полюс вращения. Реконструкции в относительной системе координат. Кинематические параметры перемещений плит. Реконструкции в относительной системе координат.**

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

5. **Раздел VI. Докембрийские реконструкции. Абсолютная система координат. Ключевой палеомагнитный полюс [Buchan et al., 2000]. Подход Эванса–Писаревского (2008). Программа GPlates.** Реконструкция положения конкретных континентальных блоков в составе докембрийских суперконтинентов на основании наиболее надежных палеомагнитных данных. Подход Эванса–Писаревского (2008) для оценки принадлежности единой литосферной плите континентальных блоков. Компьютерная программа (ГИС-система) GPlates.

6. **Раздел VII. Палеогеодинамические и палеоклиматические комплексы-индикаторы.** Обсуждение геодинамических реконструкций на конкретных примерах.

7. **Раздел VIII. Геологические признаки образования и распада суперконтинентов. Тестирование магнитотектонических реконструкций на основании геологических данных.** Геологические признаки распада и образования суперконтинентов. Тестирование построенных магистрантами магнитотектонических реконструкций по комплексам-индикаторам различных геодинамических обстановок.

8. **Раздел IX. Геологические корреляции при построении геодинамических реконструкций суперконтинентов**

Тестирование реалистичности построенных магистрантами авторских магнитотектонических реконструкций для конкретного временного интервала для

конкретного региона на основании геологических корреляций для разных кратонов, используемых в реконструкциях.

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «**Палеомагнетизм и геодинамические реконструкции**» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (39 часов) проводятся лекций с использованием ПК и компьютерного проектора. В учебном процессе, помимо чтения лекций, которые составляют 33% аудиторных занятий, широко используются активные и интерактивные формы обучения (разбор конкретных ситуаций, обсуждение отдельных разделов дисциплины). Во время семинарских занятий магистранты работают в компьютерном классе кафедры динамической геологии или библиотеке Геологического факультета под руководством преподавателя. В сочетании с внеаудиторной работой (105 часов) это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Для закрепления знаний студентов по отдельным разделам курса «Палеомагнетизм и геодинамические реконструкции» проводятся самостоятельные практические занятия, целью которых является формирование навыков самостоятельной работы с первичными палеомагнитными определениями, выделения компонент намагниченности пород, работы с Глобальной палеомагнитной базой данных, освоение пакета программ для построения магнитотектонических и геодинамических реконструкций.

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

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

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы.

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. В чем отличие магнитного полюса Земли от геомагнитного и палеомагнитного?
3. Что такое широта и почему мы не можем определить палеодолготу?
4. Сколько дуг большого и малого кругов можно провести через две точки на сфере?
5. Что такое ортодрома и сколько их можно провести через две точки на сфере?
6. Определить критерий надежности палеомагнитного определения (по Van der Voo, 1991) и присвоить ему DemagCode.
7. Можно ли определить относительные долготные перемещения двух континентов на основании их Траекторий кажущейся миграции полюсов? Обоснуйте ответ конкретным примером.
8. Реконструировать взаимное положение двух континентов на основании их Траекторий кажущейся миграции полюса.
9. Определить вращение/смещение террейна относительного стабильного кратона.
10. Реконструировать вращение Иберийского полуострова относительно «стабильной» Европы по данным линейных магнитных аномалий.
11. Провести полный компонентный анализ результатов температурной чистки.

12. Выделить характеристическую компоненту намагниченности. Обосновать время приобретения породами этой компоненты намагниченности.

Основные темы самостоятельных занятий:

1. **Раздел II. Математические методы обработки палеомагнитных данных**
Знакомство с пакетом программ Р. Энкина PMGSC-42 “Paleomagnetic Data Analysis”. Выделение компонент намагниченности для коллекции образцов, прошедшей чистку переменным магнитным полем и ступенчатую температурную чистку. Расчет среднего направления для всех выделенных компонент намагниченности. Определение первичной/вторичной природы компоненты намагниченности. Расчет положения палеополюсов.
2. **Раздел III. Каталоги палеомагнитных определений и Глобальная палеомагнитная база данных (GPMD). Работа с литературными источниками.**
Работа с палеомагнитными базами данных в программах Microsoft Office и ArcGIS. Отбор палеомагнитных определений для континентальных блоков, участвующих в дальнейшем при построении собственных реконструкций магистрантами.
Работа с литературными данными – отбор из последних публикаций в журналах Top25 палеомагнитных полюсов для конкретных континентальных блоков, участвующих в реконструкциях магистрантов. Сбор и анализ палеогеографических и палеоклиматических данных по комплексам индикаторам для этих континентальных блоков.
3. **Раздел IV. Траектория кажущейся миграции палеомагнитного полюса. Программа Gmap [Т. Torsvik, 2005].** Построение Траекторий кажущейся миграции полюса для конкретных континентальных блоков, участвующих в дальнейшем при построении реконструкций магистрантами.
4. **Раздел V. Построение магнитотектонических реконструкций. Геометрические операции на сфере. Эйлеров полюс вращения. Реконструкции в относительной системе координат. Кинематические параметры перемещений плит.** Расчет кинематических параметров перемещения блока/террейна относительно фиксированного континента. Определение параметров вращения блока/террейна относительно неподвижного континентального блока. Оценка реалистичности полученных параметров.
5. **Раздел VI. Докембрийские реконструкции. Абсолютная система координат. Ключевой палеомагнитный полюс [Buchan et al., 2000]. Подход Эванса–Писаревского (2008). Программа GPlates.** Реконструкция положения конкретных континентальных блоков в составе докембрийских суперконтинентов на основании наиболее надежных палеомагнитных данных в программе GPlates. Обоснование возможного положения континентальных блоков на конкретных широтах в изучаемом временном интервале.
6. **Раздел VII. Палеогеодинамические и палеоклиматические комплексы-индикаторы.** Тестирование широтного перемещения континентальных блоков по палеогеографическим и палеоклиматическим данным.
7. **Раздел VIII. Геологические признаки образования и распада суперконтинентов. Тестирование магнитотектонических реконструкций на основании геологических данных.** Геологические признаки распада и образования

суперконтинентов. Тестирование построенных магистрантами магнитотектонических реконструкций по комплексам-индикаторам различных геодинамических обстановок.

- 8. Раздел IX. Геологические корреляции при построении геодинамических реконструкций суперконтинентов.** Корреляция реконструкций, построенных по палеомагнитным данным, с реконструкциями по горячим точкам и магнитным аномалиям. Сопоставление собственных реконструкций магистрантов с геодинамическими реконструкциями, построенных с использованием метода штриховых кодов и палеогеографических данных.

Примерные темы рефератов и докладов по разделам дисциплины

1. Горячие точки и мантийные плюмы: реконструкции в абсолютной системе координат.
2. Литологические и биохимические индикаторы, указывающие на существование крупных континентальных масс.
3. Формирование крупных трапповых провинций и роев даек как индикатор распада суперконтинентов: геологические, геохимические и палеомагнитные критерии.
4. Резкие изменения климата как индикатор распада суперконтинентов. Эпохи глобального оледенения.
5. Суперконтинент Пангея: реконструкции, построенные по палеомагнитным данным.
6. Двигутся ли горячие точки?
7. Реконструкции раскрытия Атлантики.
8. Вращение Иберийского полуострова в мезозое: современные данные.
9. Магнитотектонические реконструкции мегаконтинента Гондвана и геологические корреляции.
10. Оставалась ли конфигурация «Палеопангея» Дж. Пайрера неизменной в докембрийской эволюции Земли: геологические и палеомагнитные свидетельства.
11. Мегаконтиненты Паннотия и Гондвана: геологические корреляции и палеомагнитные данные.
12. Изменения химического и изотопного состава воды в периоды образования и распада суперконтинентов.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. По данным компонентного анализа результатов температурной чистки рассчитать с направления характеристической компоненты палеомагнитный полюс.
2. Рассчитать статистические параметры палеомагнитного полюса.
3. Основные способы построения Траектории кажущейся миграции полюса: преимущества и ограничения.
4. Три абсолютные системы координат. Преимущества и ограничения реконструкций в различных абсолютных системах координат.
5. Реконструировать кинематику раскрытия Атлантического океана на основании анализа линейных магнитных аномалий.
6. Построить магнитотектоническую реконструкцию в Системе Гавайской горячей точки.

7. Определить абсолютное смещение Исландской горячей точки относительно Гавайской.
8. Построить Траектории кажущейся миграции отдельного блока в определенном временном интервале. Понятие ключевого полюса.
9. Построить магнитотектоническую реконструкцию относительно одного фиксированного континента.
10. Геологические комплексы-индикаторы распада суперконтинентов.
11. Геологические комплексы-индикаторы образования суперконтинентов.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: Особенностей магнитного поля Земли и методы его изучения; основные принципы построения Траекторий кажущейся миграции полюса; принципы построения магнитотектонических и геодинамических реконструкций в абсолютной и относительной системах координат	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания возможностей и ограничений палеомагнитного метода при построении геодинамических реконструкций
Умения: работать с Глобальной палеомагнитной базой данных, рассчитывать положение палеомагнитного полюса; реконструировать широтное положение изучаемых континентальных блоков; реконструировать положение	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать палеомагнитные данные для реконструкции континентальных блоков в абсолютной и относительной системах координат	Успешное умение использовать палеомагнитные данные для реконструкции и положения континентальных блоков в абсолютной и относительной системах координат и рассчитывать кинематические параметры движения

континентальных блоков в абсолютной относительной системах координат; рассчитывать кинематические параметры движения континентальных блоков на сфере.				континенталь ных блоков на сфере.
Владения: навыками палеомагнитного анализа и методами построения магнитотектони ческих и геодинамических реконструкций.	Навыки владения палеомагнитны м анализом отсутствуют.	Наличие отдельных навыков палеомагнитног о анализа, фрагментарное владение методикой палеомагнитног о анализа	В целом сформированны е навыки использования палеомагнитны х данных для построения магнитотектони ческих реконструкций	Владение методами палеомагнитн ого анализа и построения геодинамичес ких реконструкци й.

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.
- 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.

- дополнительная литература:

- 1) Evans, M.L., Heller, F. Environmental Magnetism. Principal and Applications of Envirotmagnetics. Elsevier Science, 2003. 295 p.
- 2) Богданова, С.В., Писаревский, С.А., Ли, Ч.Х., 2009. Образование и распад Родинии (по результатам МПГК 440). Стратиграфия, Геологическая Корреляция, т.17, 3, 29-45.
- 3) Eglinton, B.M., Reddy, S.M. & Evans, D.A.D., 2009. The IGCP 509 Database System: Design and application of a tool to capture and illustrate litho- and chrono-stratigraphic information for Palaeoproterozoic tectonic domains. In: Reddy, S.M., Mazumder, R., Evans, D.A.D. & Collins, A.S., eds., Palaeoproterozoic Supercontinents and Global Evolution. Geological Society of London Special Publication v.323, p.27-47.
- 4) Applied Paleomagnetism – <http://www.appliedpaleomagnetism.com/index.htm>
- 5) Rogers J.W., Santosh M. Continents and supercontinents. Oxford University Press, 2004. 298 p. 16.
- 6) Steinberger, B., and Torsvik, T. H., 2008. Absolute plate motions and true polar

wander in the absence of hotspot tracks. Nature, 452(7187), 620–623.

- 7) Wessel, P., and Kroenke, L. W., 1997. A geometric technique for relocating hotspots and refining absolute plate motions. Nature, 387(6631), 365–369.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

Магистрантам во время самостоятельной работы рекомендуется использовать материалы последних публикаций в высокорейтинговых журналах (сайт <http://www.sciencedirect.com/>), а также на сайтах издательств Springer – <http://www.springer.com>) и Wiley (onlinelibrary.wiley.com), всероссийской научной электронной библиотеки eLibrary (<http://elibrary.ru/>).

При самостоятельной работе студентам рекомендовано использование следующих информационных ресурсов:

- Программа Gplates – <http://www.gplates.org/> (the Gplates Web Portal)
- Geodynamics: software and databases (<http://www.geodynamics.no/Web/Content/Software/>);
- Software for Palaeomagnetic Directional Analysis and Statistics;
- Программа GMAP software (<http://www.geodynamics.no/GMAP/>);
- On-Line Data and Software Tools in Paleomagnetism and Plate Tectonics (Milan, Italy);
- 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/>)
- Энциклопедия Британника: <http://global.britannica.com/science/plate-tectonics>

Д) Материально-техническое обеспечение: мультимедийный проектор, компьютер, экран.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Лубнина Н.В.

11. Автор (авторы) программы – Лубнина Н.В.