

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по образованию в области
горнодобывающей промышленности

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра
образования
Республики Беларусь
_____ В.А. Богуш

_____ / тип.
Регистрационный № ТД

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Типовая учебная программа
по учебной дисциплине для специальности
1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области горнодобывающей
промышленности

_____ С.Г. Оника

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.А. Касперович

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного
учреждения образования
«Республиканский институт высшей
школы»

_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2018

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.Н. Кузьмин доцент кафедры инженерной геологии и геофизики Белорусского государственного университета кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Оника С.Г., заведующий кафедрой «Горные работы» Белорусского национального технического университета, доктор технических наук, профессор

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

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой инженерной геологии и геофизики Белорусского государственного университета
(протокол № 3 от 25. октября 2017 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 2 от 15 ноября 2017 г.)

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Геофизические методы исследований» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

Учебная дисциплина «Геофизические методы исследований» изучает физико-математические основы геофизических методов, приемы количественной и качественной геологической интерпретации геофизических полей, электрическую, гравитационную, магнитную, сейсмическую и геотермическую разведки; принципы комплексирования геофизических, геохимических и геологических методов изучения недр; региональные, глубинные, структурные, поисково-картировочные геофизические исследования.

На основе знаний, умений и навыков, полученных при изучении учебной дисциплины «Геофизические методы исследований» базируется изучение дисциплин – «Поиски и разведка полезных ископаемых», «Геотектоника», «Структурная геология».

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины являются: практико-операционные, теоретико-информационные, методы проблемного обучения. Рекомендуется использовать технологии проблемно-модульного обучения, коммуникативные технологии (дискуссии, диалоги, споры-диалоги).

Основная цель учебной дисциплины - дать студентам знания о геофизических методах поисков и разведки полезных ископаемых и их использовании.

Главная задача учебной дисциплины:

- формирование у студентов необходимых знаний физико-математических основ геофизических методов,
- изучение методики проведения полевых работ,
- уметь правильно формировать подход к решению прямых и обратных задач: приемов качественной геологической и количественной интерпретации.

В результате изучения дисциплины будут сформированы следующие компетенции:

АК-1 Уметь использовать базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным выработать новые идеи (креативность).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

СЛК-1 – Владеть качествами гражданина;

СЛК-6. Уметь работать в команде.

ПК-1 – Применять основные законы естественных дисциплин, законы и закономерности наук о Земле в профессиональной деятельности;

ПК-4 – Определять проблемы в области наук о Земле и осуществлять постановку научных задач, имеющих как теоретический интерес, так и практическую значимость в области глобального и регионального естествознания;

ПК-7 – Составлять аналитические обзоры литературы по теме исследований, анализировать информационные и картографические данные по изучаемой проблеме, обосновывать целенаправленность проведения научных исследований;

ПК-8 – Составлять отчеты по научно-исследовательским работам, подготавливать научные доклады и статьи, сообщения и рефераты;

ПК-9. Проектировать и разрабатывать новые методы геологической съемки и поисков месторождений полезных ископаемых.

ПК-10. Организовывать и проводить гидрогеологические и инженерно-геологические съемки, а также природоохранные работы при разработке месторождений полезных ископаемых.

ПК-11. Проводить геологическую экспертизу различных видов проектных работ (национальных, региональных), технико-экономический анализ производственной деятельности при решении геологических задач.

ПК-12 – Строить и использовать модели для описания и прогнозирования поисков полезных ископаемых в кристаллическом фундаменте и платформенном чехле;

ПК-13 – Анализировать исторические и современные проблемы экономической и социальной жизни общества на основе обеспеченности минеральными ресурсами, проблемы и тенденции устойчивого развития;

ПК-21 – Выполнять прогноз социально-экономических результатов реализации Государственных программ экономического и социального развития;

ПК-29. Разрабатывать, представлять и согласовывать представляемые материалы.

ПК-30. Осуществлять подготовку инженеров-геологов в сфере высшего образования; устанавливать контакты с геологическими организациями с целью обеспечения их квалифицированными кадрами.

ПК-31. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них.

ПК-32. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

В результате изучения дисциплины студенты обязаны:

знать:

- методы геофизических исследований, применяемые в геолого-поисковых и геологоразведочных работах (электрическая, гравитационная, магнитная, сейсмическая и геотермическая разведки);
- общие принципы устройства аппаратуры;
- методики проведения полевых работ;
- области применения геофизических методов;

уметь:

- решать прямые и обратные задачи;
- классифицировать геофизические методы по решаемым геологическим задачам;
- понимать исходные физические законы, лежащие в основе геофизических методов, физико-геологические условия и физико-математические теории;
- **владеть:**
- основной терминологией в области геофизических методов исследований;
- приемами и основными правилами для построения карт геофизических полей;
- принятыми условными обозначениями при составлении легенд к картам геофизических полей;
- принципами геофизического районирования местности;
- приемами построения графических приложений к геофизическим отчетам (графики, диаграммы, гистограммы и др.);

Согласно с образовательным стандартом на изучение дисциплины «Геофизические методы исследований» по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» отводится 176 часов, в том числе 90 аудиторных часов: лекции – 40 часов, семинарские занятия – 10 часов, практические занятия – 40 часа. После завершения изучения дисциплины проводится экзамен.

Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде аудиторных и внеаудиторных форм: изучение отдельных тем; решение прямых и обратных задач; анализ рекомендованной литературы; подготовка к контролируемой самостоятельной работе; составление рефератов; подготовка к экзамену и пр.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название тем	Количество часов		
		Аудиторные		
		Лекции	Практические	Семинарские
1.	Введение	2	-	
2.	Сейсмическая разведка	10	10	2
3.	Электрическая разведка	10	10	2
4.	Гравитационная разведка	8	10	2
5.	Магнитная разведка	6	10	2
6.	Термическая разведка	4		2
	ИТОГО	40	40	10

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ГЕОФИЗИКА КАК НАУКА О ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ И ПРОЦЕССАХ, ПРОИСХОДЯЩИХ ВНУТРИ ЗЕМЛИ И В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

1.1. Введение. Предмет и задачи курса. Место геофизики среди других наук о Земле. Физические законы, используемые в геофизике: потенциал точечных масс, сила. Физические поля Земли и параметры, которыми они определяются. Физические свойства горных пород. Предмет, методы исследования и классификация методов разведочной геофизики. Связь геофизики с геологией, математикой и физикой. История развития геофизических методов исследования.

2. СЕЙСМИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

2.1. 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.

2.2. Понятие годографа.

Падающая волна. Проходящая волна. Преломленная волна, условие преломления. Отраженная волна, условие отражения (принцип Ферма). Волны в сейсморазведке, рисунок, характеризующий возникновение головной волны. Сейсмические свойства горных пород. Принципы устройства сейсморазведочной аппаратуры. Методика проведения работ.

Метод отраженных волн (МОВ). Метод преломленных волн (КМПВ). Уравнение годографа отраженной волны (уравнение гиперболы), мнимый пункт взрыва. Уравнение годографа преломленной (головной) волны. 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.

2.3. Сейсмические свойства горных пород.

Принципы устройства сейсморазведочной аппаратуры. Методика проведения работ. Метод отраженных волн (МОВ). Метод преломленных волн (КМПВ). Уравнение годографа отраженной волны (уравнение гиперболы), мнимый пункт взрыва. Уравнение годографа преломленной (головной) волны.

2.4. 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

2.5. Сейсморазведка методом общей глубинной точки (ОГТ).

Временные сейсмические разрезы (ВСР). Глубинные сейсмические зондирования. 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.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

3.1 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 и 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 АМNB (метод сопротивлений, методика измерений с учетом высокого сопротивления прибора), кажущееся удельное электрическое сопротивление.

3.2 Метод электропрофилирования, двойная установка для различения поднятия и впадины.

3.3. Метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ).

Типы кривых ВЭЗ. Палетки ВЭЗ.

3.4. Метод спонтанной поляризации (естественных электрических полей).

3.5. Метод теллурических (земных) токов (ТТ) – теллурупараметры.

3.6. 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.

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

Виды электроразведочной информации. Карта электрического поля тел-

лурических токов Беларуси. Методика геологической интерпретации данных электроразведки.

4. ГРАВИТАЦИОННАЯ РАЗВЕДКА

4.1. 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.

4.2. Общая характеристика гравиметрической 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.

5. МАГНИТНАЯ РАЗВЕДКА

5.1. 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.

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

6. ТЕРМИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

6.1. 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.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Каратаев Г.И. Геофизические методы исследований. – Мн.: БГУ, 2008.
2. Дягилева А.И., Андриевич В.В. Основы геофизических методов разведки. – М.: Недра, 1987.
3. Хмелевской В.К. Геофизические методы исследований. Учебное пособие. – М.: МГУ, 1988.
4. Федынский В.В. Разведочная геофизика. – М.: Недра, 1967.

Дополнительная

5. Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И., Астапенко В.Н., Данкевич И.В. Геофизические поля и динамика тектоносферы Беларуси. – Мн.: ИГН НАН Беларуси, 2002.
6. Гладкий К.В. Гравиразведка и магниторазведка. – М.: Гостоптехиздат, 1967.
7. Грушинский Н.П., Сажина Н.Б. Гравитационная разведка. – М.: Недра, 1988.
8. Гурвич И.И. Сейсморазведка. – М.: Гостоптехиздат, 1954.
9. Заборовский А.И. Электроразведка. – М.: Гостоптехиздат, 1963.
10. Каратаев Г.И., Гирич Р.Э., Данкевич И.В. и др. Геофизические модели земной коры Белорусско – Прибалтийского региона. – Мн.: ИГН НАН Беларуси, 1993.
11. Литвиненко О.К. Геологическая интерпретация геофизических данных. – М.: Недра, 1983.
12. Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. М.–Л.: Недра, 1979.
13. Сейсмологические и геотермические исследования в Белоруссии. – Мн.: ИГН НАН Беларуси, 1985.

**Перечень практических занятий
по учебной дисциплине «Геофизические методы исследований»**

Общее количество часов практических занятий

Название темы	Количество часов
Разработать проект сейсмических работ для заданной плоской горизонтально залегающей границы	6
Построить глубинный разрез по заданному временному сейсмическому разрезу	6
По заданному теллурическому полю ТТ построить рельеф опорного Стрешинского горизонта	4
Построить схему электропрофилирования для обнаружения контакта сред с разным удельным электрическим сопротивлением	4
По полевым данным построить наблюденную кривую ВЭЗ и определить по ней параметры электрической среды, считая ее двухслойной	4
Выполнить интерпретацию гравитационного поля методом подбора для заданного начального приближения возмущающего тела	12
Оценить параметры возмущающих тел по магнитным аномалиям методом касательных	12
Построить график температурного градиента по заданной термограмме	2

Примерный перечень тестовых вопросов

1. Метод подбора как метод решения обратной задачи геофизики.
2. Геофизическое понятие «фигуры Земли».
3. Физико-геологические предпосылки сейсморазведки.
4. Физико-геологические предпосылки электроразведки.
5. Физико-геологические предпосылки гравиразведки.
6. Физико-геологические предпосылки магниторазведки.
7. Физико-геологические предпосылки терморазведки.
8. Природа возникновения продольных и поперечных сейсмических волн (упругие деформации и напряжения).
9. Условия преломления и отражения сейсмических волн.
10. Сейсморазведка методом ОГТ.
11. Уравнение годографа преломленной волны.
12. Уравнение годографа отраженной и прямой волн.
13. Понятия кажущейся, средней и эффективной скоростей сейсмических волн.
14. Как используется закон Ома в электроразведочной установке AMNB
15. Что такое ВЭЗ и что получают с его помощью?
16. Суть метода ТТ.

17. Понятие геоида и нормального поля силы тяжести.
18. Понятие аномалий Буге и Фая.
19. Что такое «ускорение силы тяжести» и как оно измеряется?
20. Понятие магнитного диполя и его поля.
21. Как и при каких условиях связаны магнитный и гравитационный потенциалы?
22. Опишите методику определения глубин залегания намагниченных пластов методом касательных.
23. Нормальное и аномальное магнитное поле. Структура магнитосферы.
24. Виды передачи тепла.
25. Уравнение теплопроводности, закон Фурье и тепловой поток.

Перечень рекомендуемых средств диагностики по учебной дисциплине «Геофизические методы исследований»

Для контроля качества образования по учебной дисциплине «Геофизические методы исследований» используются следующие средства диагностики:

- оценка по практической работе;
- тесты по отдельным разделам;
- устные опросы во время занятий;
- оценка рефератов по отдельным разделам дисциплины с использованием монографической и периодической литературы;
- выступления на семинарах ;
- коллоквиум;
- тестирование;
- зачет.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

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 курсу «Геофизические методы исследований» предусмотрено выполнение по наиболее важным темам учебной дисциплины.

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.

Методика формирования итоговой оценки по учебной дисциплине «Геофизические методы исследований»

Итоговая оценка формируется на основе 3-ех документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление МО 29 мая 2012 г.)
2. Положение о рейтинговой система БГУ.
3. Критерии оценки студентов (10 баллов).

**V. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Структурная геология	Динамическая геология	нет	протокол № 3 от 10.10.2017 г.
Геотектоника	Динамическая геология	нет	протокол № 3 от 10.10.2017 г.
Поиски и разведка полезных ископаемых	Динамическая геология	нет	протокол № 3 от 10.10.2017 г.

**VI. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20 __ г.)

Заведующий кафедрой

д.г.-м.н., профессор

(степень, звание)

(подпись)

А.Ф. Санько

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Н.В. Клебанович