

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Сибирская школа геонаук»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании ДОТ
Протокол №29 от 10 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКА ЗЕМЛИ»

Специальность: 21.05.03 Технология геологической разведки

Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер-геофизик

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Ланько Анна Викторовна Дата подписания: 29.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Ланько Анна Викторовна Дата подписания: 29.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Паршин Александр Вадимович Дата подписания: 14.07.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Физика Земли» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен проводить разработку методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования процессов функционирования объектов профессиональной деятельности в различных областях и сферах, связанных с недропользованием	ПК-2.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.2	Владеет общими принципами основ геофизических методов исследования, способен применять методы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования процессов профессиональной деятельности	Знать Основные геофизические методы исследования месторождений полезных ископаемых: сейсморазведка, магниторазведка, гравиметрическая (гравиразведка), геоэлектрическая, геотермальная, ядерная геофизика, их физические основы и области применения. Принципы взаимодействия физических полей с горными породами, математические и физические модели петрофизических свойств Уметь Применять различные геофизические методы для решения профессиональных задач в области поиска и разведки месторождений полезных ископаемых. Анализировать и синтезировать результаты геофизических исследований, выявлять закономерности и делать обоснованные выводы Владеть Современными технологиями и инструментами полевых и лабораторных геофизических исследований, методами сбора, хранения и обработки информации. Навыками работы с компьютерными программами для обработки и моделирования геофизических данных

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физика Земли» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Разведочная геофизика», «Учебная практика: геофизическая (наземная)», «Учебная практика: гидрогеологическая», «Теория поля», «Петрофизика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Теория ФГМ», «Комплексирование геофизических методов при поиске и разведке МПИ», «Измерения геофизических величин»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	32	32
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	40	40
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1. Земля в Солнечной системе: происхождение, строение и место среди планет	1	2							Устный опрос
2	2. Физические свойства и параметры вещества Земли	2	2					2	10	Устный опрос
3	3. Источники энергии и энергетика Земли	3	2							Устный опрос

4	4. Гравитационное поле Земли: физические основы и планетарные аспекты	4	2			1	3			Устный опрос
5	5. Магнитное и электромагнитное поля Земли: природа, источники и динамика	5	2			2	3			Устный опрос
6	6. Электрическое, тепловое и радиационное поля Земли	6	2			3, 4, 5	7			Устный опрос
7	7. Сейсмическое поле и волновые процессы в Земле	7	2			6	3			Устный опрос
8	8. Взаимосвязь геофизических полей и комплексирование геофизических методов	8	2					1, 2	30	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				16		40	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	1. Земля в Солнечной системе: происхождение, строение и место среди планет	Происхождение и эволюция Земли. Внутреннее строение, основные оболочки (ядро, мантия, кора), особенности формирования и энергетический баланс планеты.
2	2. Физические свойства и параметры вещества Земли	Основные физические свойства земных материалов (плотность, электропроводность, магнитная восприимчивость, радиационная активность, теплопроводность), их распределение по оболочкам Земли и роль в формировании геофизических полей.
3	3. Источники энергии и энергетика Земли	Анализ внутренних и внешних источников энергии (гравитационная, тепловая, радиоактивная, солнечная), механизмы их преобразования и роль в поддержании динамики планеты и геофизических процессов
4	4. Гравитационное поле Земли: физические основы и планетарные аспекты	Законы формирования гравитационного поля, его распределение и аномалии, связь с внутренним строением Земли и другими планетами, методы измерения и интерпретации гравитационных данных

5	5. Магнитное и электромагнитное поля Земли: природа, источники и динамика	Физические основы геомагнитного и электромагнитного полей, их генерация во внутреннем ядре, влияние солнечной активности, магнитосферы и ионосферы, планетарные аспекты и методы изучения
6	6. Электрическое, тепловое и радиационное поля Земли	Анализ источников и поведение электрических, тепловых и радиационных полей, их пространственно-временные изменения, роль в глобальных процессах, связь с внутренней динамикой планеты и внешними воздействиями
7	7. Сейсмическое поле и волновые процессы в Земле	Физические основы возникновения сейсмических волн, их распространение в недрах Земли, методы регистрации и интерпретации, роль сейсмических исследований в изучении внутреннего строения планет
8	8. Взаимосвязь геофизических полей и комплексирование геофизических методов	Взаимосвязь различных геофизических полей, их совместное проявление в планетарном масштабе, комплексирование геофизических методов для решения задач поиска и разведки месторождений, интеграция с геологическими, гидрогеологическими и геохимическими данными

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Корректировка гравиметрических данных при наземных съемках	3
2	Поправки при аэромагнитных исследованиях с применением БПЛА	3
3	Поправки в наземной электроразведке (ВЭЗ/МТЗ): учет рельефа и контактных условий	3
4	Корректировка данных наземной радиометрии	2
5	Поправки в ядерно-геофизических скважинных исследованиях (каротаж)	2
6	Корректировка данных наземной сейсморазведки: статические и динамические поправки	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	10

2	Проработка разделов теоретического материала	30
---	--	----

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Общие положения

Практические работы предназначены для закрепления знаний о физических основах геофизических методов, формирования навыков расчёта и внесения поправок в данные, полученные при различных видах геофизических наблюдений (наземные, аэрогеофизические, скважинные). Каждая работа включает: цель, исходные данные, пошаговое задание, контрольные вопросы и критерии оформления отчёта.

Практическая работа 1. Корректировка гравиметрических данных при наземных съемках

Цель: Научиться определять и рассчитывать основные поправки (за высоту, рельеф, дрейф прибора, приливные эффекты) при обработке данных наземной гравиразведки.

Исходные данные:

- Таблица "сырых" гравиметрических измерений по профилю (10 точек)
- Высоты точек, паспорт прибора (дрейф), время измерения, описание рельефа
- Значения вертикального градиента, формулы поправок

Порядок выполнения:

1. Ознакомьтесь с исходными данными и определите перечень необходимых поправок.
2. Для каждой точки рассчитайте:
 - Поправку за высоту
 - Поправку за дрейф прибора
 - Топографическую поправку
 - Приливную поправку (по таблице или формуле)
3. Внесите поправки в исходные данные, заполните итоговую таблицу.
4. Кратко опишите физическую сущность каждой поправки.
5. Сравните "сырые" и скорректированные значения, сделайте вывод о значимости поправок.

Контрольные вопросы:

- Почему необходимо вносить каждую из поправок?
- Какие физические процессы отражают эти поправки?
- Как изменится интерпретация аномалий без учета поправок?

Требования к отчету:

Заполненная таблица, пояснительный текст (1–2 страницы), ответы на контрольные вопросы.

Практическая работа 2. Поправки в наземной электроразведке
Цель: Освоить расчет и внесение поправок за рельеф, контактное сопротивление, температуру и влажность при обработке данных наземной электроразведки.

Исходные данные:

- Таблица исходных измерений (результаты ВЭЗ)
- Параметры электродов, рельеф, погодные условия

Порядок выполнения:

1. Определите, какие поправки требуются для данных условий.
2. Рассчитайте:

- Поправку за рельеф (по формуле/таблице)
 - Поправку за контактное сопротивление электродов
 - Поправку за температуру/влажность
3. Внесите поправки, составьте итоговую таблицу.
 4. Опишите влияние каждой поправки на результат.

Контрольные вопросы:

- Как рельеф и контактное сопротивление влияют на результаты ВЭЗ?
- Почему важно учитывать погодные условия?

Требования к отчету: Итоговая таблица, краткое описание поправок (1 стр.), ответы на вопросы.

Практическая работа 3. Корректировка данных наземной сейсморазведки

Цель: Научиться рассчитывать и применять статические и динамические поправки при обработке сейсмических данных.

Исходные данные:

- Сейсмограммы (сырые), данные о строении ВЧР, температуре, влажности

Порядок выполнения:

1. Определите необходимые поправки (статические, динамические).
2. Рассчитайте статические поправки по скоростной модели ВЧР.
3. Внесите динамические поправки (по амплитуде и затуханию).
4. Сравните исходные и скорректированные сейсмограммы.

Контрольные вопросы:

- Как неоднородности ВЧР влияют на регистрацию сейсмических волн?
- Почему необходимы статические поправки?

Требования к отчету:

Графики/таблицы, пояснения, ответы на вопросы.

Практическая работа 4. Поправки при аэромагнитных исследованиях с БПЛА

Цель: Освоить расчет поправок за высоту полета, суточные вариации, движение и искусственные помехи при обработке аэромагнитных данных.

Исходные данные:

- Профиль аэромагнитных наблюдений (сырые данные)
- Высота полета, время суток, наличие помех

Порядок выполнения:

1. Определите перечень необходимых поправок.
2. Рассчитайте:
 - Поправку за высоту полета
 - Поправку за суточные вариации магнитного поля
 - Поправку за искусственные помехи
3. Внесите поправки, оформите итоговую таблицу.

Контрольные вопросы:

- Почему важна поправка за высоту в аэромагнитных работах?
- Как учесть влияние помех?

Требования к отчету: Таблица, краткое описание, ответы на вопросы.

Практическая работа 5. Корректировка данных наземной радиометрии

Цель: Научиться учитывать фоновые значения, сезонные и погодные поправки, калибровку приборов при обработке радиометрических данных.

Исходные данные:

- Таблица радиометрических измерений (сырые данные)
- Информация о погоде, сезоне, калибровке

Порядок выполнения:

1. Определите необходимые поправки.
2. Рассчитайте:

- Поправку за фон
- Поправку за сезонные/погодные условия
- Поправку за калибровку прибора

3. Внесите поправки, заполните таблицу.

Контрольные вопросы:

- Как сезон и погода влияют на радиометрические измерения?
- Почему необходима калибровка?

Требования к отчету: Таблица, пояснения, ответы на вопросы.

Практическая работа 6. Поправки в ядерно-геофизических скважинных исследованиях (каротаж)

Цель: Освоить расчет поправок за диаметр скважины, состояние стенок, температуру, давление и калибровку датчиков при интерпретации данных ядерного каротажа.

Исходные данные:

- Протокол скважинных измерений (сырые данные)
- Данные о диаметре, состоянии стенок, температуре, давлении

Порядок выполнения:

1. Определите перечень необходимых поправок.
2. Рассчитайте:
 - Поправку за диаметр скважины
 - Поправку за состояние стенок
 - Поправку за температуру и давление
 - Поправку за калибровку прибора
3. Внесите поправки, оформите итоговую таблицу.

Контрольные вопросы:

- Почему важно учитывать диаметр и состояние стенок скважины?
- Как влияет температура на показания датчиков?

Требования к отчету: Таблица, пояснения, ответы на вопросы.

Общие требования к оформлению и отчетности

- Каждый отчет должен содержать: цель работы, исходные данные, ход выполнения с расчетами, итоговые таблицы и графики, ответы на контрольные вопросы, выводы.
- Оформление — в соответствии с требованиями кафедры (структура, подписи, титульный лист).
- В случае групповой работы — указать вклад каждого участника.

Рекомендуемая литература и источники данных

- Учебники и методические пособия по гравиметрии, электроразведке, сейсморазведке, аэромагнитным и радиометрическим методам, ядерной геофизике.
- Методические указания кафедры и примеры из прошлых учебных практик.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Цели самостоятельной работы

- Систематизировать и углубить знания по теоретическим основам физических полей Земли и принципам работы геофизических методов.
- Подготовиться к выполнению практических работ, связанных с расчетом и обоснованием поправок при обработке геофизических данных.
- Обеспечить качественную подготовку к зачету по курсу, включая проработку ключевых понятий, формул и типовых задач.

Организация самостоятельной работы

1. Изучение теоретического материала

- Ознакомьтесь с рекомендованной литературой и конспектами лекций по следующим темам:

- Физические основы гравитационного, магнитного, электрического, сейсмического, радиационного полей Земли.
- Принципы регистрации и обработки данных в наземных, аэрогеофизических и скважинных методах.
- Основные виды поправок: их физическая природа, формулы расчета, влияние на результат интерпретации.
- Составьте краткие конспекты по каждой теме, выделяя:
- Классификацию физических полей и их проявления в геофизике.
- Особенности регистрации данных и типичные источники ошибок.
- Перечень и назначение поправок для каждого метода и способа наблюдений.

2. Подготовка к практическим работам

- Изучите примеры исходных данных (таблицы, профили, журналы наблюдений), приведенные в учебниках и методических пособиях.
- Проработайте типовые задачи на расчет поправок для каждого метода (гравиметрия, электроразведка, сейсморазведка, аэромагнитка, радиометрия, ядерная геофизика).
- Сформулируйте для себя алгоритм внесения поправок: выявление необходимых поправок → расчет → внесение в данные → анализ результата.

3. Самоконтроль и подготовка к зачету

- Ответьте письменно на контрольные вопросы по каждой теме (см. список в методичке или рабочей тетради).
 - Решите тестовые задания и задачи, предложенные преподавателем или приведенные в учебных пособиях.
 - Подготовьте краткие пояснения по каждой поправке: зачем она нужна, как рассчитывается, что произойдет при ее игнорировании.
- Рекомендуемая литература
- Основные и дополнительные учебники по физике Земли, учебные пособия по гравиметрии, магнитной, сейсмической, электрической, радиационной и ядерной геофизике.
 - Методические указания к практическим и лабораторным работам по курсу.
 - Электронные ресурсы кафедры, презентации и тестовые задания, размещенные на образовательном портале.

Контроль выполнения

- Самостоятельная работа проверяется преподавателем по рабочей тетради/электронному документу.
- При подготовке к зачету студент должен быть готов объяснить основные виды поправок, привести примеры расчетов и ответить на контрольные вопросы по каждой теме курса.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Фронтально — в форме беседы с группой, когда вопросы задаются всей группе, а ответы даются по очереди или по желанию.

Индивидуально — каждый студент отвечает на один или несколько вопросов, давая развернутый, связный ответ, часто с примерами и пояснениями.

Комбинированно — сочетаются оба подхода, а также используются дополнительные методы (например, письменные карточки, рецензирование ответов товарищей)

Критерии оценивания.

полнота и правильность ответа;
 понимание и осознанность материала;
 логичность и последовательность изложения;
 корректность терминологии;
 способность отвечать на уточняющие вопросы

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.2	Владеет общими принципами основ геофизических методов исследования, способен применять методы анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования процессов профессиональной деятельности	устное собеседование по теоретическим вопросам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет сдается в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом и календарным учебным графиком.

Студенты допускаются к сдаче зачета по дисциплине при выполнении всех запланированных форм текущего контроля согласно рабочей программе дисциплины. На зачет студент должен явиться с зачетной книжкой. Зачет проводится в устной форме. Контрольные вопросы к зачету:

1. Каковы основные физические поля Земли, используемые в геофизике?
2. В чем заключается физическая природа гравитационного поля Земли?
3. Каковы источники магнитного поля Земли и его основные характеристики?
4. Каковы основные причины вариаций магнитного поля на поверхности Земли?
5. Что такое электрическое поле Земли и как оно регистрируется в геофизике?
6. Какие типы сейсмических волн существуют и каковы их физические основы?
7. Как формируется тепловое поле Земли и какие процессы влияют на его распределение?
8. Что такое радиационное поле Земли и каковы его источники?

9. Перечислите основные методы наземной гравиразведки.
10. Какие поправки необходимо вносить при обработке данных наземной гравиразведки и почему?
11. Как рассчитывается поправка за высоту в гравиметрии?
12. Что такое топографическая поправка и как она влияет на результаты гравиметрических измерений?
13. Как определяется и учитывается дрейф прибора в гравиметрии?
14. В чем заключается приливная поправка в гравиметрии?
15. Какие особенности регистрации магнитного поля с использованием БПЛА?
16. Какие поправки характерны для аэромагнитных работ?
17. Как учитываются суточные вариации магнитного поля при аэромагнитных съемках?
18. Каковы основные источники искусственных помех при аэромагнитных исследованиях?
19. Какие методы используются в наземной электроразведке?
20. Какие поправки необходимо учитывать при обработке данных электроразведки (ВЭЗ/ЭМЗ)?
21. Как рельеф местности влияет на результаты электроразведочных работ?
22. Почему важно учитывать контактное сопротивление электродов?
23. Как погодные и сезонные условия отражаются на данных электроразведки?
24. Какие основные поправки вносятся при обработке наземных сейсмических данных?
25. В чем суть статических поправок в сейсморазведке?
26. Как строится скоростная модель верхней части разреза для расчета статических поправок?
27. Каковы причины внесения динамических поправок в сейсморазведке?
28. Какие физические параметры определяются по сейсмограммам?
29. Каковы особенности регистрации радиационного поля при наземной радиометрии?
30. Какие поправки необходимы при обработке радиометрических данных?
31. Как сезонные и погодные условия влияют на результаты радиометрии?
32. Почему важна калибровка радиометрических приборов?
33. Какие методы ядерно-геофизических исследований применяются в скважинах?
34. Какие поправки вносятся при интерпретации данных ядерного каротажа?
35. Как диаметр и состояние стенок скважины влияют на результаты ядерных измерений?
36. Почему необходимо учитывать температуру и давление при скважинных исследованиях?
37. Какие основные этапы обработки геофизических данных?
38. Какова роль поправок в обеспечении достоверности геофизических интерпретаций?
39. Чем отличаются поправки, характерные для наземных, аэрогеофизических и скважинных методов?
40. Приведите пример, когда игнорирование поправок привело бы к ошибочной геологической интерпретации.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу его излагающему, который не	выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные

допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач;	ошибки, не может ответить на дополнительные вопросы
---	---

7 Основная учебная литература

1. Стогний Валерий Васильевич. Физика Земли : учеб. пособие [для вузов] / В. В. Стогний, Г. А. Стогний, 2000. - 190.
2. Турутанов Е. Х. Физика Земли: глубинное строение, сила тяжести и способы ее измерения : учебное пособие по направлению подготовки дипломированного специалиста 21.05.03 "Технология геологической разведки" / Е. Х. Турутанов, Ю. А. Давыденко, 2018. - 199.
3. Турутанов Е. Х. Физика Земли. Изостазия : учебное пособие / Е. Х. Турутанов, 2019. - 200.
4. Торосян П. Р. Физика земли и атмосферы : электронный курс / П. Р. Торосян, 2023

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Жарков В. Н. Физика Земли и планет. Фигуры и внутреннее строение / В. Н. Жарков, В. П. Трубицын, Л. В. Самсоненко, 1971. - 383.
2. Кузнецов Владимир Валерьевич. Физика Земли и Солнечной системы: Модели образования и эволюции / Владимир Валерьевич Кузнецов; отв. ред. А. С. Алексеев, 1990. - 215.
3. Стейси Ф. Д. Физика Земли / Ф. Д. Стейси, 1972. - 342.
4. Захаров В. С. Физика Земли : учебник / В. С. Захаров, В. Б. Смирнов, 2024. - 328.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

3. Компьютерный класс