

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент А.С. Егоров

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ
ДАННЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ***

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.03 Технология геологической разведки
Специализация:	Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых
Квалификация выпускника:	горный инженер - геофизик
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Сенчина Н. П.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Технологии получения, обработки и интерпретации данных потенциальных полей» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки», утвержденного приказом Минобрнауки России № 977 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки» специализация «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых».

Составитель _____ доцент Сенчина Н. П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры геофизики от 31.01.2022 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой _____ д.г.-м.н.,
доцент Егоров А.С.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины «Технологии получения, обработки и интерпретации данных потенциальных полей» – ознакомление студентов с принципами получения, обработки и интерпретации данных геофизических методов, использующих потенциальные поля (гравиразведка и магниторазведка) с тем, чтобы они могли правильно измерять, обрабатывать и интерпретировать результаты гравиразведочных и магниторазведочных наблюдений и применять их для решения конкретных геологических задач.

Задачами преподавания дисциплины являются формирование у студентов отчетливых представлений о физико-геологических основах методов потенциальных полей, круге решаемых с их помощью геологических задач, принципах измерения поля силы тяжести и магнитного поля, приобретение практических навыков в планировании и проведении полевых работ, в обработке и интерпретации полученных результатов, в том числе способах решения прямых и обратных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологии получения, обработки и интерпретации данных потенциальных полей» относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.03 Технология геологической разведки» и изучается в 9 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Технологии получения, обработки и интерпретации данных потенциальных полей» являются «Гравиразведка» и «Магниторазведка».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Технологии получения, обработки и интерпретации данных потенциальных полей» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность работать в специализированных ПО по обработке и интерпретации геофизических данных	ПКС-9	ПКС-9.1. Знать основные алгоритмы обработки электроразведочных, гравиметрических, магнитометрических и геохимических данных. ПКС-9.2. Уметь определять последовательность процедур обработки для каждого вида полевых геофизических исследований. ПКС-9.3. Владеть методикой разработки собственных алгоритмов решения прямых и обратных задач геофизики.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётных единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		9
Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	21	21
Подготовка к практическим занятиям	7	7
Подготовка к лабораторным занятиям	14	14
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	72
	зач. ед.	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Гравиразведочная и магниторазведочная аппаратура. Методика гравиметровой и магнитной съемок.»	20	4	-	9	7
Раздел 2 «Обработка данных грави- и магниторазведки»	19	4	-	8	7
Раздел 3 «Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий. Трансформация аномалий потенциальных полей»	16	4	9	-	3
Раздел 4 «Применение гравиразведки и магниторазведки при решении геологических задач»	17	5	8	-	4
Итого:	72	17	17	17	21

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1 «Гравиразведочная и магниторазведочная аппаратура. Методика гравиметровой и магнитной съемок»	Динамический и статический методы измерения силы тяжести и ее приращений. Гравиметры: основы конструкции, принцип действия, регулировка и настройка гравиметров. Основа конструкции, метрологические характеристики, правила эксплуатации феррозондовых, протонных и квантовых магнитометров. Виды гравиметрических и магнитных съемок.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2	Раздел 2 «Обработка данных грави- и магниторазведки»	Опорные сети разных классов. Способы их создания и увязки. Оценка погрешности опорной сети, созданной с использованием разных систем. Обоснование густоты сети и допустимой погрешности гравиметрической и магнитных съемок Методики съемок на рядовой сети.	4
3	Раздел 3 «Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий. Трансформация аномалий потенциальных полей»	Понятие о физико-математической и геологической интерпретации аномалий потенциальных полей. Плотность и намагниченность горных пород и руд. Эффективная плотность и намагниченность. Прямая и обратная задачи теории потенциала. Способы их решения для изолированных тел простой геометрической формы. Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий, созданных телами произвольной формы. Цели различных трансформаций гравитационных и магнитных аномалий. Методы относительного усиления региональных и локальных составляющих полей. Выбор оптимальных параметров трансформаций. Аналитическое продолжение гравитационного и магнитного полей в нижнее полупространство.	4
4	Раздел 4 «Применение гравиразведки и магниторазведки при решении геологических задач»	Изучение строения земной коры и поверхностей мантии. Тектоническое районирование и геологическое картирование щитов, платформ и геосинклинальных областей. Применение гравиразведки и магниторазведки при поисках месторождений рудных месторождений и углеводородов. Структурные задачи, решаемые при поисках и изучении рудных месторождений.	5
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 3	Расчет трансформант потенциальных полей для территорий, перспективных на руды, на нефтегазовые месторождения.	9
2	Раздел 4	Тектоническое районирование и геологическое картирование площадей с помощью потенциальных полей на примере циркумполярной Арктики.	8
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Работа с гравиметрами и магнитометрами в условиях, приближенных к полевым.	9
2	Раздел 2	Введение основных поправок в данные гравиметрии и магнитометрии.	8
Итого:			17

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне *дифференцированного зачета*) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1 «Гравиразведочная и магниторазведочная аппаратура. Методика гравиметровой и магнитной съемок»

1. Абсолютные и относительные способы измерения поля силы тяжести.
2. Принцип измерений гравиметра CG5
3. Геодезическое обеспечение гравиметровых и магнитометрических работ.
4. Оптико-механические, феррозондовые магнитометры. Принцип действия, преимущества и недостатки.
5. Протонные магнитометры, принцип действия, преимущества и недостатки
6. Квантовые магнитометры, принцип действия, преимущества и недостатки

Раздел 2 «Обработка данных грави- и магниторазведки»

1. Редукции Фая, Буге данных гравиметрии
2. Поправки за вариации в обработке данных магниторазведки
3. Определение оптимальной плотности промежуточного слоя
4. Поправка за рельеф в данных гравиметрии
5. Поправка за рельеф в данных магнитометрии

Раздел 3 «Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий. Трансформация аномалий потенциальных полей»

1. Принципы сопоставления геологических и геофизических данных.
2. Основные трансформации потенциальных полей
3. Вычисление вертикальной производной потенциального поля
4. Расчет трансформант в Surfer
5. Анализ спектров гравитационного и магнитного полей

Раздел 4 «Применение гравиразведки и магниторазведки при решении геологических задач»

1. Этапы и стадии работ на твердые полезные ископаемые и углеводороды.
2. Место гравиразведки и магниторазведки в комплексе региональных исследований
3. Возможности гравиразведки и магниторазведки при поисках месторождений железа.
4. Возможности гравиразведки и магниторазведки при поисках месторождений углеводородов
5. Возможности гравиразведки и магниторазведки при поиске рудных месторождений

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифференцированному зачету по дисциплине:

1. Источники магнитного поля. Напряженность, магнитная индукция, намагниченность — связи между этими величинами
2. Связь между гравитационным и магнитным потенциалами.
3. Аномалия Буге
4. Уравнения Лапласа и Пуассона
5. Абсолютные и относительные способы измерения поля силы тяжести.
6. Геодезическое обеспечение гравиметровых и магнитометрических работ.
7. Феррозондовые магнитометры, принцип действия, преимущества и недостатки.
8. Плотность и намагниченность интрузивных пород.
9. Плотность и намагниченность осадочных горных пород.
10. Прямая и обратная задачи теории потенциальных полей.
11. Геофизическая и геологическая интерпретации.
12. Принципы сопоставления геологических и геофизических данных.
13. Выделение региональной и локальной составляющих поля.
14. Пересчет поля в верхнее полупространство.
15. Автокорреляционная функция и ее применение при выборе фильтров
16. Аналитическое продолжение поля в нижнее полупространство
17. Теорема Гаусса - Остроградского.
18. Неоднозначность решения обратной задачи. Принцип эквивалентности
19. Рудные и структурные задачи.
20. Поле горизонтального цилиндра и антиклинальной структуры в форме конхоиды Слюза
21. Этапы и стадии работ на твердые полезные ископаемые и углеводороды.
22. Место гравиразведки и магниторазведки в комплексе региональных исследований
23. Возможности гравиразведки и магниторазведки при поисках месторождений полиметаллических руд
24. Возможности гравиразведки и магниторазведки при поисках кимберлитов.
25. Возможности гравиразведки и магниторазведки при поисках месторождений угля.
26. Возможности гравиразведки и магниторазведки при прогнозе зон нефтегазоаккумуляции
27. Возможности гравиразведки и магниторазведки при поисках месторождений углеводородов.
28. Возможности гравиразведки и магниторазведки при картировании карстовых полостей.
29. Возможности гравиразведки и магниторазведки при картировании россыпей.
30. Роль гравиразведки и магниторазведки при поисках погребенных речных долин.

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

Вариант №1

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Что понимается под термином «рейс» в гравиметрических съемках?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совокупность наблюдений по одной линии профиля от его начальной до конечной точки; 2. Совокупность последовательных наблюдений, объединенных общим учетом смещения «нуль-пункта»; 3. Совокупность последовательных наблюдений по всей площади съемки; 4. Совокупность последовательных наблюдений одного рабочего дня;
2	В чем заключается смысл уравнивания опорной сети?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распределение невязки по пунктам опорной сети; 2. Уменьшение влияния погрешностей наблюдений; 3. Исключение зависимости наблюдений от длительности рейса; 4. Исключение зависимости отсчетов от смещения нуль –пункта гравиметра; 5. Повышение точности единичных наблюдений.
3	Какими действиями обеспечивается учет «смещения нуль-пункта» гравиметра?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возвратом в конце рейса на исходный опорный пункт. 2. Выполнение нескольких рейсов на полигоне с известными значениями поля в начале сезона; 3. Юстировкой уровней; 4. Большой тщательностью выполнения отсчетов.
4	В чем заключается главное достоинство астазирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Постоянная чувствительность в широком диапазоне измерений; 2. Очень высокая чувствительность, но на очень узком диапазоне измерений; 3. Температурная компенсация измерений; 4. Барометрическая компенсация измерений;
5	С какой целью проводятся контрольные наблюдения гравиметрических съемок и в каких объемах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышение точности съемок – 100% от общего числа пунктов 2. Исключение зависимости отсчетов от температуры – до 50% от общего числа пунктов 3. Вычисление средней квадратической ошибки единичных измерений – 5-10% от общего числа пунктов, но не меньше 50 4. Учет смещения «нуль-пункта» остальных пунктов рядовой сети – около 20 % от общего числа пунктов
6	При какой наибольшей площади участка (в кв. км) можно проводить гравиметрические наблюдения в условном уровне без привязки к государственной сети?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10 кв. км 2. 25 кв. км 3. 40 кв. км 4. 70 кв. км
7	В чем заключается физи-	1. Введение этой поправки изменяет наблюденное

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
	<p>ческий смысл введения поправки «за окружающий рельеф»?</p>	<p>значение силы тяжести таким образом, как если бы измерения были проведены на горизонтальной плоскости (учет влияния рельефа местности)</p> <p>2. Пересчет наблюденных значений силы тяжести на поверхность геоида из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью располагаются массы с плотностью 2.3 или 2.67 г/см³</p> <p>3. Пересчет наблюденных значений силы тяжести на любую уровенную поверхность из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью массы отсутствуют</p> <p>4. Пересчет наблюденных значений силы тяжести на любую уровенную поверхность из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью располагаются массы с плотностью 2.3 или 2.67 г/см³</p>
8	<p>Какой знак имеет поправка за влияния окружающего точку гравиметровых наблюдений рельефа местности?</p>	<p>1. Положительный</p> <p>2. Отрицательный</p> <p>3. Как положительный, так и отрицательный</p> <p>4. Определяется изменениями характера рельефа местности</p>
9	<p>Каким устройством создается астазирование упругой системы?</p>	<p>1. Нитью подвеса</p> <p>2. Рычагом с грузом</p> <p>3. Главной пружиной</p> <p>4. Температурным компенсатором</p>
10	<p>Какой метод позволяет определить ускорение свободного падения при различных периодах колебания оборотного маятника?</p>	<p>1. Ньютона</p> <p>2. Бесселя.</p> <p>3. Гаусса.</p> <p>4. Фурье.</p>
11	<p>Какая поправка не учитывается при проведении высокоточных измерений поля силы тяжести современными гравиметрами?</p>	<p>1. Изменение плотности воздуха</p> <p>2. Фая, Буге и влияние рельефа</p> <p>3. Лунно-солнечные вариации</p> <p>4. Изменение температуры воздуха</p>
12	<p>Фактор (число) Кенигсберга – это...</p>	<p>1. Отношение амплитуды горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля к вертикальной;</p> <p>2. Отношение остаточной намагниченности породы к индуктивной;</p> <p>3. Отношение индуктивной намагниченности к остаточной;</p> <p>4. Отношение амплитуды полного вектора индукции магнитного поля к вертикальной составляющей.</p>
13	<p>Сколько экстремумов (максимумов и минимумов) имеет поле ΔT пласта, ограниченного по паде-</p>	<p>1. 1 экстремум.</p> <p>2. 2 экстремума.</p> <p>3. 3 экстремума.</p> <p>4. 4 экстремумов.</p>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
	нию, при произвольном направлении намагниченности?	
14	Сколько экстремумов имеет поле ΔT безграничного пласта малой мощности намагниченного по падению?	1. 1 экстремум. 2. 2 экстремума. 3. 3 экстремума. 4. 4 экстремума.
15	Какие осадочные породы обладают большей магнитной восприимчивостью?	1. Карбонатные. 2. Сульфатные. 3. Терригенные. 4. Галогеновые.
16	Вариации, каких параметров намагниченного пласта, приводят к изменению соотношения минимума к максимуму магнитных аномалий ΔT ?	1. Глубины залегания верхней кромки. 2. Глубины залегания нижней кромки. 3. Угла между направлениями падения пласта и вектора намагниченности. 4. Величины намагниченности.
17	Какой тип магнитометров оптимален при исследованиях на движущемся основании?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические
18	Какой тип магнитометров основан на измерении частоты прецессии магнитного момента протонов?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические
19	К какому типу относится магнитометр Тиберг-Талена?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические
20	Какой из типов магнитометров обладает наименьшей чувствительностью?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. на эффекте Оверхаузера

Вариант №2

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какой тип магнитометров оптимален при исследованиях на движущемся основании?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические
2	Какой тип магнитометров основан на измерении частоты прецессии магнитного момента протонов?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические
3	К какому типу относится магнитометр Тиберг-Талена?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
4	Какие осадочные породы обладают большей магнитной восприимчивостью?	1. Карбонатные. 2. Сульфатные. 3. Терригенные. 4. Галогеновые.
5	Вариации, каких параметров намагниченного пласта, приводят к изменению соотношения минимума к максимуму магнитных аномалий ΔT ?	1. Глубины залегания верхней кромки. 2. Глубины залегания нижней кромки. 3. Угла между направлениями падения пласта и вектора намагниченности. 4. Величины намагниченности.
6	Фактор (число) Кенигсберга – это...	1. Отношение амплитуды горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля к вертикальной; 2. Отношение остаточной намагниченности породы к индуктивной; 3. Отношение индуктивной намагниченности к остаточной; 4. Отношение амплитуды полного вектора индукции магнитного поля к вертикальной составляющей.
7	Сколько экстремумов (максимумов и минимумов) имеет поле ΔT пласта, ограниченного по падению, при произвольном направлении намагниченности?	1. 1 экстремум. 2. 2 экстремума. 3. 3 экстремума. 4. 4 экстремумов.
8	Сколько экстремумов имеет поле ΔT безграничного пласта малой мощности намагниченного по падению?	1. 1 экстремум. 2. 2 экстремума. 3. 3 экстремума. 4. 4 экстремума.
9	Что понимается под термином «рейс» в гравиметрических съемках?	1. Совокупность наблюдений по одной линии профиля от его начальной до конечной точки; 2. Совокупность последовательных наблюдений, объединенных общим учетом смещения «нуль-пункта»; 3. Совокупность последовательных наблюдений по всей площади съемки; 4. Совокупность последовательных наблюдений одного рабочего дня;
10	В чем заключается смысл уравнивания опорной сети?	1. Распределение невязки по пунктам опорной сети; 2. Уменьшение влияния погрешностей наблюдений; 3. Исключение зависимости наблюдений от длительности рейса; 4. Исключение зависимости отсчетов от смещения нуль –пункта гравиметра; 5. Повышение точности единичных наблюдений.
11	Какими действиями обеспечивается учет «смещения нуль-пункта» грави-	1. Возвратом в конце рейса на исходный опорный пункт. 2. Выполнением нескольких рейсов на полигоне с из-

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
	метра?	вестными значениями поля в начале сезона; 3. Юстировкой уровней; 4. Большой тщательностью выполнения отсчетов.
12	В чем заключается главное достоинство астазирования?	1. Постоянная чувствительность в широком диапазоне измерений; 2. Очень высокая чувствительность, но на очень узком диапазоне измерений; 3. Температурная компенсация измерений; 4. Барометрическая компенсация измерений;
13	С какой целью проводятся контрольные наблюдения гравиметрических съемок и в каких объемах?	1. Повышение точности съемок – 100% от общего числа пунктов 2. Исключение зависимости отсчетов от температуры – до 50% от общего числа пунктов 3. Вычисление средней квадратической ошибки единичных измерений – 5-10% от общего числа пунктов, но не меньше 50 4. Учет смещения «нуль-пункта» остальных пунктов рядовой сети – около 20 % от общего числа пунктов
14	При какой наибольшей площади участка (в кв. км) можно проводить гравиметрические наблюдения в условном уровне без привязки к государственной сети?	1. 10 кв. км 2. 25 кв. км 3. 40 кв. км 4. 70 кв. км
15	В чем заключается физический смысл введения поправки «за окружающий рельеф»?	1. Введение этой поправки изменяет наблюдаемое значение силы тяжести таким образом, как если бы измерения были проведены на горизонтальной плоскости (учет влияния рельефа местности) 2. Пересчет наблюдаемых значений силы тяжести на поверхность геоида из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью располагаются массы с плотностью 2.3 или 2.67 г/см ³ 3. Пересчет наблюдаемых значений силы тяжести на любую уровенную поверхность из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью массы отсутствуют 4. Пересчет наблюдаемых значений силы тяжести на любую уровенную поверхность из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью располагаются массы с плотностью 2.3 или 2.67 г/см ³
16	Какой знак имеет поправка за влияния окружающей точку гравиметрических наблюдений рельефа местности?	1. Положительный 2. Отрицательный 3. Как положительный, так и отрицательный 4. Определяется изменениями характера рельефа местности
17	Каким устройством создается астазирование упругой системы?	1. Нитью подвеса 2. Рычагом с грузом 3. Главной пружиной

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
		4. Температурным компенсатором
18	Какой метод позволяет определить ускорение свободного падения при различных периодах колебания оборотного маятника?	1. Ньютона 2. Бесселя. 3. Гаусса. 4. Фурье.
19	Какая поправка не учитывается при проведении высокоточных измерений поля силы тяжести современными гравиметрами?	1. Изменение плотности воздуха 2. Фая, Буге и влияние рельефа 3. Лунно-солнечные вариации 4. Изменение температуры воздуха
20	Какой из типов магнитометров обладает наименьшей чувствительностью?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. на эффекте Оверхаузера

Вариант №3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Фактор (число) Кенигсбергера – это...	1. Отношение амплитуды горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля к вертикальной; 2. Отношение остаточной намагниченности породы к индуктивной; 3. Отношение индуктивной намагниченности к остаточной; 4. Отношение амплитуды полного вектора индукции магнитного поля к вертикальной составляющей.
2	Сколько экстремумов (максимумов и минимумов) имеет поле ΔT пласта, ограниченного по падению, при произвольном направлении намагниченности?	1 экстремум. 2 экстремума. 3 экстремума. 4 экстремумов.
3	Сколько экстремумов имеет поле ΔT безграничного пласта малой мощности намагниченного по падению?	1 экстремум. 2 экстремума. 3 экстремума. 4 экстремума.
4	Что понимается под термином «рейс» в гравиметрических съемках?	1. Совокупность наблюдений по одной линии профиля от его начальной до конечной точки; 2. Совокупность последовательных наблюдений, объединенных общим учетом смещения «нуль-пункта»; 3. Совокупность последовательных наблюдений по всей площади съемки; 4. Совокупность последовательных наблюдений одного рабочего дня;

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
5	В чем заключается смысл уравнивания опорной сети?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распределение невязки по пунктам опорной сети; 2. Уменьшение влияния погрешностей наблюдений; 3. Исключение зависимости наблюдений от длительности рейса; 4. Исключение зависимости отсчетов от смещения нуля –пункта гравиметра; 5. Повышение точности единичных наблюдений.
6	Какими действиями обеспечивается учет «смещения нуля-пункта» гравиметра?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возвратом в конце рейса на исходный опорный пункт. 2. Выполнение нескольких рейсов на полигоне с известными значениями поля в начале сезона; 3. Юстировкой уровней; 4. Большей тщательностью выполнения отсчетов.
7	В чем заключается главное достоинство астазирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Постоянная чувствительность в широком диапазоне измерений; 2. Очень высокая чувствительность, но на очень узком диапазоне измерений; 3. Температурная компенсация измерений; 4. Барометрическая компенсация измерений;
8	С какой целью проводятся контрольные наблюдения гравиметрических съемок и в каких объемах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышение точности съемок – 100% от общего числа пунктов 2. Исключение зависимости отсчетов от температуры – до 50% от общего числа пунктов 3. Вычисление средней квадратической ошибки единичных измерений – 5-10% от общего числа пунктов, но не меньше 50 4. Учет смещения «нуль-пункта» остальных пунктов рядовой сети – около 20 % от общего числа пунктов
9	При какой наибольшей площади участка (в кв. км) можно проводить гравиразведочные наблюдения в условном уровне без привязки к государственной сети?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10 кв. км 2. 25 кв. км 3. 40 кв. км 4. 70 кв. км
10	В чем заключается физический смысл введения поправки «за окружающий рельеф»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение этой поправки изменяет наблюдаемое значение силы тяжести таким образом, как если бы измерения были проведены на горизонтальной плоскости (учет влияния рельефа местности) 2. Пересчет наблюдаемых значений силы тяжести на поверхность геоида из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью располагаются массы с плотностью 2.3 или 2.67 г/см³ 3. Пересчет наблюдаемых значений силы тяжести на любую уровенную поверхность из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью массы отсутствуют

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
		4. Пересчет наблюдаемых значений силы тяжести на любую уровенную поверхность из предположения, что между точкой наблюдения и расчетной поверхностью располагаются массы с плотностью 2.3 или 2.67 г/см ³
11	Какой знак имеет поправка за влияния окружающего точку гравиметровых наблюдений рельефа местности?	1. Положительный 2. Отрицательный 3. Как положительный, так и отрицательный 4. Определяется изменениями характера рельефа местности
12	Каким устройством создается астазирование упругой системы?	1. Нитью подвеса 2. Рычагом с грузом 3. Главной пружиной 4. Температурным компенсатором
13	Какой метод позволяет определить ускорение свободного падения при различных периодах колебания оборотного маятника?	1. Ньютона 2. Бесселя. 3. Гаусса. 4. Фурье.
14	Какая поправка не учитывается при проведении высокоточных измерений поля силы тяжести современными гравиметрами?	1. Изменение плотности воздуха 2. Фая, Буге и влияние рельефа 3. Лунно-солнечные вариации 4. Изменение температуры воздуха
15	Какие осадочные породы обладают большей магнитной восприимчивостью?	1. Карбонатные. 2. Сульфатные. 3. Терригенные. 4. Галогеновые.
16	Вариации, каких параметров намагниченного пласта, приводят к изменению соотношения минимума к максимуму магнитных аномалий ΔT ?	1. Глубины залегания верхней кромки. 2. Глубины залегания нижней кромки. 3. Угла между направлениями падения пласта и вектора намагниченности. 4. Величины намагниченности.
17	Какой тип магнитометров оптимален при исследованиях на движущемся основании?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические
18	Какой тип магнитометров основан на измерении частоты прецессии магнитного момента протонов?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические
19	К какому типу относится магнитометр Тибберг-Талена?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. Оптико-механические
20	Какой из типов магнитометров обладает наименьшей чувствительностью?	1. Протонные 2. Квантовые 3. Феррозондовые 4. на эффекте Оверхаузера

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, практических и лабораторных занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Балк П.И. Долгаль А. С.. Аддитивные методы решения обратных задач гравиразведки и магнито-разведки, Москва: Научный мир, 2020. - 455 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01010550784>.
2. Киселев Д. С., Гриф А. М., Персова М. Г., Соловейчик Ю. Г. Обработка данных магнито-разведки. Обратные задачи и машинное обучение: учебное пособие; Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2021. – 73 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01011006476>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Конешов В. Н. Аппаратура и технологии гравиразведки и магнито-разведки: авиационные и морские гравиметры: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Технология геологической разведки Пермь: ПГНИУ, 2021. - 107 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01010736776>.

2. Персова М.Г. Современные компьютерные технологии: Конспект лекций/ Персова М.Г., Соловейчик Ю.Г., Домников П.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=45025> .— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР»

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Егоров А.С. Геофизические методы поисков и разведки месторождений [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Егоров А.С., Глазунов В.В., Сысоев А.П.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2016.— 276 с.
<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71693>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"-
<http://www.geoinform.ru>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.ru/cgibin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ)
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоنت»».
<http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитория для проведения лекционных занятий.

65 посадочных мест. Стол Canvago ASSMANN (Тип 1,2). – 14 шт., стул 7874 A2S оранжевый цвет – 65 шт., кресло 9335 A2S цвет натуральное дерево светлое – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., трибуна – 1 шт., плакаты в рамках – 4 шт., мобильный интерактивный комплекс – 1 шт..

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

25 посадочных мест. Стол Canvago ASSMANN (Тип 1,2). – 6 шт., стул 7874 A2S зелёный цвет – 25 шт., кресло 9335 A2S цвет натуральное дерево светлое – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., трибуна – 1 шт., плакаты в рамках – 5 шт., мобильный мультимедийный комплекс – 1 шт..

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

25 посадочных мест. Стол Canvaro ASSMANN (Тип 1,2). – 6 шт., стул 7874 A2S зелёный цвет – 25 шт., кресло 9335 A2S цвет натуральное дерево светлое – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., трибуна – 1 шт., плакаты в рамках – 5 шт., мобильный мультимедийный комплекс – 1 шт.

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий

16 посадочных мест. Стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN - 9 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., кресло 9335 A2S – 17 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., шкафчик для раздевалки «Экспресс 5» с замками – 5шт., монитор Dell 23 Monitor - S2319H – 17 шт., рабочая станция Precision 3630 Tower CTO BASE – 8 шт., системный блок OPTIPLEX 7060 Tower XCTO – 9 шт., лазерный принтер A4 Xerox Phaser 3610DN – 1 шт., огнетушитель ОУ-3 – 1 шт., плакаты в рамках – 4 шт.

16 посадочных мест. Стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN - 9 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN Тип 1 – 1 шт., кресло 9335 A2S – 17 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000 – 1 шт., шкафчик для раздевалки «Экспресс 5» - 5 шт., моноблок Dell OptiPlex 5490 All-in-One -17 шт., лазерный принтер Xerox Phaser 361 0DN – 1 шт., огнетушитель ОУ-3 – 1 шт., плакаты в рамках – 4 шт.

20 посадочных мест. Стол пристенный ЛАБ-PRO 120.80.90 – 4 шт., стол островной ЛАБ-PRO 180.150.90 – 4 шт., стол лабораторный рабочий ЛАБ-PRO СЛн 90.65.75 LA – 1 шт., шкаф для хранения реактивов ЛАБ-PRO ШМР 90.50.193 – 1 шт., компьютерное кресло 7875 A2S – 20 шт., стеллаж модульный Allvia ASSMANN – 2 шт., шкафчик для раздевалки – 20 шт., стол для весов антивибрационный.

Приборы и оборудование: Духканальный телеметрический измеритель "Импульс Д13" – 1 шт., комплект электроразведочной аппаратуры (метод сопротивления) – 1 шт., электроразведочная коса ERA-Multimax—1 шт., станция Электроразведочная "ERA-MAX" – 1 шт., Прибор геофизический "ERA-TEST" – 1шт., протонный магнитометр ММПГ-1 – 1 шт., протонный магнитометр МИНИМАГ – 1 шт., протонный магнитометр G-856АХ – 2 шт., регистратор учебный "Карат" – 1 шт., весы портативные EW-600G – 2 шт., инклинометр ИММН 42-120/60 "ЗТС" магнитоэлектрический непрерывный – 1 шт., прибор спектрометрического гамма каротажа с переносным калибровочным устройством ЦГС-1 – 1 шт., станция Каротажная станция-подъемник с электроприводом на базе автомобиля "Газель" В 198 МС 98 RUS со скважинными приборами – 1 шт., телеметрическая сейморазведочная станция ТЕЛСС-3 – 1 шт., георадар "Око-2" – 2 шт., комплект антенн рупорных, бесконтактных для георадара ОКО-2 из 2-х шт – 1 комп., спектрометр - гамма с матобеспечением МКС-АТ6101Д -1 шт., аппаратный комплекс петрофизических исследований горных пород – 1 шт., измеритель магнитной восприимчивости (ПИМВ-М-2 шт., SM30-2 шт.) – 1 комп., прибор геологоразведочный сцинтиляционный СПР-97 – 2 шт., магнитная мешалка ПЭ-6100 – 2 шт., электролитический ключ 1Е5.184.412 – 5 шт., штатив ШЛ-96 комплект базовый – 2 шт., видеорегистратор учебный "Карат" авизо -1шт., детектор бета-излучения с блоками интерпритации для проведения работ по радиометрии МКГБ-01Б – 1 шт., сейморазведочная станция "Лакколит Х-М2" – 1 шт., станция электроразведочная "Импульс-Д" – 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

30 посадочных мест. Стол – 6 шт., стул – 30 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием – 1 шт., трибуна – 1 шт., мобильный мультимедийный комплекс – 1 шт.

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

34 посадочных места. Стол – 8 шт., стул – 34 шт., доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием – 1 шт., трибуна – 1 шт., мобильный мультимедийный комплекс – 1 шт.

Программное обеспечение: Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows. Доступ к сети Интернет.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

– Операционная система Microsoft Office 2007, Kaspersky Endpoint Security для Windows, доступ к сети Интернет.

– Программный продукт «КОСКАД 3D» (компьютерная технология статистического и спектрально-корреляционного анализа данных) Д № 34/06 от 15.06.2006 ООО «РЕСУРС» на 5 рабочих мест.

– Система томографической обработки сейсмических материалов «Х-Томо» ГК № 11/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Икс-ГЕО» 6 лицензионных ключей на 6 рабочих мест.

– Система обработки и интерпретации геоэлектрических данных (метод сопротивления и ВП) в 2-х мерном и 3-х мерном вариантах RES2DINV/RES3DINV ГК № 10/06-И-О от 15.08.2006 1 лицензионный ключ.

– Пакет программ для интерпретации данных ВЭЗ и ВП и расчёта геоэлектрических разрезов и полей ГК № 9/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Геоскан-М» 1 лицензионный ключ на 6 рабочих мест.

– Программное обеспечение для обработки георадарных данных RadExplorer ГК № 8/06-И-О от 15.08.2006 ООО «Деко-Геофизика» 1 лицензионный ключ на 6 рабочих мест.

– Программное обеспечение 2-у мерной и 3-х мерной интерпретации геофиз. полей, моделирования и визуализации геолог. данных в 1-о, 2-х и 3х мерном пространствах ГК № 338-05/11 от 16.05.2011 ООО «ЭСТИ МАП» Серверная плавающая уч. лицензия на 12 пользователей 5 коммерческих лицензий.

– Пакет программ обработки и интерпретации электроразведочных данных в 2D и 3D версиях ГК № 427-04/11 от 22.04.2011 ООО «ГеоГет» 12 лицензионных ключей для уч. целей на 12 рабочих мест, 2 лицензионных ключа для коммер-х целей.

– Пакет программ для специализированной обработки геофизических полей и задач геологического и прогнозно-минерагенического анализа комплекса геолого-геофизических данных («ГИС-ИНТЕГРО-ГЕОФИЗИКА») ГК № 697-08/11 от 09.08.2011 ФГУП ГНЦ РФ «ВНИИГеосистем» 12 лицензионных ключей на 12 рабочих мест.

– ПМО EM-Data Processor для обработки и 1D инверсий ПО Gintel.

– Система обработки инженерных сейсмических данных МПВ, ОГТ, ВСП, RadExProPlus Advanced ГК № 428-04/11 от 28.04.2011 ООО «Деко-сервис;» 1 лицензионный ключ на 12 рабочих мест.