

**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 ДОТ  
Протокол №29 от 10 апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ПРОГРАММИРОВАНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТАХ»**

---

Специальность: 21.05.03 Технология геологической разведки

---

Геофизические информационные системы

---

Квалификация: Горный инженер-геофизик

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Ланько Анна Викторовна  
Дата подписания: 16.12.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Ланько Анна  
Викторовна  
Дата подписания: 16.12.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Паршин  
Александр Вадимович  
Дата подписания: 13.01.2026

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

**1.1 Дисциплина «Программирование в математических пакетах» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен создавать программно-информационное обеспечение разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях, связанных с профессиональной деятельностью	ПК-1.1
ПК-4 Способен внедрять программно-информационное обеспечение технологических процессов геофизических работ, обработки полученных данных и корректировать эти процессы в зависимости от поставленных геологических и технологических задач; Оценивать риски внедрения научно-технических достижений и передового опыта	ПК-4.5

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.1	Владеет навыками программирования в математических пакетах объектов профессиональной деятельности	<b>Знать</b> принципы программирования в математических пакетах (MATLAB, Mathematica, Python с NumPy/SciPy) для обработки геофизических данных, включая матричные операции, численные методы решения дифференциальных уравнений (ДУ) и визуализацию (профилей скважин/сейсмических данных). <b>Уметь</b> разрабатывать скрипты и функции в математических пакетах для моделирования геофизических задач (интерполяция данных разведки, фильтрация шумов, расчет гравитационных/магнитных аномалий) <b>Владеть</b> навыками отладки, тестирования и оптимизации программ в пакетах для анализа больших массивов геофизических данных
ПК-4.5	Демонстрация навыков обработки полученных данных при помощи программирования в математических пакетах	<b>Знать</b> алгоритмы и встроенные функции математических пакетов (MATLAB, Python с NumPy/SciPy) для обработки геофизических

		<p>данных, включая фильтрацию шумов, интерполяцию профилей скважин и статистический анализ аномалий.</p> <p><b>Уметь</b> разрабатывать и применять скрипты в пакетах для обработки реальных данных разведки (нормализация, сглаживание, визуализация матриц данных).</p> <p><b>Владеть</b> техниками автоматизированной обработки больших массивов геофизических данных с оптимизацией кода и интерпретацией результатов для задач ГИС и моделирования.</p>
--	--	---

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Программирование в математических пакетах» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы регистрации и обработки геолого-геофизических данных», «Основы программирования»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Современные языки прикладного программирования»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	108
Аудиторные занятия, в том числе:			
лекции	48	32	16
лабораторные работы	48	32	16
практические/семинарские занятия	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	48	8	40
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Экзамен, Курсовой проект	Зачет	Экзамен, Курсовой проект

## 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.Введение в математические пакеты MATLAB и Python для геофизических расчетов.	1, 2	12	1	2					Отчет по лабораторной работе	
2	2.Численные методы обработки геофизических данных: интерполяция и фильтрация.	3, 4	8	2	4			4	2	Отчет по лабораторной работе	
3	3.Визуализация геофизических данных в математических пакетах.	5	4	3	4			1	2	Отчет по лабораторной работе	
4	4.Решение систем линейных уравнений в задачах геофизической инверсии.	6, 7	8	4, 5	8					Отчет по лабораторной работе	
5	5.Численное интегрирование и дифференцирование геофизических профилей.			6	4					Отчет по лабораторной работе	
6	6.Численные методы решения дифференциальных уравнений в геофизике.			7	6					Отчет по лабораторной работе	
7	7.Оптимизация и подгонка параметров геофизических моделей.			8	4			2	2	Отчет по лабораторной работе	
8	8.Статистический анализ геофизических данных.							3	2	Отчет по лабораторной работе	
	Промежуточная аттестация									Зачет	
	Всего		32		32				8		

### **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.		
4											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	9.Фурье-анализ геофизических сигналов.	1	4	1	4			2	4	Отчет по лабораторной работе
2	10.Продвинутые методы численного моделирования недр.	2	4	2	4			1	20	Отчет по лабораторной работе
3	11.Интеграция математических пакетов с ГИС-технологиями.	3	4	9	2			3	4	Отчет по лабораторной работе
4	12.Автоматизация обработки данных разведки через скрипting.	4	2	10	4			5	10	Отчет по лабораторной работе
5	13.Обзор специализированных toolbox для геофизики.	5	2	11	2			4	2	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		16		16				76	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	1.Введение в математические пакеты MATLAB и Python для геофизических расчетов.	Обзор архитектуры и возможностей пакетов MATLAB и Python (NumPy, SciPy) для обработки больших массивов геофизических данных; сравнение синтаксиса, производительности и библиотек; установка, настройка среды разработки; первые примеры загрузки и визуализации профилей скважин, гравитационных/магнитных аномалий.
2	2.Численные методы обработки геофизических данных: интерполяция и фильтрация.	Алгоритмы интерполяции (линейная, сплайны, кригинг) для восстановления пробелов в профилях скважин и сетках данных; методы сглаживания и фильтрации шумов (скользящее среднее, медианный фильтр, Гауссов фильтр); применение к гравимагнитным аномалиям и сейсмическим трассам; оценка ошибок обработки.
3	3.Визуализация геофизических данных в математических пакетах.	Методы построения 2D/3D графиков (линейные, поверхностные, контурные), цветовые карты аномалий (jet, parula), карты изолиний; экспорт в векторные форматы; примеры визуализации гравитационных полей и сейсмических разрезов.
4	4.Решение систем линейных уравнений в задачах геофизической инверсии.	Матричные операции (умножение, разложение); прямые методы (Гаусс, LU-разложение); итерационные (Якоби, Гаусс-Зейдель, градиентный спуск); обусловленность матриц; применение к инверсии простых моделей недр

		(плоский слой).
5	5.Численное интегрирование и дифференцирование геофизических профилей.	Квадратурные формулы (трапеций, Симпсона) для площадей под кривыми аномалий; численное дифференцирование сигналов (конечные разности); применение к расчету масс/потенциалов в разведке; оценка погрешности.
6	6.Численные методы решения дифференциальных уравнений в геофизике.	обыкновенные дифференциальные уравнения 1-го порядка (метод Эйлера); высших порядков (Рунге-Кутта 4-го порядка); дифференциальные уравнения в частных производных (явные/неявные схемы); моделирование волнового распространения, диффузии в недрах; устойчивость методов.
7	7.Оптимизация и подгонка параметров геофизических моделей.	Метод наименьших квадратов (линейный/нелинейный); градиентный спуск; ограниченная оптимизация; подгонка кривых аномалий к моделям тел недр.
8	8.Статистический анализ геофизических данных.	Корреляционный/регрессионный анализ; выявление выбросов; доверительные интервалы; тест на нормальность для массивов данных разведки.

#### Семестр № 7

<b>№</b>	<b>Тема</b>	<b>Краткое содержание</b>
1	9.Фурье-анализ геофизических сигналов.	Дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье; спектральный анализ; фильтрация в частотной области; применение в геофизике.
2	10.Продвинутые методы численного моделирования недр.	Изучение методов конечных элементов и сеточных методов для двумерного и трехмерного моделирования геофизических полей.
3	11.Интеграция математических пакетов с ГИС-технологиями.	Работа с данными в ГИС-системах, Экспорт/импорт в GDAL/OGR, визуализация; работа с растровыми/векторными данными; GeoPandas для пространственного анализа геофизики.
4	12.Автоматизация обработки данных разведки через скрипting.	Создание функций и циклов для автоматической обработки и анализа геофизических данных.
5	13.Обзор специализированных toolbox для геофизики.	Seismic Toolbox (MATLAB), GMT/PyGMT (Python); обзор для сейсмообработки и картографии.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

#### Семестр № 6

<b>№</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Кол-во академических часов</b>
1	Лабораторная работа 1 "Инициализация данных	2

	"разведки"	
2	Лабораторная работа 2: "Обработка шумных профилей"	4
3	Лабораторная работа 3 "Построение карт гравимагнитных аномалий"	4
4	Лабораторная работа 4 "Инверсия простых моделей"	4
5	Лабораторная работа 5: Решение систем линейных уравнений в геофизической инверсии.	4
6	Лабораторная работа 6: Численное интегрирование и дифференцирование геофизических профилей.	4
7	Лабораторная работа 7: Численные методы решения дифференциальных уравнений в геофизике.	6
8	Лабораторная работа 8: Оптимизация и подгонка параметров геофизических моделей.	4

#### Семестр № 7

<b>№</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Кол-во академических часов</b>
1	Лабораторная работа 9: Фурье-анализ геофизических сигналов.	4
2	10. Лабораторная работа 10: Продвинутые методы численного моделирования недр.	4
9	Лабораторная работа 11: Интеграция математических пакетов с ГИС-технологиями.	2
10	Лабораторная работа 12: Автоматизация обработки данных разведки через скрипting.	4
11	Лабораторная работа 13: Обзор специализированных toolbox для геофизики.	2

#### **4.4 Перечень практических занятий**

Практических занятий не предусмотрено

#### **4.5 Самостоятельная работа**

#### Семестр № 6

<b>№</b>	<b>Вид СРС</b>	<b>Кол-во академических часов</b>
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	2
2	Подготовка к зачёту	2
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	2
4	Проработка разделов теоретического материала	2

#### Семестр № 7

<b>№</b>	<b>Вид СРС</b>	<b>Кол-во академических часов</b>
1	Написание курсового проекта (работы)	20
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	4
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	4
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	2
5	Подготовка к экзамену	10

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 курсовому проектированию/работе:**

Курсовой проект предназначен для комплексного применения навыков программирования в математических пакетах (MATLAB, Python с NumPy/SciPy) для решения задач обработки, моделирования и анализа геофизических данных, освоенных в лабораторных работах 6–7 семестров.

##### 1. Цели курсового проекта

- Освоить программирование полного цикла обработки геофизических данных в математических пакетах.
- Разработать структурированные программы (скрипты, функции, модули) для автоматизации численных методов геофизики.
- Научиться проектировать вычислительные алгоритмы: от подготовки данных до визуализации и интерпретации результатов.
- Отработать интеграцию математических пакетов с ГИС-технологиями и специализированными библиотеками.
- Сформировать навыки документирования программного кода и подготовки технических отчетов.

##### 2. Тематика курсового проекта

Проекты должны реализовывать программирование решений реальных геофизических задач:

###### Направление 1: Автоматизированная обработка геофизических данных

- Полный цикл обработки гравимагнитных/сейсмических данных: загрузка → фильтрация → интерполяция → построение карт → инверсия.
- Спектральный анализ временных рядов (ГПР, сейсмотрассы) с автоматизацией фильтрации.

###### Направление 2: Численное моделирование геофизических полей

- Программирование конечных разностей/конечных элементов для моделирования потенциальных полей.
- Решение дифференциальных уравнений геофизики (волновое уравнение, диффузия).

###### Направление 3: Интеграция с ГИС и специализированными библиотеками

- Экспорт результатов инверсии/моделирования в GeoTIFF/Shapefile для анализа в QGIS.
- Сравнение базовых библиотек (SciPy) с специализированными (GMT/PyGMT,

Seismic Toolbox).

Направление 4: Оптимизация и машинное обучение

- Программирование алгоритмов инверсии (нелинейные НКП, градиентный спуск).
- Классификация геофизических аномалий с использованием scikit-learn.

Тема проекта согласуется с преподавателем в начале семестра.

3. Структура курсового проекта

3.1. Титульный лист- оформляется согласно требования СТО005 -2020 ИРНИТУ

3.2. Содержание пояснительной записи (25–35 стр.)

Введение (1–2 стр.)

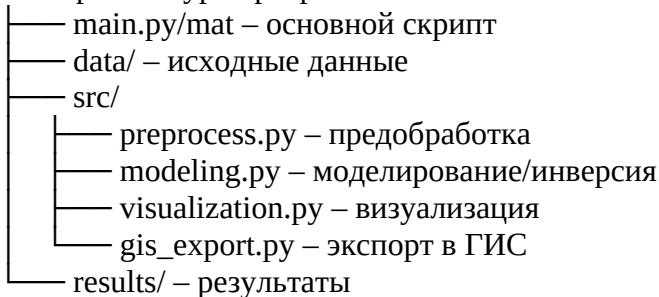
- Актуальность темы и область применения разработанного ПО.
- Цели и задачи программирования.
- Используемые математические пакеты и библиотеки.

Глава 1. Теоретические основы (5–7 стр.)

- Математическая постановка задачи (уравнения, алгоритмы).
- Обзор численных методов с обоснованием выбора.
- Особенности реализации в выбранном пакете.

Глава 2. Алгоритм и структура программы (7–10 стр.)

2.1. Архитектура программного комплекса



Глава 3. Программная реализация (7–10 стр.)

- Описание ключевых функций с фрагментами кода:

```
def gravity_forward_model(x, z, density, obs_points):
```

"""Прямое моделирование гравитационного поля

Args:

x, z: координаты тела (м)  
 density: плотность (г/см<sup>3</sup>)  
 obs\_points: точки наблюдения

Returns:

g: гравитационное поле (мГал)

Используемые библиотеки и их роль.

- Схемы данных (вход/выход).

Глава 4. Результаты тестирования и анализ (4–6 стр.)

- Таблицы результатов, графики, карты.
- Оценка времени выполнения, памяти, точности.
- Сравнение с эталонными решениями.

Заключение (1 стр.)

- Достигнутые результаты.
- Преимущества разработанного ПО.
- Перспективы развития.

Список литературы (не менее 10 источников)

3.3. Программная часть (приложение А)

- Полные листинги программ (.py, .m файлы).

- Инструкция по установке зависимостей:  
pip install numpy scipy matplotlib pandas geopandas gdal pygmt

- Примеры запуска с параметрами.

#### 4. Требования к программному обеспечению

Обязательные элементы:

- ✓ Модульная структура (функции/модули)
- ✓ Обработка ошибок и проверка входных данных
- ✓ Конфигурационный файл параметров
- ✓ Автоматическое логирование
- ✓ Экспорт результатов в стандартные форматы
- ✓ Документирование кода (docstrings)
- ✓ Тестирование на модельных данных

Сдача в электронном виде (.docx + .zip архив программы).

Критерии качества кода:

- PEP 8 (Python) или стандарт MATLAB.
- Минимум 70% покрытие тестами.
- Время выполнения < 5 мин для типовых задач.

#### 5. Этапы выполнения и контроль

Этап Срок Контроль

1. Согласование темы и плана 2 нед. План проекта
2. Разработка прототипа 4 нед. Рабочий код + демо
3. Тестирование и отладка 6 нед. Отчет о тестах
4. Оформление документации 8 нед. Черновик пояснительной записки
5. Защита 10 нед. Финальная сдача

Рекомендуемая литература

1. Бурден Р., Фейрс Д. Численные методы. М.: Лаборатория знаний, 2015.
2. Хайнссон Дж. NumPy. Наука о данных на Python. СПб.: Питер, 2020.
3. Менке П. Руководство по научным вычислениям в Python. ДМК Пресс, 2019.

### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Семестр 6

Лабораторная работа 1. Инициализация данных разведки (2 ч)

Цель работы:

Освоить загрузку, первичную проверку и базовую подготовку геофизических данных (скважинные профили, гравимагнитные аномалии, сейсмические трассы) в средах MATLAB и Python (NumPy/SciPy) для последующей обработки.

Краткая теория:

Геофизические данные представляются в виде числовых векторов и матриц, содержащих измеренные поля и координаты наблюдений, часто с пропусками и шумом. В MATLAB и Python используются массивы (matrix, ndarray), типы данных с плавающей точкой, функции чтения файлов (CSV/TXT, бинарные форматы, MATLAB-файлы) и базовые операции (индексация, маски, проверка на NaN), обеспечивающие единый входной этап обработки.

Ход работы:

1. Запустить выбранную среду (MATLAB или Python с Jupyter/IDE).
2. Загрузить предоставленные файлы с геофизическими данными (профиль,

скважинный разрез и т.п.) с помощью стандартных функций чтения.

3. Просмотреть структуру данных: размерность массивов, наличие пропусков, диапазон значений.
  4. Выполнить базовую очистку: удалить/пометить «битые» строки, привести единицы измерения к единому виду.
  5. Построить простые графики (профиль поля, кривые по глубине) для визуальной проверки корректности загрузки.
  6. Сохранить подготовленные массивы в формате, пригодном для последующих лабораторных работ.
- Ожидаемый результат:
- Корректно загруженные и предварительно очищенные массивы данных разведки, сохраненные в рабочем формате, и первичные графики, подтверждающие корректность и целостность данных.
- Контрольные вопросы:
1. Какие типы файлов наиболее часто используются для хранения геофизических данных и чем они отличаются?
  2. Что такое массив (ndarray/matrix) и чем он отличается от «списка» или таблицы?
  3. Какие типичные ошибки возникают при загрузке данных и как их выявить на этапе инициализации?

---

## Лабораторная работа 2. Обработка шумных профилей (4 ч)

Цель работы:

Научиться выявлять шум в геофизических профилях и применять базовые методы фильтрации (скользящее среднее, медианный, Гауссов фильтр) для повышения качества данных.

Краткая теория:

Шум в геофизических измерениях моделируется как случайная добавка к полезному сигналу и может иметь различную статистику (гауссов шум, выбросы, низкочастотные тренды). Сглаживающие фильтры во временной/пространственной области реализуются как свертка исходного профиля с окном (прямоугольным, медианным, Гауссовым), что позволяет подавлять высокочастотный шум и выбросы при неизбежном изменении формы сигнала.

Ход работы:

1. Загрузить подготовленный на ЛР1 «сырой» профиль (гравиметрический, магнитный или сейсмический).
2. Оценить уровень шума визуально и по простым статистикам (среднее, дисперсия, гистограмма).
3. Реализовать и применить фильтр скользящего среднего с различной длиной окна.
4. Реализовать медианный фильтр и сравнить его действие на выбросы с результатом скользящего среднего.
5. Применить Гауссов фильтр (через свертку или встроенные функции) и сравнить сглаживание и сохранение формы аномалий.
6. Построить графики «до/после» для всех вариантов фильтрации и сделать выводы о влиянии параметров окна.

Ожидаемый результат:

Набор сглаженных профилей с различными параметрами фильтров, сравнительные графики и количественная оценка изменения статистик (дисперсия, амплитуда аномалий).

Контрольные вопросы:

1. В чем различие между скользящим средним и медианным фильтром по отношению к выбросам?
2. Как выбор длины окна фильтра влияет на сглаживание и разрешающую

способность профиля?

3. Почему фильтрация может искажать форму полезного сигнала и как это учитывать при интерпретации?

---

### Лабораторная работа 3. Построение карт гравимагнитных аномалий (4 ч)

Цель работы:

Освоить интерполяцию точечных гравимагнитных наблюдений на регулярную сетку и построение карт аномалий в виде контурных и цветовых изображений.

Краткая теория:

Гравитационные и магнитные поля измеряются в точках или по профилям и затем интерполируются на регулярную сетку для построения карт, позволяющих выявить аномальные зоны и структурные элементы. Для интерполяции применяются линейные и сплайн-методы, а также геостатистические подходы, такие как кригинг, реализованные в численных библиотеках и специализированных геонаучных пакетах.

Ход работы:

1. Загрузить набор точек с координатами и значениями гравиметрического или магнитного поля.
  2. Определить диапазоны координат и шаг сетки для построения регулярной сетки.
  3. Выполнить интерполяцию данными методами (например, линейный/сплайн, при наличии — кригинг).
  4. Построить цветовую карту аномалий (`pseudocolor/contourf`) и контурную карту изолиний.
  5. Отрегулировать цветовые шкалы, уровни изолиний и легенды для наглядного отображения аномалий.
  6. Экспортировать карту в графический/векторный формат для последующей вставки в отчет или ГИС.
- Ожидаемый результат:
- Корректно интерполированные поля гравимагнитных аномалий и оформленные карты (цветовая и контурная), пригодные для интерпретации и дальнейшего использования.
- Контрольные вопросы:
1. Зачем нужна интерполяция при построении карт гравимагнитных аномалий?
  2. Какие преимущества и недостатки имеют простые интерполяционные методы по сравнению с кригингом?
  3. Как выбор шага сетки влияет на качество карты и вычислительные затраты?

---

### Лабораторная работа 4. Инверсия простых моделей (4 ч)

Цель работы:

Научиться формулировать простейшие геофизические инверсии в матричной форме и решать линейную обратную задачу для восстановления параметров модели недр.

Краткая теория:

Линейная инверсия описывается уравнением  $\mathbf{d} = \mathbf{G}\mathbf{m}$ , где  $\mathbf{d}$  — вектор наблюдений,  $\mathbf{G}$  — оператор (матрица чувствительности),  $\mathbf{m}$  — вектор параметров модели; задача инверсии состоит в нахождении  $\mathbf{m}$  по известным  $\mathbf{d}$  и  $\mathbf{G}$ . При переопределенных или плохо обусловленных системах используются методы наименьших квадратов и регуляризация (например, добавление штрафа на гладкость или отклонение от априорной модели), что позволяет получить устойчивое решение.

Ход работы:

1. Задать простую модель (например, многослойная среда или плоский слой) и соответствующую матрицу чувствительности  $\mathbf{G}$ .
2. Загрузить или сгенерировать вектор «наблюдений»  $\mathbf{d}$ , возможно с добавленным шумом.

3. Решить систему нормальных уравнений методом наименьших квадратов средствами линейной алгебры.
4. При необходимости добавить регуляризационный член и сравнить решения с и без регуляризации.
5. Оценить невязку между наблюденными и синтетическими данными, а также физическую правдоподобность полученных параметров.
6. Оформить результаты в виде таблиц и графиков модели (профиль параметра по глубине или по профилю).

Ожидаемый результат:

Восстановленные параметры простой геофизической модели, рассчитанные невязки и иллюстрации, демонстрирующие влияние шума и регуляризации на решение.

Контрольные вопросы:

1. Что такое матрица чувствительности и как она формируется для заданной геофизической задачи?
2. В чем заключается физический смысл регуляризации в задачах инверсии?
3. Как оценить качество полученного решения инверсии?

---

Лабораторная работа 5. Решение систем линейных уравнений в геофизической инверсии (4 ч)

Цель работы:

Освоить применение прямых и итерационных методов решения систем линейных уравнений, возникающих в задачах геофизической инверсии и моделирования

Краткая теория:

Системы линейных уравнений возникают при постановке обратных задач и дискретизации уравнений поля, где коэффициентная матрица часто разрежена и может быть плохо обусловленной. Прямые методы (Гаусс, LU, QR) обеспечивают точное решение за конечное число шагов, тогда как итерационные методы (Якоби, Гаусс–Зейдель, сопряженные градиенты) более эффективны для разреженных и крупноразмерных систем.

Ход работы:

1. Сформировать или загрузить несколько тестовых систем линейных уравнений (плотные и разреженные матрицы).
2. Решить системы прямыми методами и измерить время выполнения и точность решения.
3. Реализовать или использовать встроенные итерационные методы и сравнить скорость сходимости и число итераций.
4. Оценить обусловленность матриц (например, через число обусловленности) и связь с устойчивостью решения.
5. Сопоставить влияние структуры матрицы (разреженность, диагональное преобладание) на эффективность разных методов.
6. Сформулировать выводы о выборе метода для задач геофизической инверсии.

Ожидаемый результат:

Сравнительные характеристики прямых и итерационных методов для различных систем, таблицы и графики сходимости и оценка пригодности методов для геофизических задач.

Контрольные вопросы:

1. Чем прямые методы решения систем уравнений отличаются от итерационных?
2. Как обусловленность матрицы влияет на устойчивость и точность решения?
3. Почему для разреженных систем часто предпочтительны итерационные методы?

---

Лабораторная работа 6. Численное интегрирование и дифференцирование геофизических профилей (4 ч)

**Цель работы:**

Научиться применять стандартные методы численного интегрирования и дифференцирования к геофизическим профилям для вычисления интегральных характеристик и градиентов полей.

**Краткая теория:**

Численное интегрирование (метод трапеций, правило Симпсона и др.) позволяет оценивать площади под кривыми аномалий и интегральные характеристики без аналитического выражения функции. Численное дифференцирование с помощью конечных разностей (прямые, обратные, центральные схемы) дает приближения производных, чувствительные к шуму, поэтому часто совмещается с предварительным сглаживанием.

**Ход работы:**

1. Загрузить дискретный профиль геофизического поля (по координате или по времени).
2. Реализовать интегрирование методом трапеций и правилом Симпсона для вычисления площади под кривой.
3. Сравнить результаты и оценить влияние шага дискретизации на точность интеграла.
4. Реализовать численное дифференцирование (первая и, при необходимости, вторая производные) и построить графики производных.
5. Исследовать влияние предварительного сглаживания профиля на устойчивость численного дифференцирования.
6. Сделать выводы о допустимых шагах дискретизации и необходимости предварительной обработки.

**Ожидаемый результат:**

Расчет интегралов и производных для заданных профилей с использованием нескольких численных схем, графики исходного сигнала и его производных, оценка ошибок.

**Контрольные вопросы:**

1. В чем заключаются основные отличия метода трапеций и правила Симпсона?
2. Почему численное дифференцирование усиливает шум данных?
3. Как выбор шага дискретизации влияет на точность интегрирования и дифференцирования?

---

**Лабораторная работа 7. Численные методы решения дифференциальных уравнений в геофизике (6 ч)**

**Цель работы:**

Освоить базовые численные методы решения обыкновенных и простейших уравнений в частных производных, описывающих геофизические процессы (волновое распространение, диффузия).

**Краткая теория:**

Геофизические процессы (сейсмические волны, теплопроводность, фильтрация) описываются дифференциальными уравнениями, которые в общем случае решаются численно. Для ОДУ используются пошаговые методы (Эйлера, улучшенный Эйлер, Рунге–Кутта 4-го порядка), а для ЧДУ — сеточные схемы конечных разностей (явные и неявные), для которых важны критерии устойчивости (например, условие Куранта).

**Ход работы:**

1. Записать модельное ОДУ или ЧДУ для выбранного простого геофизического процесса (например, одномерная диффузия или волновое уравнение).
2. Выполнить дискретизацию по времени и пространству (при необходимости), сформулировать разностную схему.
3. Реализовать решение ОДУ методом Эйлера и Рунге–Кутта 4-го порядка и сравнить

результаты и устойчивость.

4. Реализовать простую явную и неявную схему для выбранного ЧДУ и исследовать влияние шага по времени и пространству.

5. Сравнить численные решения с аналитическим (если доступно) или эталонным решением.

6. Проанализировать устойчивость и ошибки методов при различных шагах сетки.

Ожидаемый результат:

Набор численных решений модельных дифференциальных уравнений с использованием различных схем, графики решений, иллюстрирующие влияние шага и метода на устойчивость и точность.

Контрольные вопросы:

1. Чем методы Рунге–Кутта отличаются от метода Эйлера по порядку точности?

2. В чем различие между явными и неявными разностными схемами?

3. Как критерии устойчивости ограничивают выбор шага по времени и пространству?

---

Лабораторная работа 8. Оптимизация и подгонка параметров геофизических моделей (4 ч)

Цель работы:

Освоить постановку и решение задач оптимизации при подгонке параметров геофизических моделей под наблюдаемые данные с использованием методов наименьших квадратов и градиентных методов.

Краткая теория:

Подгонка модели к данным формулируется как задача минимизации функционала невязки, часто в виде суммы квадратов разностей между наблюдаемыми и расчетными значениями, возможно с добавлением штрафных членов. Для линейных задач используется аналитическое решение в форме нормальных уравнений, а для нелинейных — итерационные методы оптимизации (градиентный спуск, квазиньютоновские методы), реализованные в численных библиотеках

Ход работы:

1. Определить простую модель (например, параметры аномального тела или слоистой среды) и формулу для расчета теоретических данных.

2. Загрузить или сгенерировать «наблюдаемые» данные с учетом шума.

3. Сформировать функционал невязки и реализовать алгоритм линейного или нелинейного наименьших квадратов.

4. Применить градиентный метод или встроенную процедуру оптимизации для нахождения оптимальных параметров.

5. Исследовать влияние начального приближения и ограничений на параметры на итоговое решение.

6. Сравнить полученные параметры с «истинными» и оценить устойчивость решения при различном уровне шума.

Ожидаемый результат:

Оцененные параметры модели, траектория сходимости (график невязки по итерациям), сравнение синтетических и наблюдаемых данных, демонстрирующие качество подгонки.

Контрольные вопросы:

1. В чем суть метода наименьших квадратов и когда он применим?

2. Как начальное приближение и ограничения на параметры влияют на решение нелинейной задачи оптимизации?

3. Чем регуляризованная оптимизация отличается от «чистой» минимизации невязки?

---

Семестр 7

Лабораторная работа 9. Фурье-анализ геофизических сигналов (4 ч)

Цель работы:

**Освоить применение дискретного и быстрого преобразования Фурье (ДПФ/БПФ) к геофизическим сигналам для спектрального анализа и фильтрации в частотной области.**

**Краткая теория:**

Фурье-анализ представляет сигнал как сумму синусоидальных компонент, что позволяет исследовать его частотный состав и выделять низко- и высокочастотные составляющие. Дискретное и быстрое преобразование Фурье реализуются численно и используются для вычисления амплитудно-частотных спектров, реализации частотных фильтров и анализа энергетического распределения сигнала.

**Ход работы:**

1. Загрузить временной или пространственный геофизический сигнал (сейсмопротяжка, ГПР-трасса, временной ряд).
2. Определить шаг дискретизации и частоту дискретизации сигнала.
3. Выполнить ДПФ/БПФ, построить амплитудный спектр и, при необходимости, спектр мощности.
4. Синтезировать частотные фильтры (низко-, высоко-, полосно-пропускающие) и применить их в частотной области.
5. Выполнить обратное преобразование Фурье и сравнить исходный и отфильтрованный сигналы.
6. Проанализировать влияние выбора полосы пропускания на форму сигнала и соотношение сигнал/шум.

**Ожидаемый результат:**

Полученные спектры исходных сигналов, результаты частотной фильтрации и сравнительные графики сигналов до и после обработки.

**Контрольные вопросы:**

1. Как связаны временная и частотная области представления сигнала?
2. Что такое частота дискретизации и как она ограничивает анализируемый диапазон частот?
3. Какие преимущества и ограничения имеет фильтрация в частотной области?

---

**Лабораторная работа 10. Продвинутые методы численного моделирования недр (4 ч)**

**Цель работы:**

**Освоить основные принципы применения метода конечных элементов и продвинутых сеточных методов для моделирования геофизических полей в неоднородных средах.**

**Краткая теория:**

Метод конечных элементов разбивает область на элементы, формирует вариационную постановку задачи и приводит к системе алгебраических уравнений для значения поля в узлах сетки. Продвинутые сеточные и конечнодифференцированные методы (включая оптимизированные схемы для волновых уравнений) позволяют учитывать сложную геометрию, неоднородность свойств и граничные условия при моделировании 2D/3D геофизических полей.

**Ход работы:**

1. Выбрать модельную задачу (например, распределение потенциала или поля напряжений в неоднородной среде).
2. Построить сетку (конечные элементы или узлы конечных разностей) для расчетной области.
3. Сформировать уравнения для узлов (локальные и глобальная системы) и задать граничные условия.
4. Решить систему уравнений выбранным численным методом (конечные элементы/конечные разности).
5. Визуализировать распределение поля (карты, сечения) и выделить области аномального поведения.

6. Исследовать влияние изменения сетки и параметров среды на результат моделирования.

Ожидаемый результат:

Численное решение выбранной модельной задачи на сетке с визуализацией распределений поля и анализом влияния параметров и дискретизации.

Контрольные вопросы:

1. В чем принципиальное отличие метода конечных элементов от метода конечных разностей?
2. Как выбор сетки (размер, форма элементов) влияет на точность и вычислительную сложность моделирования?
3. Какие типы граничных условий используются при моделировании геофизических полей?

---

Лабораторная работа 11. Интеграция математических пакетов с ГИС-технологиями (2 ч)

Цель работы:

Освоить экспорт и импорт геофизических данных между средами MATLAB/Python и ГИС, а также базовые операции пространственного анализа с использованием GeoPandas и GDAL/OGR.

Краткая теория:

Интеграция численных расчетов с ГИС необходима для пространственного анализа и визуализации результатов инверсии и моделирования совместно с картографическими и геологическими данными. Библиотеки GDAL/OGR и GeoPandas обеспечивают работу с распространенными форматами (GeoTIFF, Shapefile и др.), а экспорт/импорт позволяет объединять расчеты и картографическую визуализацию в едином потоке.

Ход работы:

1. Подготовить в MATLAB/Python сетку или набор точек с географическими координатами и значениями поля/параметра.
2. Экспортировать данные в геопривязанный формат (например, GeoTIFF или Shapefile) с использованием соответствующих библиотек.
3. Загрузить экспортированные данные в настольную ГИС (QGIS или аналог) и проверить корректность привязки.
4. Выполнить простейший пространственный анализ (наложение слоев, обрезка по контуру, извлечение по маске).
5. При необходимости импортировать результаты (маски, контуры) обратно в MATLAB/Python для дальнейшей обработки.
6. Задокументировать последовательность операций экспорта/импорта.

Ожидаемый результат:

Корректный обмен данными между численной средой и ГИС, визуализация геофизических результатов на карте и примеры простых операций пространственного анализа.

Контрольные вопросы:

1. Какие форматы данных наиболее удобны для обмена между численными пакетами и ГИС?
2. Какова роль систем координат при интеграции геофизических расчетов и ГИС?
3. Какие преимущества дает использование GeoPandas по сравнению с обычными таблицами данных?

---

Лабораторная работа 12. Автоматизация обработки данных разведки через скрипting (4 ч)

Цель работы:

Научиться автоматизировать последовательность этапов обработки геофизических данных (загрузка, фильтрация, интерполяция, визуализация) с помощью скриптов и

функций.

Краткая теория:

Скрипты и функции позволяют оформлять повторяющиеся операции обработки в воспроизводимые алгоритмы, уменьшать количество ручных действий и повышать качество документирования вычислительного эксперимента. Структурирование кода (модули, функции, параметры) и использование циклов и условий позволяют запускать обработку для множества файлов и сценариев, что особенно важно при работе с большими массивами геофизических данных.

Ход работы:

1. Определить типичный поток обработки (например, загрузка профиля, фильтрация, интерполяция, построение карты).
2. Разбить поток на логические шаги и оформить каждый шаг как отдельную функцию/подпрограмму.
3. Написать основной скрипт, последовательно вызывающий функции для одного набора данных.
4. Расширить скрипт циклом по нескольким файлам/профилям с автоматическим сохранением результатов.
5. Добавить простейшее логирование и комментарии для документирования работы скрипта.
6. Протестировать скрипт на нескольких наборах данных и при необходимости скорректировать структуру.

Ожидаемый результат:

Рабочий скрипт (или набор скриптов и функций), реализующий автоматизированный поток обработки геофизических данных, с возможностью повторного запуска на новых данных.

Контрольные вопросы:

1. В чем преимущества автоматизации обработки по сравнению с «ручным» выполнением тех же операций?
2. Каковы основные принципы структурирования кода при разработке скриптов обработки данных?
3. Зачем необходимо документировать и версионировать скрипты обработки геофизических данных?

---

Лабораторная работа 13. Обзор специализированных toolbox для геофизики (2 ч)

Цель работы:

Познакомиться с основными специализированными наборами инструментов (toolbox) для геофизики в MATLAB и Python и научиться использовать их базовые функции на типичных примерах.

Краткая теория:

Специализированные toolbox (Seismic Toolbox, GMT/PyGMT и др.) расширяют стандартные библиотеки языков, предоставляя готовые функции для сейсмической обработки, геостатистики, картографии и инверсии, ориентированные на задачи наук о Земле. Такие пакеты облегчают выполнение сложных операций, но требуют понимания их математических основ, ограничений и форматов входных/выходных данных. Ход работы:

1. Установить или активировать выбранный специализированный toolbox для MATLAB или Python.
2. Ознакомиться с документацией и примерами использования (демо-скрипты, ноутбуки).
3. Выполнить типовой пример (например, простейшая обработка сейсмосигнала, построение карты с использованием GMT/PyGMT).
4. Изменить параметры примера (фильтры, шкалы, проекции, модели) и

проанализировать влияние на результат.

5. Подготовить краткий обзор возможностей и ограничений выбранного toolbox применительно к прикладным задачам курса.

6. Сохранить и оформить скрипты и результаты в виде отчета.

Ожидаемый результат:

Выполненные примеры с использованием специализированного toolbox, базовое понимание структуры и возможностей пакета и краткий обзор его применимости к задачам геофизики.

Контрольные вопросы:

1. Какие типы задач решают специализированные geophysical toolbox по сравнению с базовыми библиотеками?

2. Какие требования к данным (форматы, структура) обычно предъявляются такими пакетами?

3. Почему важно понимать математическую основу реализованных в toolbox алгоритмов?

### **5.1.3 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, снабженены 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. Страйтесь 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

## **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 | Отчет по лабораторной работе**

##### **Описание процедуры.**

###### **1. Подготовка отчета**

Отчет по лабораторной работе оформляется в формате Word/PDF (5–10 страниц) и должен содержать:

Обязательная структура:

text

###### **1. Титульный лист**

- Дисциплина: «Программирование в математических пакетах»
- Лабораторная работа №X. Название
- ФИО, группа, дата выполнения

###### **2. Цель работы (скопировать из методички)**

###### **3. Краткая теория (1–2 абзаца ключевых формул/алгоритмов)- сформировать**

самостоятельно

4. Ход выполнения (скриншоты + комментарии к каждому пункту)

5. Результаты (графики, таблицы, код)

6. Ответы на контрольные вопросы

7. Выводы (2–3 предложения)

Технические требования:

- Шрифт Times New Roman 12–14, интервал 1,5
- Графики в высоком разрешении (300 dpi)
- Код в моноширинном шрифте (Courier New 10)
- Нумерация страниц, рисунков, таблиц

2. Порядок представления

Срок сдачи: не позднее следующего занятия после выполнения ЛР.

Этапы представления:

text

1. Электронная сдача (до 23:59 дня выполнения)

- Загрузить в LMS/облако группы (или на ресурс по указанию преподавателя)
- Название файла: ЛР\_Х\_Фамилия\_Группа.docx

2. Проверка преподавателем (1–2 дня)

- Автоматическая проверка формата
- Ручная проверка содержания

3. Представление на занятии (5 мин/студент)

- Демонстрация работы программы "живьем"
- Показ ключевых графиков из отчета
- Ответ на 1–2 контрольных вопроса

4. Финальная оценка в ведомости

3. Демонстрация программы

Обязательно показать:

text

- ✓ Запуск кода без ошибок
- ✓ Корректные входные данные
- ✓ Выходные графики/таблицы
- ✓ Изменение параметров и повторный запуск

Процедура оценивания: «Зачтено / Не зачтено»

### **Критерии оценивания.**

Критерии «Зачтено» (100% выполнение)

№ Критерий Требования

- |   |                        |   |
|---|------------------------|---|
| 1 | Формат отчета          | Полная структура, правильное оформление         |
| 2 | Корректность программы | Код запускается, дает ожидаемый результат       |
| 3 | Качество графиков      | Четкие подписи осей, легенды, единицы измерения |
| 4 | Анализ результатов     | Сравнение "до/после", выводы по параметрам      |
| 5 | Контрольные вопросы    | Все вопросы отвечены верно                      |
| 6 | Демонстрация           | Программа работает устно/онлайн                 |

Пример отметки "Зачтено":

text

ЛР З Петров И.И. гр. ГФ-21 ✓ 15.12.2025

"Программа корректно строит карты аномалий. Графики имеют подписи, анализ параметров окон фильтрации проведен. Вопросы отвечены верно"

Критерии «Не зачтено» (доработка)

№	Причина	Срок доработки
1	Отчет не сдан вовремя	+1 неделя
2	Отсутствует демонстрация программы	Немедленно
3	Критические ошибки в коде	До следующего занятия
4	Неполная структура отчета 3 дня	
5	Графики без подписей/легенд	Немедленно
6	Неправильные ответы на вопросы 3 дня	

Пример отметки "Не зачтено":

text

ЛР З Петров И.И. гр. ГФ-21 ✗ 15.12.2025

"Отчет без демонстрации. Графики без подписей осей. Доработать к 20.12.2025"

## **6.1.2 семестр 7 | Отчет по лабораторной работе**

### **Описание процедуры.**

#### **1. Подготовка отчета**

Отчет по лабораторной работе оформляется в формате Word/PDF (5–10 страниц) и должен содержать:

Обязательная структура:

text

#### **1. Титульный лист**

- Дисциплина: «Программирование в математических пакетах»
- Лабораторная работа №X. Название
- ФИО, группа, дата выполнения

#### **2. Цель работы (скопировать из методички)**

#### **3. Краткая теория (1–2 абзаца ключевых формул/алгоритмов)- сформировать самостоятельно**

#### **4. Ход выполнения (скриншоты + комментарии к каждому пункту)**

#### **5. Результаты (графики, таблицы, код)**

#### **6. Ответы на контрольные вопросы**

#### **7. Выводы (2–3 предложения)**

Технические требования:

- Шрифт Times New Roman 12–14, интервал 1,5
- Графики в высоком разрешении (300 dpi)
- Код в моноширинном шрифте (Courier New 10)
- Нумерация страниц, рисунков, таблиц

#### **2. Порядок представления**

Срок сдачи: не позднее следующего занятия после выполнения ЛР.

Этапы представления:

text

1. Электронная сдача (до 23:59 дня выполнения)
    - Загрузить в LMS/облако группы (или на ресурс по указанию преподавателя)
    - Название файла: ЛР\_Х\_Фамилия\_Группа.docx
  2. Проверка преподавателем (1–2 дня)
    - Автоматическая проверка формата
    - Ручная проверка содержания
  3. Представление на занятиях (5 мин/студент)
    - Демонстрация работы программы "живьем"
    - Показ ключевых графиков из отчета
    - Ответ на 1–2 контрольных вопроса
  4. Финальная оценка в ведомости
3. Демонстрация программы  
Обязательно показать:
- text
- ✓ Запуск кода без ошибок
  - ✓ Корректные входные данные
  - ✓ Выходные графики/таблицы
  - ✓ Изменение параметров и повторный запуск
- Процедура оценивания: «Зачтено / Не зачтено»

### **Критерии оценивания.**

Критерии «Зачтено» (100% выполнение)

№	Критерий	Требования
1	Формат отчета	Полная структура, правильное оформление
2	Корректность программы	Код запускается, дает ожидаемый результат
3	Качество графиков	Четкие подписи осей, легенды, единицы измерения
4	Анализ результатов	Сравнение "до/после", выводы по параметрам
5	Контрольные вопросы	Все вопросы отвечены верно
6	Демонстрация	Программа работает устно/онлайн

Пример отметки "Зачтено":

text

ЛР 3 Петров И.И. гр. ГФ-21 ✓ 15.12.2025

"Программа корректно строит карты аномалий. Графики имеют подписи, анализ параметров окон фильтрации проведен. Вопросы отвечены верно"

Критерии «Не зачтено» (доработка)

№	Причина	Срок доработки
1	Отчет не сдан вовремя	+1 неделя
2	Отсутствует демонстрация программы	Немедленно
3	Критические ошибки в коде	До следующего занятия
4	Неполная структура отчета	3 дня
5	Графики без подписей/легенд	Немедленно
6	Неправильные ответы на вопросы	3 дня

Пример отметки "Не зачтено":

text

ЛР 3 Петров И.И. гр. ГФ-21 ✗ 15.12.2025

"Отчет без демонстрации. Графики без подписей осей. Доработать к 20.12.2025"

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

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

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПК-1.1	защита отчета по лабораторной работе	Студент сдает отчет по выполненной лабораторной работе, после чего проходит процедуру защиты с демонстрацией кода в математическом пакете (MATLAB/Python ) для поставленной задачи. Критерии оценивания Демонстрация кода (4 балла): корректный запуск скрипта (моделирование ДУ, визуализация данных разведки). Объяснение алгоритма (3 балла): логика решения, оптимизация, связь с профзадачами. Ответы на вопросы (3 балла): отладка, интерпретация результатов Защита длится 5–7 мин, проходной балл — 6/10 по балльно-рейтинговой

		шкале
ПК-4.5	защита отчета по лабораторной работе	<p>Студент сдает отчет по выполненной лабораторной работе, после чего проходит процедуру защиты с демонстрацией кода в математическом пакете (MATLAB/Python) для поставленной задачи.</p> <p>Критерии оценивания</p> <p>Демонстрация обработки данных (4 балла): корректный запуск скрипта (фильтрация шумов, интерполяция профилей).</p> <p>Объяснение алгоритма (3 балла): логика нормализации/визуализации, связь с геофизикой.</p> <p>Ответы на вопросы (3 балла): интерпретация результатов, оптимизация для больших массивов.</p> <p>Защита (5–7 мин), проходной балл — 6/10 по балльно-рейтинговой шкале.</p>

#### 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**

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.

В случае неудовлетворительного результата студенту предоставляется возможность пересдачи в установленные сроки. При повторном не сдаче возможна дополнительная консультация и индивидуальное собеседование.

### **6.2.2.1.2 Критерии оценивания**

<b>Зачтено</b>	<b>Не засчитано</b>
выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу его излагающему, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач;	выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может ответить на дополнительные вопросы

## **6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине**

### **6.2.2.2.1 Описание процедуры**

Защита курсового проекта

Презентация (7–10 мин):

1. Цель и задачи (1 мин)
2. Демо программы "вживую" (3 мин)
3. Ключевые результаты и графики (3 мин)
4. Выводы и перспективы (1 мин)

Критерии оценивания (100 баллов)

Критерий Баллы Требования

Содержание 30 Корректность алгоритмов, полнота реализации

Программирование 30 Качество кода, модульность, документация

Результаты 20 Точность, наглядность, анализ ошибок

Оформление 10 Структура, грамотность, ГОСТ

Защита 10 Демонстрация, ответы на вопросы

### **6.2.2.2.2 Критерии оценивания**

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
----------------	---------------	--------------------------	----------------------------

		<b>0</b>	
(85–100): Полная реализация, оригинальные решения, глубокий анализ.	"Хорошо" (70–84): Все требования выполнены, незначительные недочеты.	"Удовл." (55–69): Базовая функциональность, но без автоматизации/анализа.	(менее 55): Незавершенная работа.

### **6.2.2.3 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине**

#### **6.2.2.3.1 Описание процедуры**

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

Студенты допускаются к сдаче экзамена по дисциплине при выполнении всех запланированных форм текущего контроля согласно рабочей программе дисциплины.

#### **6.2.2.3.2 Критерии оценивания**

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
<p>Ответ полный, логичный и структурированный, раскрывает все теоретические вопросы билета. Приведены корректные определения, пояснения, примеры и ссылки на нормативные документы (при необходимости).</p> <p>Практическое задание выполнено полностью, расчеты верны, использованы правильные методы и обоснования.</p> <p>Ответ демонстрирует глубокое понимание материала,</p>	<p>Ответ в целом полный, но есть незначительные неточности или упущены отдельные детали.</p> <p>Теоретические вопросы раскрыты, приведены основные определения и примеры.</p> <p>Практическое задание выполнено правильно, но возможны несущественные ошибки или недостаточно подробные пояснения.</p> <p>Понимание материала хорошее, умение применять знания продемонстрировано</p>	<p>Ответ частичный, раскрывает основные положения, но есть существенные пробелы или ошибки в теории.</p> <p>Некоторые определения отсутствуют или даны неверно, примеры не приведены либо не соответствуют вопросу.</p> <p>Практическое задание выполнено частично, есть ошибки в расчетах или не все этапы решения отражены.</p> <p>Понимание материала поверхностное, самостоятельность ограничена.</p>	<p>Ответ не раскрывает основные вопросы билета, содержит грубые ошибки или существенные пробелы.</p> <p>Теоретические положения изложены неверно или отсутствуют.</p> <p>Практическое задание не выполнено либо выполнено неправильно, расчеты отсутствуют или неверны.</p> <p>Материал не усвоен, самостоятельность отсутствует.</p>

самостоятельность мышления и умение применять знания на практике.	но.		
---	-----	--	--

## 7 Основная учебная литература

1. Воскобойников, Ю. Е. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME / Ю. Е. Воскобойников, А. Ф. Задорожный. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 224 с. — ISBN 978-5-507-47815-6.
2. Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете МАТЧАД : учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1096-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
3. Дегтярев, В. Г. Математическое моделирование : учебное пособие / В. Г. Дегтярев. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2021. — 86 с. — ISBN 978-5-7641-1611-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
4. Кудрявцева, И. В. Решение систем уравнений в примерах в пакете MathCAD 15 : учебно-методическое пособие / И. В. Кудрявцева, С. А. Рыков, С. В. Рыков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2024 — Часть 1 : Линейные уравнения. Пересечение прямых — 2024. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Программирование на языке Python. Среды разработки PyCharm и Jupyter Note- book : учебное пособие / А. А. Бровкин, Н. А. Лаптев, А. Н. Пылькин [и др.]. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2023. — 144 с. — ISBN 978-5-9912-1001-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система

## 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.