

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-организационной
и воспитательной работе,
И.Г. Малинский
« » 2018 г.



Рабочая программа дисциплины
Электроразведка

Направление подготовки
05.03.01 Геология

Профиль подготовки
Нефтегазовая геофизика

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов,
2018 год

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электроразведка» является теоретическое освоение основных разделов методов электроразведки постоянным и переменным электромагнитным полем и физически обоснованное понимание возможности и роли различных методов электроразведки при решении геологических задач.

Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний о физических основах электроразведки, технологии измерения элементов электромагнитного поля искусственной и естественной природы, получение навыков геофизической и геологической интерпретации получаемых результатов. Полученные знания обеспечат профессиональное становление будущих специалистов, владеющих в равной степени теорией и практикой геолого-геофизических исследований.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Электроразведка» является дисциплиной вариативной части блока Б1 «Дисциплины». Читается в 5 и 6 семестрах. Дисциплина «Электроразведка» базируется на курсах Математика, Физика и на материалах дисциплин Геофизика, Общая геология, Минералогия с основами кристаллографии и петрографии. Знания, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплины Математические методы моделирования в геологии.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Электроразведка».

Процесс изучения учебной дисциплины «Электроразведка» направлен на формирование элементов следующих компетенций:

а) общекультурных (ОК):

– способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) общепрофессиональных (ОПК):

– способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, владением высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОПК-1);

– владение представлениями о современной научной картине мира на основе знаний основных положений философии, базовых законов и методов естественных наук (ОПК-2);

– способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук (ОПК-3);

б) профессиональных (ПК):

– способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки) (ПК-1);

- способность самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки) (ПК-2);
- способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций (ПК-3);
- готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-4);
- готовность к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-5);
- готовность в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-6).

В результате освоения дисциплины «Электроразведка» обучающийся должен:

Знать: параметры, структуру электромагнитного поля, природу нормального и аномального электрических полей, классификацию электрических полей различной природы, принцип действия и устройство электроразведочной аппаратуры, правила организации методики полевых электроразведочных работ при решении различных геологических задач, теоретические основы интерпретации результатов наблюдений.

Уметь: определять возможности электроразведочной аппаратуры в соответствии с требованиями съемки при решении конкретных геологических задач, определять положение точек наблюдения (профилей), проводить первичную обработку полевого материала и рассчитывать значения кажущихся сопротивлений в точках наблюдения и строить графики или карты аномалий электрических параметров, пользоваться методами и программами для интерпретации аномальных полей.

Владеть: навыками работы с современной электроразведочной аппаратурой и основами организации полевых натурных съемок разного типа (профильные, площадные), приемами первичной обработки полевого материала и методами расчета кажущихся сопротивлений и проводимостей, методами геофизической и геологической интерпретации получаемых аномалий электромагнитного поля с применением современного вычислительного программного обеспечения.

4. Структура и содержание дисциплины «Электроразведка»

Общая трудоемкость дисциплины «Электроразведка» 5 зачетных единиц или 180 часов.

4.1 Структура преподавания дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия	КСР	Самостоятельная работа	
1.	Введение. Определение электроразведки, ее сущность и место в общем комплексе геофизических методов	5	1-2	2	2	-	-	Собеседование.
Раздел 1. Физико-геологические модели и электромагнитные свойства горных пород								
2.	Тема 1.1. Электрическая модель горной породы, обобщенные параметры слоистой неоднородной толщи	5	3-4	4	2	-	8	Устный опрос Лабораторная работа № 1
Раздел 2. Методы постоянного электрического поля								
3.	Тема 2.1. Основы теории электроразведки постоянным током.	5	5-9	6	6	-	18	Собеседование. Лабораторные работы № 2, № 3. Отчеты № 1, № 2
4.	Тема 2.2. Методика и техника полевых наблюдений	5	10-15	2	4	-	18	Лабораторная работа № 4. Отчеты № 3, № 4.
5.	Тема 2.3. Интерпретация результатов электроразведки методом ВЭЗ, ЭП	5	16-18	4	4	-	28	Лабораторные работы № 5, № 6, №7.
6	Аттестация	5	18					Зачет
7	ИТОГО:	5	18	18	18		36	72
Раздел 3. Методы переменного электромагнитного поля								
6.	Тема 3.1. Основы теории электроразведки переменным током.	6	1-4	4	4		10	Собеседование. Лабораторная работа № 1. Отчеты № 1, № 2.
7.	Тема 3.2. Электромагнитное поле в горизонтально-слоистой проводящей среде.	6	5-6	2	2		8	Собеседование. Лабораторная работа № 2. Отчет № 3.

8.	Тема 3.3. Магнитотеллурическое зондирование и профилирование.	6	7-8	2	2		7	Собеседование. Лабораторная работа № 3. Отчет № 4.
9.	Тема 3.4. Частотные зондирования.	6	9-11	4	2		3	Собеседование. Лабораторная работа № 4. Отчет № 5.
10	Тема 3.5. Зондирования становлением поля и метод переходных процессов.	6	12-13	2	2		3	Собеседование. Лабораторная работа № 5. Отчет № 6.
11	Тема 3.6 Метод вызванной поляризации	6	14-15		2		3	Собеседование. Отчет № 7.
12	Аттестация	6	14					Экзамен (36)
13	ИТОГО в 6 семестре:	6	15	14	14		44	108
14	ВСЕГО в 5 и 6 семестре	5-6	33	32	32		80	180

4.2 Содержание учебной дисциплины

Введение.

Определение электроразведки, ее сущность и место в общем комплексе геофизических методов поисков и разведки полезных ископаемых. Объект и цели исследования. Естественные и искусственные электромагнитные поля как источник информации о Земных недрах. Связь электроразведки с другими науками. Основные методы исследования: электромагнитное зондирование и профилирование, скважинные, шахто-рудничные, морские и аэроварианты.

Состояние и развитие электроразведки в России, США, Канаде и других странах.

Раздел 1. Физико-геологические модели и электромагнитные свойства горных пород.

Тема 1.1. Электрическая модель горной породы, обобщенные параметры слоистой неоднородной толщи

Модели сплошной и многофазной сред. Особенности распространения поля в двухфазной среде. Электромагнитные (Э.М.) свойства горных пород и руд: удельная электропроводность, диэлектрическая и магнитная проницаемости, естественная и вызванная поляризуемости. Зависимость ЭМ свойств от минерального состава горных пород, пористости, влагонасыщенности, минерализации подземных вод и других факторов.

Модели слоистых анизотропных, градиентных и неоднородных сред. Одномерные, двумерные и трехмерные модели. Обобщенные параметры слоистой неоднородной толщи: суммарная продольная проводимость и попе-

речное сопротивление, среднее продольное удельное электрическое сопротивление. Понятие геоэлектрического разреза как одного из вариантов физико-геологической среды.

Раздел 2. Методы постоянного электрического поля.

Тема 2.1. Основы теории электроразведки постоянным током.

Прямая и обратная задачи электроразведки. Понятия о некорректно поставленных задачах и методах их решения. Законы Ома и Кирхгофа в дифференциальной форме. Электрическое поле над вертикальным контактом. Постоянное электрическое поле в однородной изотропной среде. Понятие потенциала точечного элементарного источника.

Электрическое поле двух точечных источников. Определение удельного электрического сопротивления среды по результатам измерения поля на ее поверхности. Понятие кажущегося сопротивления. Принцип метода сопротивлений. Изменение плотности тока в поле двух точечных электродов. Понятие эффективной глубины проникновения тока. Принцип электрического зондирования. Принцип взаимности.

Тема 2.2. Методика и техника полевых наблюдений.

Вертикальное электрическое и дипольное зондирование. Понятие действующего расстояния. Виды установок. Глубина исследования и точка записи разными установками. Сущность метода заряженного тела. Измерение потенциала и градиента потенциала. Скважинный вариант МЗТ. Метод естественного поля (ЕП). Метод вызванной поляризации (ВП). Электропрофилирование, сущность метода. Основные варианты электрического профилирования: симметричное, дипольное, комбинированное, способ срединного градиента. Бесконтактный способ измерения электрического поля. Обработка и оформлений результатов наблюдений.

Тема 2.3. Интерпретация результатов электроразведки постоянным током.

Теоретические кривые ВЭЗ (палетки). Принцип эквивалентности. Качественная интерпретация кривых ВЭЗ и ДЭЗ. Палеточный способ. Алгоритмы метода подбора и прямой численной задачи.

Интерпретация результатов электрического профилирования. Типичные графики электропрофилирования над моделями двух-, и трехмерных сред. Принципы их качественного истолкования. Построение карт, графиков кажущегося сопротивления и поляризуемости. Определение местоположения искомых объектов, оценка глубины их залегания и размеров.

Раздел 3. Методы переменного электромагнитного поля.

Тема 3.1. Основы теории электроразведки переменным током.

Уравнения Максвелла во временной области. Граничные и начальные условия. Теорема единственности решения прямой задачи электроразведки. Условие квазистационарности и уравнения Максвелла для квазистационарного электромагнитного поля. Годографы векторов электромагнитного поля. Монохроматическое (гармоническое) электромагнитное поле. Эллиптическая, круговая и линейная поляризация монохроматического поля. Комплексные амплитуды электромагнитного поля и уравнения Максвелла в частотной об-

ласти. Естественные и искусственные (контролируемые) источники переменного электромагнитного поля. Гальванический и индуктивный способы возбуждения электромагнитного поля Земли. Приемно-генераторные установки, применяемые в электроразведке. Вертикальное падение плоской линейно-поляризованной волны на поверхность однородного проводящего полупространства. Скин-эффект и толщина скин-слоя как основа электромагнитных зондирований Земли.

Тема 3.2. Электромагнитное поле в горизонтально-слоистой проводящей среде.

Горизонтально-слоистая проводящая среда – фундаментальная модель электроразведки. Применение двукратного преобразования Фурье по продольным координатам для решения задачи о возбуждении электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде. Матрицы электромагнитного поля, тензоры импеданса и адмитанса.

Тема 3.3. Магнитотеллурическое зондирование и профилирование.

Магнитотеллурические вариации. Модель Тихонова-Каньяра – основная модель магнитотеллурических зондирований. Тензор импеданса на дневной поверхности горизонтально-слоистой проводящей среды. Нахождение кажущегося сопротивления по известному импедансу. Качественная и количественная интерпретация магнитотеллурических зондирований. Магнитотеллурическое профилирование. Применение методов магнитотеллурики для решения задач гидрогеологии, нефтяной геофизики и изучения глубинного строения Земли.

Тема 3.4. Частотные зондирования.

Гармоническое поле горизонтального электрического диполя, расположенного на поверхности однородного проводящего полупространства. Асимптотики поля горизонтального электрического диполя в ближней и дальней зоне. Монохроматическое поле вертикального магнитного диполя на поверхности однородного проводящего полупространства. Электромагнитное поле вертикального магнитного диполя в ближней и дальней зоне. Кажущееся сопротивление среды для гальванического и индуктивного возбуждения поля. Качественная и количественная интерпретация измерений электромагнитного поля методом частотных зондирований. Методика и техника полевых работ. Применение метода частотных зондирований.

Тема 3.5. Зондирование становлением магнитного поля и метод переходных процессов.

Переходные процессы (становление поля) в среде при ступенчатом включение и выключение тока в генераторной установке. Становление поля горизонтального электрического и вертикального магнитного диполя на поверхности однородного проводящего полупространства. Становление поля в ближней (ЗСБ) и дальней (ЗСД) зоне. Качественная и количественная интерпретация данных метода становления поля. Методика и техника полевых работ. Применение метода становления поля. Методика и техника полевых работ метода переходных процессов. Применение метода переходных процессов для решения задач рудной геофизики.

Тема 3.6 Метод вызванной поляризации.

Физико-химические основы метода вызванной поляризации. Методика проведения полевых работ. Параметр поляризуемости геологической среды. Оконтуривание объекта с аномально большим значением поляризуемости. Применение метода вызванной поляризации для поиска рудных месторождений.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины.

При реализации программы дисциплины «Электроразведка» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий обучение проводится в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора и практических занятий в аудитории или компьютерном классе Геологического факультета СГУ с использованием специальных вычислительных программ и полевого электроразведочного оборудования, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в написании отчетов о выполнении практических работ и индивидуальную работу студента в компьютерном классе Саратовского Государственного Университета.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для обеспечения дифференцированного подхода обеспечивается многоуровневая подача материала в соответствие с индивидуальными особенностями, предоставление учащимся права выбора целей, средств, форм работы, организация работы учащихся в малых группах, самостоятельная работа в собственном диапазоне возможностей, оценка достижения учащихся в соответствии с их возможностями.

Адаптивные технологии при обучении студентов-инвалидов реализуются с учетом особенностей этапов обучения: адаптации и овладения основами обучения,

- интеграции в коллектив, накопления опыта социально-адаптированного поведения и учебной деятельности;
- введения в профессионально-практическую деятельность и накопления практико-ориентированного опыта;
- овладения основами профессиональной деятельности;
- результативный этап.

Каждый этап предусматривает свою специфику сопровождения. В зависимости от этапа обучения и принадлежности студента к учебной группе используется сопровождение тьюторов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Результаты изучения дисциплины студентами контролируются разными способами. Предусматриваются следующие виды контроля: текущий и промежуточный.

Текущий контроль осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях, а также по результатам выполнений индивидуальных заданий в аудиторное и внеаудиторное время.

В начале каждого лабораторного занятия проводится 10 минутный опрос для оценки степени готовности студентов к лабораторной работе по теме занятия.

На лабораторных занятиях и в процессе самостоятельной работы во внеаудиторное время студенты выполняют индивидуальные задания с элементами исследований по всем основным блокам дисциплины.

По теоретическому разделу курса студенты получают индивидуальные задания по аналитическому обзору проблемных вопросов науки. Работа выполняется самостоятельно во внеучебное время с использованием научной и учебной литературы.

Промежуточный контроль проводится в виде зачета в 5 семестре и экзамена в 6 семестре. Цель контроля - проверка знаний студента всей дисциплины, выяснение понимания взаимосвязей различных её разделов друг с другом и связей с иными естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными дисциплинами.

Лабораторные работы:

По электроразведке постоянным током (раздел 1-2):

1. Интерпретация данных электропрофилеирования (изучение карста)
2. Интерпретация данных электропрофилеирования (изучение оползней)
3. Интерпретация данных электропрофилеирования (многолетнемерзлых пород)
4. Качественная интерпретация кривых ВЭЗ.
5. Количественная интерпретация кривых ВЭЗ.

По электроразведке переменным током (раздел 3):

1. Интерпретация кривых МТЗ в горизонтально-слоистых средах.
2. Построение кривых кажущейся продольной проводимости в методе ЗСБ на ЭВМ.
3. Корреляция кривых кажущейся продольной проводимости.

Примерные темы отчетов студентов по самостоятельному освоению дисциплины:

1. Физико-геологические основы методов электроразведки постоянным током
2. Электроразведка методом естественного поля
3. Метод заряженного тела
4. Дипольное зондирование
5. Количественная интерпретация кривых ВЭЗ
6. Электроразведка при решении задач орошения
7. Поиски пресной воды методами электроразведки постоянным током
8. Возможности электроразведки МПП при поисках рудных месторождений.
9. Электроразведочные установки. Расчет параметров электроразведочных установок.
10. Различные модификации методов сопротивлений.
11. Интерпретация результатов электрического профилирования.
12. Прямая задача и типы кривых МТЗ.
13. Зондирование становлением электромагнитного поля: сущность метода, решаемые задачи.
14. Электромагнитные свойства горных пород.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Чем объясняется множество методов электроразведки?
2. Как классифицируются методы электроразведки?
3. Какова природа естественного электромагнитного поля Земли?
4. Что такое вертикальное электрическое зондирование?
5. Чем определяется тип геоэлектрического разреза?
6. Сколько типов трехслойных разрезов существует?
7. Что является аналогом глубины исследования в методе ВЭЗ?
8. Что является аналогом глубины исследования в методе ДЭЗ?
9. Какую область называют ближней зоной?
10. Какую область называют дальней зоной?
11. Какой метод называют электромагнитным зондированием?
12. Аналоги глубины исследования в методах ЧЗ и ЗС.
13. Что такое прямые и обратные задачи электроразведки?
14. В чем состоит основное ограничение электроразведки постоянным током?
15. Области применения электроразведки?

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

Семестр	1	2	3	4	5	6	7	8
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
5	10	30	0	20	0	0	40	100
6	10	30	0	20	0	0	40	100

Примерная программа оценивания учебной деятельности студента в 5 семестре:

Лекции

посещаемость (максимум 4 баллов)

активность (максимум 6 баллов)

Лабораторные занятия

Лабораторная работа № 1 (максимум 4 балла)

Лабораторная работа № 2 (максимум 4 балла)

Лабораторная работа № 3 (максимум 4 балла)

Лабораторная работа № 4 (максимум 6 балла)

Лабораторная работа № 5 (максимум 12 балла)

Самостоятельная работа

Отчет № 1 (максимум 3 балла)

Отчет № 2 (максимум 2 балла)

Отчет № 3 (максимум 3 балла)

Отчет № 4 (максимум 3 балла)

Отчет № 5 (максимум 3 балла)

Отчет № 6 (максимум 3 балла)

Отчет № 7 (максимум 3 балла)

Промежуточная аттестация

Ответ студента на зачете может быть оценен от 0 до 40 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за пятый семестр по дисциплине «Электроразведка» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Электроразведка» в зачет:

55 баллов и более	«зачтено»
менее 54 балла	«не зачтено»

Примерная программа оценивания учебной деятельности студента в 6 семестре:

Лекции

посещаемость (max 9 баллов)

активность (max 11 баллов)

Лабораторные занятия

Лабораторная работа № 1 (max 12 балла)

Лабораторная работа № 2 (max 4 балла)

Лабораторная работа № 3 (max 4 балла)

Лабораторная работа № 4 (max 6 балла)

Лабораторная работа № 5 (max 4 балла)

Самостоятельная работа

Отчет № 1 (max 3 балла)

Отчет № 2 (max 2 балла)

Отчет № 3 (max 3 балла)

Отчет № 4 (max 3 балла)

Отчет № 5 (max 3 балла)

Отчет № 6 (max 3 балла)

Отчет № 7 (max 3 балла)

Промежуточная аттестация

Ответ студента может быть оценен от 0 до 40 баллов.

баллы, набранные студентом по итогам «Промежуточной аттестации»	Оценка
31-40 баллов	«отлично»
21-30 баллов	«хорошо»
0-20 баллов	«удовлетворительно»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за шестой семестр по дисциплине «Электроразведка» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Электроразведка» в экзамен:

90-100 баллов	«отлично»
80-89 баллов	«хорошо»
55-79 баллов	«удовлетворительно»
0-54 балла	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Воскресенский. Ю.Н., Рыжков В.И. Геофизика при изучении земных недр: Учебное пособие. – М.: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015 – 224 с.

б) дополнительная литература:

1. Конценебин Ю.П., Шигаев Ю.Г., Иванов А.В., Шестаков Э.С., Введение в геофизику С.: Из-во СГУ, 2006

2. Электрическое зондирование геологической среды: в 2ч./ Под ред. В.К.Хмелевского, В.А.Шевнина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988.1992, 200 с.

3. Светов Б.С. Основы геоэлектрики. М.: ЛКИ, 2008, 656с.

4. Геофизика. Под ред. В.К. Хмелевского. М.: КДУ, 2009.-320 с.

5. Шигаев В.Ю. Руководство по выполнению лабораторных работ по изучению физико-геологических явлений и процессов методами электроразведки. С.: Из-во СГУ, 2011.



в) лицензионное программное обеспечение:

- ОС MS Windows XP SP2 или ОС MS Windows 7 Pro
- MS Office 2003 или MS Office 2007 Pro
- Антивирус Касперского для Windows workstations
- CorelDRAW Graphics Suite X3

г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

<http://www.google.com/earth/index.html> Google Планета Земля

<http://geo.web.ru> – общеобразовательный геологический сайт

<http://www.sgu.ru/node/11448/> - страница дисциплины на геологическом факультете СГУ, с большим количеством электронных учебников и публикаций

<http://vsegei.ru> - сайт Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского

<http://wiki.web.ru/> - сайт – энциклопедический словарь

elibrary.ru (Научная электронная библиотека).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Электро-разведка»

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются: лаборатория кафедры Геофизики, компьютерный класс геолого-геофизического моделирования, полевая электроразведочная аппаратура, специализированная аудитория с ПК мультимедийным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.01 «Геология» и профилю подготовки «Нефтегазовая геофизика»

Автор:

канд. геол.-минерал. наук, доцент В.Ю. Шигаев
докт. геол.-минерал. наук, профессор В.П. Губатенко

Программа разработана и одобрена на заседании кафедры геофизики, протокол № 1 от 30.08.2016 года

Программа актуализирована в 2018 г. и одобрена на заседании кафедры геофизики, протокол № 3 от 27.10.2018 года.

Подписи:

Декан геологического факультета
к. г.-м. н., доцент

 М.В. Пименов