

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

Структурное подразделение «Сибирская школа геонаук (119)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании ДЮТ
Протокол №40 от 13 мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«БЕСПИЛОТНАЯ АЭРОГЕОФИЗИКА»

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: 08.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Ланько Анна Викторовна Дата подписания: 18.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Паршин Александр Вадимович Дата подписания: 18.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Беспилотная аэрогеофизика» 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-2.6
ПК-4 Способен внедрять технологические процессы полевых геофизических работ и корректировать эти процессы в зависимости от поставленных геологических и технологических задач; Оценивать риски внедрения научно-технических достижений и передового опыта	ПК-4.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.6	Демонстрирует навыки разработки методик оптимизации проведения геолого-геофизических работ с применением беспилотной аэрогеофизики	Знать методы сбора геофизических данных с БПЛА, их обработку и применение в разведке месторождений полезных ископаемых Уметь разрабатывать методики оптимизации геолого-геофизических работ с использованием беспилотной аэрогеофизики Владеть навыками применения программного обеспечения и оборудования БПЛА для оптимизации геофизических исследований
ПК-4.2	Способен разрабатывать и внедрять методики полевых геофизических работ с помощью беспилотной аэрогеофизики	Знать принципы и методы беспилотной аэрогеофизики для полевых геофизических работ Уметь разрабатывать и внедрять методики полевых геофизических работ с использованием беспилотной аэрогеофизики Владеть навыками применения оборудования БПЛА и программного обеспечения для проведения и анализа геофизических исследований

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Беспилотная аэрогеофизика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Радиометрия и ядерная геофизика», «Электроразведка», «Гравимагниторазведка»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Комплексирование геофизических методов при поиске и разведке МПИ»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
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)	76	76
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 № 7

№ 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. Введение в беспилотную аэрогеофизику и её роль в геологоразведке.	1	2			1	2	3	5	Устный опрос
2	2. Основы аэронавигации. Навигационное обеспечение и планирование аэрогеофизических работ с БПЛА.	2	2			2	2	5	5	Устный опрос
3	3. Геофизические датчики и их интеграция с БПЛА.	3	2			3	2	1	10	Устный опрос

	Аэромагнитная съёмка и аэрогамма-спектрометрия с применением БПЛА.									
4	4. Планирование аэрогеофизических съёмок.	4	2			4	2	3	10	Устный опрос
5	5. Полевые методы беспилотной аэрогеофизики. Аэроэлектроразведка и аэрогравиметрия с использованием БПЛА. Тепловая инфракрасная аэросъёмка и атмогеохимические методы на БПЛА.	5	2			5	2	5	6	Устный опрос
6	6. Полевые методы и безопасность выполнения аэрогеофизических работ с БПЛА.	6	2			6	2	1, 2	20	Устный опрос
7	7. Обработка аэрогеофизических данных, полученных с БПЛА.	7	2			7	2	2, 5	15	Устный опрос
8	8. Интерпретация и оптимизация аэрогеофизических работ с использованием БПЛА. Правовые основы использования беспилотных летательных аппаратов.	8	2			8	2	4	5	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				16		76	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	1. Введение в беспилотную аэрогеофизику и её роль в геологоразведке.	Современная аэрогеофизика с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), отличие от пилотируемой съёмки, место в комплексе геологоразведочных работ, задачи поиска и разведки месторождений полезных

		ископаемых, ограничения БПЛА (масса, высота, энергопотребление).
2	2. Основы аэронавигации. Навигационное обеспечение и планирование аэрогеофизических работ с БПЛА.	Основы аэродинамики, динамика полета и летно-технические характеристики БПЛА, основы аэродинамики беспилотных летательных аппаратов, основные конструкции БПЛА. Виды картографических проекций, спутниковые системы (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo), способы привязки данных, маршрутизация полётов БПЛА с учётом рельефа, метеоусловий и зон ограничений, правовые основы РФ.
3	3. Геофизические датчики и их интеграция с БПЛА. Аэромагнитная съёмка и аэрогамма-спектрометрия с применением БПЛА.	Классификация геофизических датчиков (магнитометры, гравиметры, электромагнитные, радиолокаторы) для аэрогеофизики, принципы установки на БПЛА, калибровка и учет вибраций в разведке месторождений полезных ископаемых. Преимущества и недостатки аэромагнитной и аэрогамма-спектрометрической съёмки на БПЛА, современная аппаратура малой массы (магнитометры, сцинтилляционные детекторы), методика съёмок, влияние вибраций и работы двигателей, основные этапы обработки данных.
4	4. Планирование аэрогеофизических съёмок.	Методики маршрутизации полетов БПЛА с учетом метеоусловий и рельефа, оптимизация траекторий для геофизических методов
5	5. Полевые методы беспилотной аэрогеофизики. Аэроэлектроразведка и аэрогравиметрия с использованием БПЛА. Тепловая инфракрасная аэросъёмка и атмогеохимические методы на БПЛА.	Технологии проведения полевых съёмок (магнито-, грави-, электромагнитная разведка), учет внешних факторов и меры безопасности в недропользовании. Методы дистанционной электроразведки (ДИП-А, Time Domain) и аэрогравиметрии на базе БПЛА, особенности аппаратно-программных комплексов, требования к устойчивости и точности позиционирования, методика полевых работ, основы обработки данных. Принципы регистрации инфракрасного излучения, аэрозольная и газовая съёмка с БПЛА, аппаратура для экологического мониторинга, особенности низковысотной съёмки (высокое пространственное разрешение), основные подходы к обработке данных.
6	6. Полевые методы и безопасность выполнения аэрогеофизических работ с БПЛА.	Организация комплексных аэрогеофизических съёмок с БПЛА, наземное обеспечение полётов, требования охраны труда и техники безопасности, опасные метеорологические явления для БПЛА, основные требования нормативных документов РФ по эксплуатации БПЛА.
7	7. Обработка аэрогеофизических данных, полученных с БПЛА.	Алгоритмы фильтрации, геореференцирования и расчёта погрешностей для плотных сетей наблюдений, полученных с БПЛА, использование специализированного программного обеспечения

		и языков программирования (например, Python) для обработки аэромагнитных и аэрогамма-спектрометрических данных.
8	8. Интерпретация и оптимизация аэрогеофизических работ с использованием БПЛА. Правовые основы использования беспилотных летательных аппаратов.	Методология комплексной интерпретации данных (аэромагнитная, аэрогамма-спектрометрическая, инфракрасная и атмогеохимическая съёмка), автоматизация интерпретационных процедур, использование БПЛА в целевых технологиях разведки и мониторинга, разработка методик оптимизации полевых геофизических работ с применением БПЛА. Правовые основы использования беспилотного воздушного судна, требования охраны труда и техники безопасности.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Практическая работа №1. Моделирование динамики полета БПЛА с расчетом летно-технических характеристик.	2
2	Практическая работа №2. Планирование маршрута БПЛА в ГИС-системе для аэрогеофизической съёмки с привязкой по спутниковой навигации.	2
3	Практическая работа №3. Монтаж магнитометра на БПЛА, калибровка и пробный полёт с первичной обработкой профилей.	2
4	Практическая работа №4. Тестирование электроразведочного или гравиметрического датчика на БПЛА и оценка погрешностей измерений.	2
5	Практическая работа №5. Обработка инфракрасных данных с БПЛА: геопривязка изображений и выделение аномальных участков.	2
6	Практическая работа №6. Обработка данных аэромагнитной съёмки с БПЛА: увязка профилей, фильтрация и построение аномального поля.	2
7	Практическая работа №7. Обработка аэрогамма-спектрометрических данных с БПЛА: введение поправок и оценка погрешностей.	2
8	Практическая работа №8. Комплексная интерпретация данных аэрогеофизических	2

	наблюдений с БПЛА для учебной модели месторождения	
--	--	--

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	20
2	Подготовка к зачёту	20
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	15
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	5
5	Проработка разделов теоретического материала	16

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: работа в малых группах

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

Практическая работа №1. Моделирование динамики полета БПЛА с расчетом летно-технических характеристик

Цель работы: Освоить методы моделирования динамики полета беспилотного летательного аппарата и расчета его летно-технических характеристик для задач аэрогеофизических исследований.

Краткий теоретический словарь: Летно-технические характеристики (ЛТХ) — максимальная скорость, дальность полета, продолжительность, потолок; аэродинамические силы — подъемная сила, сопротивление; уравнение Бернулли — связь давления, скорости и высоты потока; устойчивость — способность возврата к равновесию после возмущения; управляемость — возможность изменения траектории.

Ход выполнения работы:

1. Запустите ПО моделирования (например, X-Plane, MATLAB Simulink или Python с библиотекой PyFlightDyn).
2. Выберите модель БПЛА (квадрокоптер или самолетного типа) и введите параметры: размах крыла, площадь несущей поверхности, масса, коэффициенты подъемной силы и сопротивления.
3. Рассчитайте ЛТХ: максимальную скорость по формуле $V_{max} = \sqrt{\frac{2P}{\rho S C_D}}$, дальность по Бреге, продолжительность по емкости батареи.
4. Проведите моделирование взлета, горизонтального полета и разворота: задайте начальные условия (скорость 15 м/с, высота 50 м), проанализируйте траекторию и отклонения.
5. Постройте графики зависимости подъемной силы от угла атаки и устойчивости по скорости. Сохраните отчет с расчетами и графиками.

Ожидаемый результат: Отчет с расчетами ЛТХ, графиками динамики полета и выводами о пригодности БПЛА для геофизических съемок.

Контрольные вопросы:

1. Что определяет максимальную дальность полета БПЛА?
2. Как уравнение Бернулли влияет на расчет подъемной силы?
3. В чем разница между устойчивостью и управляемостью?
4. Какие ЛТХ критичны для аэрогеофизических работ?
5. Как масса полезной нагрузки влияет на потолок полета?

Практическая работа №2. Планирование маршрута БПЛА в ГИС-системе для аэрогеофизической съёмки с привязкой по спутниковой навигации

Цель работы: Научиться планировать оптимальный маршрут полета БПЛА в ГИС с учетом рельефа, зон ограничений и спутниковой навигации для аэрогеофизических съемок.

Краткий теоретический словарь: Картографические проекции — способы изображения Земли (Гаусс-Крюгер, UTM); спутниковые системы — GPS, ГЛОНАСС (точность 1-5 м); геопривязка — сопоставление координат данных с рельефом; маршрутизация — оптимизация траектории по высоте, шагу и покрытию.

Ход выполнения работы:

1. Откройте QGIS или ArcGIS, загрузите топокарту участка (10x10 км) и DEM-модель рельефа.
2. Импортируйте зоны запрета полетов (аэродромы, линии электропередач) из открытых источников.
3. Задайте параметры съемки: высота 100 м, шаг линии 50 м, скорость 15 м/с, угол перекрытия 20%.
4. Постройте траекторию: используйте плагин Route Planner или скрипт, рассчитайте общее время полета и расход батареи.
5. Проверьте привязку: симулируйте GPS-координаты по траектории, экспортируйте KML-файл для контроллера БПЛА. Оцените покрытие и качество.

Ожидаемый результат: KML-файл маршрута, карта с траекторией и отчетом о параметрах съемки.

Контрольные вопросы:

1. В чем преимущество проекции UTM для аэрогеофизики?
2. Как ГЛОНАСС дополняет GPS в РФ?
3. Что такое шаг линии и как он влияет на разрешение данных?
4. Почему рельеф учитывается при планировании высоты?
5. Какие зоны требуют согласования для полетов БПЛА?

Практическая работа №3. Монтаж магнитометра на БПЛА, калибровка и пробный полёт с первичной обработкой профилей

Цель работы: Освоить монтаж, калибровку магнитометра на БПЛА и первичную обработку данных аэромагнитной съемки.

Краткий теоретический словарь: Магнитометр — устройство измерения магнитного поля Земли (флюзгейт, квантовый); калибровка — устранение шумов от моторов/металла; профиль — линия измерений; суточная вариация — ежедневные изменения магнитного поля.

Ход выполнения работы:

1. Подготовьте БПЛА: закрепите магнитометр на бум-удлинителе (расстояние 1 м от корпуса), подключите к бортовому компьютеру.
2. Проведите калибровку: полет "восьмеркой" на высоте 50 м для сбора базовых шумов, рассчитайте коэффициенты компенсации в ПО (MagPick).
3. Выполните пробный полет по прямой (длина 2 км), запишите данные (поле нТ, координаты, время).
4. Обработайте: удалите шум, увяжите профили по высоте IGRF-модели, введите поправку на суточную вариацию. Постройте аномальный профиль.
5. Проанализируйте погрешность ($\sigma < 5$ нТ).

Ожидаемый результат: Отчет с калибровочными графиками, профилем аномалий и оценкой качества данных.

Контрольные вопросы:

1. Почему магнитометр монтируют на удлинителе?
2. Что такое суточная вариация и как ее компенсировать?
3. Какие шумы генерирует БПЛА?
4. В чем суть увязки профилей?
5. Как высота полета влияет на разрешение магниторазведки?

Практическая работа №4. Тестирование электроразведочного или гравиметрического датчика на БПЛА и оценка погрешностей измерений

Цель работы: Провести тестирование датчика (электро- или гравиметр) на БПЛА и оценить точность измерений.

Краткий теоретический словарь: ДИП-А — дальнометровая индукционная поляризация; Time Domain — импульсная электромагнитная разведка; гравиметр — измерение ускорения свободного падения; погрешность — систематическая/случайная ошибка.

Ход выполнения работы:

1. Выберите датчик (ДИП-А модуль или микро-гравиметр), смонтируйте на БПЛА с учетом баланса.
2. Калибруйте на эталонном полигоне: статические измерения + полет по замкнутому контуру.
3. Проведите тест-полет (3 линии по 1 км), соберите данные (сопротивление Ом•м или аномалии мГал).
4. Обработайте: рассчитайте среднеквадратичную погрешность (σ), сравните с наземными данными, введите поправки на высоту/скорость.
5. Постройте карты аномалий и отчет о применимости.

Ожидаемый результат: Графики измерений, таблица погрешностей и рекомендации по использованию.

Контрольные вопросы:

1. В чем принцип ДИП-А метода?
2. Почему гравиметрия чувствительна к вибрациям БПЛА?
3. Как рассчитать случайную погрешность?
4. Влияет ли скорость полета на качество электроразведки?
5. Какие поправки обязательны для БПЛА-гравиметрии?

Практическая работа №5. Обработка инфракрасных данных с БПЛА: геопривязка изображений и выделение аномальных участков

Цель работы: Научиться геопривязке и анализу ИК-данных с БПЛА для выявления тепловых аномалий.

Краткий теоретический словарь: Инфракрасная съемка — регистрация теплового излучения (8-14 мкм); геопривязка — сопоставление пикселей с координатами; аномалии — отклонения от фона ($\Delta T > 2^\circ\text{C}$).

Ход выполнения работы:

1. Загрузите ИК-изображения с БПЛА в QGIS или ENVI.
2. Проведите геопривязку: используйте EXIF-метки GPS/время, орторектируйте по DEM.
3. Постройте мозаику: скорректируйте яркость/контраст, рассчитайте температуру по калибровке.
4. Выделите аномалии: примените пороговый фильтр ($T > \mu + 2\sigma$), кластеризацию или NDVI-подобный индекс.
5. Создайте карту аномалий и экспортируйте в shapefile.

Ожидаемый результат: Ортомозаика, карта тепловых аномалий и отчет с интерпретацией.

Контрольные вопросы:

1. Почему ИК-съёмка с БПЛА дает высокое разрешение?
2. Что такое атмосферная коррекция в ИК-данных?
3. Как рассчитать температурную аномалию?
4. В чем роль DEM в геопривязке?
5. Какие геологические объекты выявляет ИК-аэросъемка?

Практическая работа №6. Обработка данных аэромагнитной съёмки с БПЛА: увязка профилей, фильтрация и построение аномального поля

Цель работы: Освоить полный цикл обработки аэромагнитных данных с БПЛА.

Краткий теоретический словарь: Увязка — выравнивание уровней профилей; фильтрация — удаление высокочастотного шума (Hanning-фильтр); аномальное поле — поле минус модель IGRF.

Ход выполнения работы:

1. Импортируйте данные в Oasis Montaj или Python (Fatiando.py).
2. Увяжите профили: минимизируйте разрывы по соседним линиям (метод наименьших квадратов).
3. Введите поправки: IGRF, суточная вариация, высотная (Bouguer).
4. Отфильтруйте: низкочастотный тренд (минимальный критерий), высокие частоты (глайдинг).
5. Интерполируйте сетку (Kriging), постройте карты ТРС и аналитического сигнала.

Ожидаемый результат: Карты аномального магнитного поля и отчет по обработке.

Контрольные вопросы:

1. Что такое модель IGRF?
2. Как работает увязка профилей?
3. В чем разница глайдинга и Hanning-фильтра?
4. Что показывает ТРС-карта?
5. Почему БПЛА-данные требуют усиленной фильтрации?

Практическая работа №7. Обработка аэрогамма-спектрометрических данных с БПЛА: введение поправок и оценка погрешностей

Цель работы: Научиться обработке гамма-спектральных данных с БПЛА.

Краткий теоретический словарь: Аэрогамма-спектрометрия — измерение гамма-излучения (K, U, Th); сцинтиллятор — NaI(Tl)-детектор; поправки — топографическая, атмосферная; погрешность — по Пуассону.

Ход выполнения работы:

1. Загрузите спектры в GammaVision или Python (spectrum.py).
2. Калибруйте энергии: определите пики 1460 keV (K-40), 1764 keV (Bi-214).
3. Введите поправки: высотную ($1/r^2$), топографическую, за рассеяние.
4. Рассчитайте концентрации (K%, U ppm, Th ppm), статистику ($\sigma = \sqrt{N}$).
5. Постройте карты и профили, оцените погрешность <10%.

Ожидаемый результат: Карты радиоактивных элементов и таблица погрешностей.

Контрольные вопросы:

1. Какие изотопы измеряет аэрогамма-спектрометрия?
2. Почему нужна высотная поправка?
3. Как рассчитать статистическую погрешность?
4. Что показывает рассеяние гамма-квантов?
5. Применение гамма-данных в разведке УПК?

Практическая работа №8. Комплексная интерпретация данных аэрогеофизических наблюдений с БПЛА для учебной модели

Цель работы: Освоить комплексную интерпретацию разнородных БПЛА-данных для моделирования месторождения.

Краткий теоретический словарь: Комплексная интерпретация — корреляция магнито+гамма+ИК; инверсия — восстановление модели среды; аномалии —

геологическая/техногенная.

Ход выполнения работы:

1. Соберите набор данных: магнито, гамма, ИК по учебной модели (модель УПК).
 2. Наложите карты в GIS: рассчитайте корреляции ($r > 0.7$).
 3. Проведите качественную интерпретацию: выделите зоны совпадения аномалий.
 4. Количественно: инверсия магнито (магнитность), гамма (Th/K-соотношение).
 5. Постройте геологическую модель, напишите отчет с рекомендациями по разведке.
- Ожидаемый результат: Интегрированная геологическая модель и отчет интерпретации.

Контрольные вопросы:

1. Что такое комплексная интерпретация?
2. Как коррелировать магнитные и гамма-аномалии?
3. В чем суть инверсии данных?
4. Какие критерии перспективности месторождения?
5. Роль ИК-данных в комплексном анализе?

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Рекомендации по самостоятельной работе:

1. Рекомендации по самостоятельной подготовке к лабораторным работам

- Изучите теоретический материал по теме лабораторной работы.

Ознакомьтесь с учебниками, лекциями и дополнительными источниками, чтобы понимать цели и задачи работы, основные понятия и методы, используемые в лабораторном задании¹.

- Внимательно ознакомьтесь с методическими указаниями и требованиями к лабораторной работе. Обратите внимание на последовательность выполнения этапов, используемое программное обеспечение, форматы исходных и выходных данных, требования к визуализации и анализу результатов.

- Подготовьте исходные данные. Проверьте наличие всех необходимых файлов, убедитесь в их корректности (форматы, структура, отсутствие ошибок и пропусков данных).

- Освойте необходимые функции и инструменты программного обеспечения.

Повторите работу с теми модулями и инструментами, которые будут использоваться в лабораторной работе.

- Планируйте время. Разделите выполнение работы на этапы: подготовка данных, выполнение анализа, оформление визуализации, написание отчета.

2. Рекомендации по оформлению отчетов по лабораторным работам

- Структурируйте отчет по стандартной схеме:

- Титульный лист (название работы, ФИО, группа, дата)

- Цель работы

- Краткое описание исходных данных

- Описание используемых методов и программного обеспечения

- Последовательное изложение этапов работы с иллюстрациями (скриншотами, графиками, картами)

- Анализ полученных результатов (выявленные особенности, сравнение с теорией, интерпретация)

- Выводы и рекомендации

- Список использованных источников

- Используйте качественные иллюстрации. Все графические материалы должны быть четкими, снабжены подписями, масштабами, легендами и пояснениями.

- Формулируйте выводы по существу. Кратко и ясно отражайте основные

результаты работы, выявленные закономерности, достоинства и ограничения применяемых методов.

- Оформляйте отчет в соответствии с требованиями ДОТ. Соблюдайте стандарты оформления текста, таблиц, рисунков и ссылок на источники.
3. Рекомендации по самостоятельной проработке отдельных разделов тем
- Изучайте рекомендованную литературу и дополнительные источники. Используйте учебники, статьи, электронные ресурсы, профессиональные базы данных и справочные материалы, указанные в рабочей программе дисциплины¹.
 - Выполняйте конспектирование ключевых понятий и алгоритмов. Составляйте краткие записи по основным определениям, алгоритмам, этапам работы с ПО, особенностям визуализации и анализа данных.
 - Практикуйтесь в самостоятельном выполнении типовых заданий. Решайте задачи, связанные с обработкой и визуализацией геолого-геофизических данных, используя различные программные средства.
 - Формулируйте вопросы и уточнения для обсуждения на занятиях. Записывайте непонятные моменты, чтобы получить разъяснения у преподавателя или в ходе дискуссии.
 - Анализируйте примеры из практики. Изучайте реальные кейсы решения задач геофизики, сравнивайте разные подходы и делайте выводы о целесообразности их применения.
4. Общие рекомендации
- Развивайте навыки поиска и критического анализа информации. Пользуйтесь современными информационными ресурсами, анализируйте достоверность и актуальность найденных данных.
 - Акцентируйте внимание на интеграции знаний и умений. Старайтесь связывать теоретические знания с практическими задачами, анализируйте, как выбранные методы и технологии влияют на качество и достоверность графического представления информации.
 - Соблюдайте академическую честность. Все результаты, представленные в отчетах, должны быть получены самостоятельно, с обязательным указанием источников заимствованных данных и иллюстраций.

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 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос может проводиться:

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-2.6	полнота и правильность ответа; понимание и осознанность материала; логичность и последовательность изложения; корректность терминологии; способность отвечать на уточняющие вопросы	устный опрос
ПК-4.2	полнота и правильность ответа; понимание и осознанность материала; логичность и последовательность изложения; корректность терминологии; способность отвечать на уточняющие вопросы	устный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К зачету допускаются студенты сдавшие все отчеты по лабораторным (практическим) работам. Зачёт проводится в форме устного опроса или тестирования, включающего 5 вопросов — по одному из каждой основной темы курса. В некоторых случаях допускается комбинированная форма: тест + устный опрос.

Время на ответ ограничено, ответы должны быть чёткими, логичными и аргументированными.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по	выставляется студенту, который не знает значительной части программного

существо его излагающему, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач;	материала, допускает существенные ошибки, не может ответить на дополнительные вопросы
--	---

7 Основная учебная литература

1. Стогний, В. В. Аэрогеофизика : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Стогний. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 242 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15365-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].

[Сайт] – URL: <https://urait.ru/bcode/544227>

2. Стогний, В. В. Аэрогеофизика : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Стогний. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 242 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15365-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].

[Сайт] – URL: <https://urait.ru/bcode/567849>

3. Стогний В. В. Аэрогеофизика [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / В. В. Стогний, 2022. - 242.

[Сайт] – URL: <https://urait.ru/viewer/aerogeofizika-497703#page/1>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Погорелов, В.И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для вузов/ В.И. Погорелов. — 2-е изд., испр. и доп — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 191 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07627-1. — Текст:электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].

[Сайт] – URL: <https://urait.ru/bcode/491966>

2. Методы разведочной геофизики. Рудная аэрогеофизика : сб. науч. тр. / Науч.-произв. об-ние "Рудгеофизика", 1989. - 179.

3. Стогний В. В. Аэрогеофизика : учебное пособие для вузов / В. В. Стогний, 2022. - 242.

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.