

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям
О. Н. Здрок



2020 г.

Регистрационный № УД- 8019 /уч.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

2020 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-51 01 01-2013, учебного плана № I 51-004/уч. от 30.06.2013 г. и типовой программы ТД-I. 1510/тип. от 26.06.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.Н. Кузьмин, доцент кафедры региональной геологии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Кутырло В.Э., заведующий лабораторией Открытого акционерного общества «Белгорхимпром», кандидат геолого-минералогических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой региональной геологии БГУ
(протокол № 7 от 15.02.2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 4 от 25.03.2020 г.)

Заведующий кафедрой
региональной геологии, доцент

Лукашёв О.В.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Геофизические методы исследований» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины: – сформировать знания о геофизических методах поисков и разведки полезных ископаемых и их использовании.

В рамках поставленной цели **задачи учебной дисциплины** состоят в следующем:

1. сформировать у студентов необходимые знания о физико-математических основах геофизических методов;
2. обучить студентов общим принципам работы с аппаратурой и методикам проведения полевых работ;
3. научить приемам качественной геологической и количественной интерпретации (решать прямые и обратные задачи).

Дисциплина «Геофизические методы исследований» дает фундаментальные знания о наиболее часто применяемых при решении геологоразведочных задач геофизических методах поисков и разведки полезных ископаемых, вырабатывает понимание исходных физических законов, лежащих в основе геофизических методов, физико-геологических условий и физико-математических теорий; способствует приобретению навыков использования методов геофизики при изучении специальных геологических и геофизических дисциплин на старших курсах.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Геофизические методы исследований» относится к циклу специальных дисциплин государственного компонента.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Учебная дисциплина «Геофизические методы исследований» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Общая геология», «Литология», «Геотектоника».

В свою очередь, знания, полученные при изучении учебной дисциплины «Геофизические методы исследований», являются базой для изучения учебной дисциплины «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», а также дисциплины специализации – «Основы инженерной геофизики», «Инженерная сейсморазведка».

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- общие принципы устройства аппаратуры;
- области применения геофизических методов;

уметь:

- решать проблемные задачи; прямые и обратные;
- классифицировать геофизические методы по решаемым геологическим задачам;
- понимать исходные физические законы, лежащие в основе геофизических методов, физико-геологические условия и физико-математические теории;

владеть:

- методами геофизических исследований, применяемые в геолого-поисковых и геологоразведочных работах (электрическая, гравитационная, магнитная, сейсмическая и геотермическая разведки);
- методикой проведения полевых работ.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Геофизические методы исследований» должно обеспечить формирование следующих академических и профессиональных компетенций:

Академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

Профессиональные компетенции:*Научно-исследовательская деятельность*

ПК-1. Проводить региональные геологические исследования, геологопоисковые работы, геофизические, гидрогеологические и инженерно-геологические съёмки, разрабатывать рекомендации по их выполнению.

Производственно-технологическая деятельность

ПК-14. Анализировать геологическое строение территории и выяснять ее перспективы в отношении залежей месторождений полезных ископаемых на основе использования методов дистанционного зондирования Земли.

ПК-15. Обоснованно организовывать полевые геолого-съёмочные партии и отряды и обеспечивать их автотранспортом и необходимыми техническими средствами: буровыми станками, геофизическими и геофизическими приборами, системами спутниковой геологической привязки, и др.

ПК-16. Осуществлять рациональное планирование и проведение рекогносцировочных наблюдений и маршрутных исследований с использованием автомобильного и авиационного транспорта.

ПК-17. Реализовывать на практике современные подходы к выполнению геологической съёмки и прогнозированию месторождений полезных ископаемых на основе высокотехнологических приемов получения и обработки геолого-геофизической информации.

ПК-18. Осуществлять авторский надзор за ходом выполнения геолого-съёмочных и поисково-разведочных работ и своевременно их корректировать (уточнять, дополнять с геологических и прогнозно-минерагенических позиций).

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 6 семестре дневной формы получения высшего образования. Всего на изучение учебной дисциплины «Геофизические методы исследований» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 176 часов, в том числе 90 аудиторных часов, из них: лекции – 40 часов, практические занятия – 32 часа, семинарские занятия – 10 часов, управляемая самостоятельная работа – 8 часов (из них 4 (ДО)).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4,5 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Геофизика как наука о физических явлениях и процессах, происходящих внутри земли и в околоземном пространстве. Предмет и задачи учебной дисциплины. Место геофизики среди других наук о Земле. Физические законы, лежащие в основе электрической, гравитационной, магнитной, сейсмической и геотермической разведок. Геологические и геохимические задачи, решаемые с помощью геофизических методов. Основные принципы комплексирования геофизических, геохимических и геологических методов при изучении недр. Классификация геофизических методов по решаемым геологическим задачам. Региональные, глубинные, структурные, поисково-картировочные геофизические исследования. Локальные геофизические исследования при гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях.

РАЗДЕЛ 1. СЕЙСМИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

Тема 1.1. Определение, сущность и физико-геологические условия сейсморазведки

Схема сейсмических наблюдений. Элементы теории упругости: кривая «напряжения-деформации»; понятие реологии, реологических тел, упругое тело; напряжения, деформации (объема, сдвига); закон Гука; модули Юнга и Пуассона – физические свойства; тензор. Упругие волны. Деформации объема – продольные волны, скорости. Деформации сдвига – поперечные волны, скорости. Фронт, тыл, луч, трасса (запись). Гармонические колебания, спектры. Принцип Гюйгенса-Френеля в теории распространения волн.

Тема 1.2. Понятие годографа

Падающая волна. Проходящая волна. Преломленная волна, условие преломления. Отраженная волна, условие отражения (принцип Ферма). Волны в сейсморазведке. Условия возникновения головной волны. Метод отраженных волн (МОВ). Метод преломленных волн (КМПВ). Уравнение годографа отраженной волны (уравнение гиперболы), мнимый пункт взрыва. Уравнение годографа преломленной (головной) волны.

Тема 1.3. Сейсмические свойства горных пород

Сейсмические свойства горных пород. Принципы работы и устройства сейсморазведочной аппаратуры. Методики проведения полевых работ в методе отраженных (МОВ) и преломленных волн (КМПВ).

Тема 1.4. Понятие прямой и обратной задач сейсморазведки

Понятия кажущейся, средней и эффективной скоростей. Определение эффективной скорости по годографу отраженной волны. Определение граничной скорости по годографу преломленной волны. Определение глубин залегания отражающих площадок по t_0 , по способу засечек и по способу

эллипсов. Определение глубин залегания преломляющих площадок, в том числе по встречным годографам.

Тема 1.5. Сейсморазведка методом общей глубинной точки (ОГТ)

Временные сейсмические разрезы (ВСР). Глубинное сейсмическое зондирование. Виды сейсморазведочной информации. Геологические задачи, решаемые сейсморазведкой. Понятие сейсмостратиграфии: временные сейсмические разрезы, типовые образы сейсмической картины для различных геологических комплексов. Характеристика временных сейсмических разрезов земной коры Беларуси.

РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

Тема 2.1. Определение, физико-геологические условия и классификация методов электроразведки

Электрический ток как перемещение наэлектризованных зарядов. Проводники: 1 рода – свободные электроны (ток в металлах), 2 рода – ионы (химические преобразования). Диэлектрики. Электрические свойства горных пород. Ток как количество электричества на единицу времени. Закон Кулона. Напряженность. Потенциал. Выражение напряженности через потенциал в дифференциальной форме. Закон Ома. Плотность тока и ее выражение через напряженность. Потенциал электрода в виде полусферы (через соотношение плотности тока и напряженности в дифференциальной и интегральной форме). Потенциал в любой точке относительно сферического электрода (на основании интегрирования). Четырехполюсная установка АМНВ (метод сопротивлений, методика измерений с учетом высокого сопротивления прибора), кажущееся удельное электрическое сопротивление.

Тема 2.2. Методы электроразведки

Метод электропрофилирования (ЭП). Метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ). Типы кривых ВЭЗ. Палетки ВЭЗ. Метод спонтанной поляризации (естественных электрических полей). Метод теллурических (земных) токов (ТТ) и его параметры. Метод магнитотеллурических зондирований (МТЗ). Связь импеданса с удельным электрическим сопротивлением. Формула глубинности МТЗ в зависимости от частоты (периода). Методы электроразведки на искусственном переменном токе: метод изолиний, метод индукций, метод петли, волновые методы и др.

Тема 2.3. Методика проведения различного вида электроразведочных работ, принципы интерпретации и области применения

Виды электроразведочной информации. Карта электрического поля теллурических токов Беларуси. Методика геологической интерпретации данных электроразведки.

РАЗДЕЛ 3. ГРАВИТАЦИОННАЯ РАЗВЕДКА

Тема 3.1. Определение, сущность и физико-геологические условия гравитационной разведки

Понятие точечных масс и представление ими геологических объектов. Плотность горных пород и избыточная масса. Сила тяжести и сила притяжения. Потенциал силы тяжести, его производные, уровенная поверхность, геоид и нормальная формула для силы тяжести. Редукции и аномалии (Буге и Фая) силы тяжести. Соотношение аномалий силы тяжести и вертикальной производной потенциала. Понятие изостазии.

Тема 3.2. Общая характеристика гравиметрической аппаратуры и методики проведения гравиметрических съемок

Аппаратуры и методики проведения гравиметрических съемок. Классификация возмущающих тел (локализованные тела и контактная поверхность). Понятие прямых и обратных задач гравитационной разведки. Решение прямых задач для тел правильной геометрической формы, для контактной поверхности. Палетка Гамбурцева. Решение обратных задач для тел правильной формы и для контактной поверхности. Метод подбора. Методы разделения полей. Основные принципы геологической интерпретации гравитационных аномалий. Области применения гравитационной разведки. Карта аномального поля силы тяжести Беларуси.

РАЗДЕЛ 4. МАГНИТНАЯ РАЗВЕДКА И ТЕРМИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

Тема 4.1. Определение, сущность и физико-геологические условия магнитной разведки

Магнитное поле Земли, магнитосфера. Элементы магнитного поля, их распределение и изменение на земной поверхности. Нормальное и аномальное магнитные поля. Переменные магнитные поля. Магнитные свойства горных пород. Общие сведения об аппаратуре и методике магниторазведки. Принципы решения прямых и обратных задач магниторазведки для тел правильной формы. Палетка Микова. Метод подбора. Соотношение магнитного и гравитационного потенциалов и его использование при интерпретации магнитных и гравитационных аномалий.

Тема 4.2. Геологическая интерпретация магнитных аномалий

Основные методы геологической интерпретации магнитных аномалий. Области применения магниторазведки. Понятие о палеомагнетизме. Карта аномального магнитного поля Беларуси.

Тема 4.3. Термическая разведка. Физические и геологические основы термической разведки

Виды передачи тепла. Уравнение теплопроводности, закон Фурье и тепловой поток. Геотермический градиент и геотермическая ступень. Теплопроводность горных пород. Методика определения теплового потока по скважинным данным. Карта теплового потока Беларуси.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Введение	2	-	-				Устный опрос
I	Сейсмическая разведка	10	2	2			4	
1.1	Определение, сущность и физико-геологические условия сейсморазведки	2						Собеседование, устный опрос
1.2	Понятие годографа	2						Устный опрос
1.3	Сейсмические свойства горных пород	2						Собеседование
1.4	Понятие прямой и обратной задач сейсморазведки	2	2	2				Собеседование, устный опрос, отчет по практической работе
1.5	Сейсморазведка методом общей глубинной точки (ОГТ)	2					4	Устный опрос, письменный отчет
II	Электрическая разведка	8	6	2				
2.1	Определение, физико-геологические условия и классификация методов электроразведки	2	4					Собеседование, отчет по практической работе
2.2	Методы электроразведки	2		2				Собеседование, устный опрос
2.3	Методика проведения различного вида электроразведочных работ, принципы интерпретации и области применения	4	2					Собеседование, устный опрос
III	Гравитационная разведка	8	14	4			4	
3.1	Определение, сущность и физико-геологические условия гравитационной разведки	4	6	2			2(ДО)	Собеседование, устный опрос, отчет по практической работе, письменный отчет

3.2	Общая характеристика гравиметрической аппаратуры и методики проведения гравиметрических съемок	4	8	2			2(ДО)	Собеседование, устный опрос, отчет по практической работе, письменный отчет
IV	Магнитная разведка и термическая разведка	12	10	2				
4.1	Определение, сущность и физико-геологические условия магнитной разведки	6	4					Собеседование, устный опрос, отчет по практической работе
4.2	Геологическая интерпретация магнитных аномалий	4	4	2				Собеседование, устный опрос, отчет по практической работе
4.3	Термическая разведка. Физические и геологические основы термической разведки	2	2					Устный опрос
	ИТОГО	40	32	10			8	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Каратаев, Г.И. Геофизические методы исследований: учебное пособие. – Мн.: БГУ, 2008. – 140 с.
2. Хмелевской, В.К. Основы геофизических методов: учебник для вузов / В.К. Хмелевской, В.И. Костицын. – Пермь: Пермский ун-т, 2010. – 400 с.: ил.
3. Геофизика: учебник для вузов / Под ред. В.К. Хмелевского. – М.: КДУ, 2007. – 320 с.
4. Гусев, Е.В. Методы полевой геофизики: учебное пособие / Е.В. Гусев. – Томск: ТПУ, 2012. – 216 с.
5. Беляева, Л. И. Основы геофизики : учеб. пособие / Л. И. Беляева – Ухта : УГТУ, 2016. – 182 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Геофизические поля и динамика тектоносферы Беларуси / Р.Г. Гарецкий [и др.]. – Мн.: ИГН НАН Беларуси, 2002. – 166 с.
2. Гладкий, К.В. Гравиразведка и магниторазведка. – М.: Недра, 1967. – 320 с.
3. Грушинский, Н.П., Сажина, Н.Б. Гравитационная разведка. – М.: Недра, 1988. – 364 с.
4. Заборовский, А.И. Электроразведка: учебник для вузов. – М.: Гостоптехиздат, 1963. – 422 с.
5. Каратаев, Г.И., Гирич, Р.Э., Данкевич, И.В. и др. Геофизические модели земной коры Белорусско-Прибалтийского региона. – Мн.: ИГН НАН Беларуси, 1993. – 188 с.
6. Литвиненко, О.К. Геологическая интерпретация геофизических данных: учебник для вузов / О.К. Литвиненко. – М.: Недра, 1983. – 208 с.
7. Логачев, А.А., Захаров, В.П. Магниторазведка. – М.-Л.: Недра, 1979. – 351 с.
8. Сейсмологические и геотермические исследования в Белоруссии: сб. науч. ст. / Ин-т геохимии и геофизики АН БССР; под науч. ред. Р.Г. Гарецкого. – Минск: Наука и техника, 1985. – 131. [1] с.: ил.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- собеседования;
- устный опрос;
- отчет по практической работе;
- письменный отчет.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Геофизические методы исследований» учебным планом предусмотрен экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

формирование оценки за текущую успеваемость:

- собеседования – 20 %;
- устные опросы – 40 %;
- отчет по практической работе – 20 %;
- письменный отчет – 20 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и зачетной сессии с учетом их весовых коэффициентов. Оценка по текущей успеваемости составляет 40%, экзаменационная оценка – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Занятие 1-2.

Тема 1.5. Сейсморазведка методом общей глубинной точки (ОГТ)

Задание 1. Интерпретация сейсмограмм.

Студентам выдаются сейсмограммы. Следует описать характеристики зафиксированных волн.

Задание 2. Обработка сейсмограмм.

Студентам выдаются сейсмограммы. Необходимо привести ее нормальному виду и рассчитать глубины залегания геологических слоев

Форма контроля: письменный отчет.

Занятие 3.

Тема 3.1. Определение, сущность и физико-геологические условия гравитационной разведки

Задание 1. Изготовление палетки Гамбурцева.

Студентам выдаются материалы для изготовления палетки. Проводятся работы по изготовлению палеток в различных масштабах.

Форма контроля: письменный отчет.

Занятие 4.

Тема 3.2. Общая характеристика гравиметрической аппаратуры и методики проведения гравиметрических съемок

Задание 1. Геологическая интерпретация данных гравиразведки.

Студентам выдаются материалы в виде карты изоаномал. Предлагается выполнить геологическую интерпретацию данных.

Форма контроля: письменный отчет.

Примерная тематика практических занятий

Занятие 1. Разработать проект сейсмических работ для заданной плоской горизонтально залегающей границы (2 ч.).

Занятие 2. По заданному теллурическому полю ТТ построить рельеф опорного Стрешинского горизонта (4 ч.).

Занятие 3. Построить схему электропрофилирования для обнаружения контакта сред с разным удельным электрическим сопротивлением (2 ч.).

Занятие 4. Построить карту изолиний гравитационной аномалии по данным измерений и провести геологическую интерпретацию (6 ч.).

Занятие 5. Выполнить интерпретацию гравитационного поля методом подбора для заданного начального приближения возмущающего тела (8 ч.).

Занятие 6. Построить карту изолиний магнитной аномалии поля по данным измерений и провести геологическую интерпретацию (4 ч.).

Занятие 7. Оценить параметры возмущающих тел по магнитным аномалиям методом касательных (4 ч.).

Занятие 8. Построить график температурного градиента по заданной термограмме (2 ч.).

Примерная тематика семинарских занятий

Занятие 1. Временные изменения гравитационного поля, их природа и использование в гравиразведке. Лунные и солнечные приливы. Геологические процессы, связанные с гравитационными процессами на поверхности Земли (2 ч.).

Занятие 2. Изостазия и форма геоида (2 ч.).

Занятие 3. Временные изменения магнитного поля. Их природа и использование в магниторазведке. Явления, связанные с магнитными процессами на поверхности Земли (2 ч.).

Занятие 4. Электрические явления в атмосфере Земли и их связь с электроразведкой (2 ч.).

Занятие 5. Землетрясения и глубинная сейсмология (2 ч.).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются:

практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций;

метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения;

технология развития критического мышления (представляет собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма); методы чтения различного рода учебных текстов предполагают использование графических организаторов, дневников чтения, концептуальных карт, таблиц, кластеров, а также приемов, направляющих работу студентов с информацией.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины «Геофизические методы исследований» рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка и выполнение практических и семинарских занятий;
- научно-исследовательские работы;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, составление схем и моделей на основе статистических материалов;
- подготовка к участию в конференциях и конкурсах.

Используются современные информационные технологии: размещен в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, задания, тесты, вопросы для самоконтроля и др.; список рекомендуемой литературы). Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала используется рейтинговая система.

Методические указания по выполнению и контролю тем практических заданий

Практикум вводится в технологию обучения с целью формирования у студентов умения и навыков в приобретении и постоянном пополнении своих профессиональных знаний. Этого требует современное динамично развивающееся общество, использующее преимущества информационных технологии.

По дисциплине «Геофизические методы исследований» предусмотрено выполнение практикума по наиболее важным темам.

При выполнении запланированных тем практикума студент должен ознакомиться с конкретным заданием по данной теме, в котором сформулирована цель работы, порядок и методика ее выполнения, приведен список необходимой литературы.

В дополнении к указанным литературным источникам студент должен самостоятельно использовать информационные ресурсы Internet.

Возникающие трудности при выполнении заданий практикума могут быть обсуждены с преподавателем в дни консультаций.

Форма контроля выполнения практикума определяется в задании практикума и контролируется преподавателем. Это могут быть: письменная контрольная работа по теме, презентация докладов, тестирование, устный контрольный опрос на занятиях; подготовка и сдача в определенный срок реферата.

Каждая из выполненных тем практикума оценивается преподавателем и, в соответствии с принятой системой рейтинговой оценки, учитывается в итоговой оценке по дисциплине.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Физический закон, на котором разрабатывалась гравиразведка.
2. Физико-геологические предпосылки гравитационного метода поисков и разведки. Сила притяжения, потенциал силы притяжения (ньютонов потенциал) для точечных масс и для объемного геологического тела (шара).
3. Сила притяжения и ее потенциал, их связь и размерность.
4. Физический смысл вторых производных потенциала силы тяжести.
5. Нормальное поле силы тяжести. Понятие геоида.
6. Редукции Фая и Буге.
7. Временные изменения гравитационного поля и их использование в гравиразведке.
8. Способы измерения силы тяжести. Приборы, используемые в гравиразведке.
9. Физико-геологические факторы, создающие аномальное гравитационное поле. Качественная интерпретация результатов гравитационных измерений.
10. Методики проведения гравиметрических работ. Опорные сети (какие, как создаются и для чего нужны). Причины смещения нуля пункта гравиметров и способы его устранения.
11. Единица измерения ускорения силы тяжести.
12. Методы измерения ускорения силы тяжести, применяемые в гравиразведке.
13. Ускорение силы тяжести и каким способом его определяют.
14. Как определяют возраст магматических образований по магнитным данным.
15. Строение магнитосферы.
16. Что такое магнитный момент, магнитная восприимчивость и намагниченность веществ?
17. Виды намагниченности.
18. Магнитное поле Земли как поле диполя. Векторные элементы полного геомагнитного поля.
19. Магнитные вариации. Каковы их причины, характеристики, классификация и значение для проведения магнитной съемки.
20. Сущность принципа измерений магнитного поля оптико-механическими магнитометрами. Характеристики и точность такого магнитометра.
21. Сущность принципа феррозонда типа второй гармоник. Характеристики и точность такого магнитометра.

22. Принцип свободной ядерной прецессии и работы на этом принципе протонного магнитометра. Каковы характеристики и точность такого магнитометра.
23. Классификация магнитных съемок по различным признакам (по масштабу, назначению, точности и др.).
24. Прямая и обратная задачи для магнитного диполя и шара. Особенности геологического истолкования данных магниторазведки. Геологические задачи, решаемые магниторазведкой.
25. Как зависит электрическая проводимость горных пород от содержания жидкой фазы.
26. Как используется закон Ома в электроразведочной установке АМNB.
27. Что такое установка в электроразведке? Как определяется коэффициент установки?
28. От каких факторов зависит удельное электрическое сопротивление горных пород?
29. Физическая сущность метода естественного поля (ЕП).
30. Физическая сущность и полевые установки в методе электропрофилирования.
31. Физическая сущность метода и установки, применяемые в методе вертикального электроразведывания (ВЭЗ).
32. В чем разница между истинным и кажущимся удельными электрическими сопротивлениями. В каких единицах измеряется истинное и кажущееся удельное электрическое сопротивление.
33. Суть метода теллурического токов (МТТ).
34. Сущность электрического профилирования и вертикального зондирования (что общее и в чем отличие).
35. Какие горные породы можно отнести к диэлектрикам?
36. Какие электрические токи используются в электроразведке?
37. Покажите на рисунке, как устроена электроустановка АМNB, в каких методах электроразведки она применяется.
38. Какие горные породы обладают ионной, а какие электронной проводимостью?
39. Что понимается под удельным электрическим сопротивлением и удельной проводимостью в электроразведке и каковы единицы измерения этих величин?
40. Назовите основные методы сейсморазведки.
41. Какие знаете источники упругих волн?
42. Кажущаяся, средняя и эффективная скорости сейсмических волн.
43. Уравнение годографа преломленной волны.
44. Волны в сейсморазведке (прямая, отраженная, проходящая, преломленная-головная). Графики годографов сейсмических волн.
45. Условия преломления и отражения сейсмических волн.

46. Упругие волны и их обусловленность различными видами деформаций, фронт, тыл волны, трасса (запись) волны, длина волны.
47. Как связана глубина залегания горизонтальной плоской сейсмической границы с моментом прихода отраженной волн в точке взрыва?
48. Основы теории упругости, закон Гука, понятие напряжений и смещений, модули Юнга и Пуассона, виды деформаций.
49. Назовите горные породы, обладающие высокой и очень низкой скоростью распространения сейсмических волн.
50. Каково соотношение сейсмического луча и фронта волны. Как распространяются упругие волны в неоднородной среде?
51. Какими физическими свойствами характеризуется упругое тело.
52. Какие знаете источники упругих волн.
53. В каких веществах не проходят поперечные волны и почему?
54. Физико-геологические предпосылки сейсморазведки.
55. Система наблюдений в методе отраженных волн (МОВ).
56. Что такое пьезоэлектрический эффект и для чего он используется в сейсмологии?
57. В каком диапазоне спектра длин электромагнитных волн работают тепловизоры?
58. Как образуется тепловое поле Земли?
59. Что такое радиогенное тепло?
60. В чем суть радиотепловых и инфракрасных съемок?
61. Как изменяется температура в скважине с глубиной?
62. Какой физико-математический закон используется для определения плотности теплового потока в той или иной точке по данным измерения температур в скважине и теплопроводности горных пород?

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы изучаемой учебной дисциплине по	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых	Региональной геологии	нет	Изменений не требуется Протокол № 7 от 15.02.2020 г.
Основы инженерной геофизики	Региональной геологии	нет	Изменений не требуется Протокол № 7 от 15.02.2020 г.
Инженерная сейсморазведка.	Региональной геологии	нет	Изменений не требуется Протокол № 7 от 15.02.2020 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
региональной геологии (протокол № ____ от ____ 20_ г.)

Заведующий кафедрой

К.Г.-М.Н., доцент _____ О.В. Лукашев

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

К.Г.Н., доцент _____