

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Статкевич

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«16» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы технической физики»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	16.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности/ специализации	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

16.02.2026
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«16» февраля 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

16.02.2026
(подпись, дата)

В.Ф. Шишляков
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

16.02.2026
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Численные методы технической физики» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 16.03.01 «Техническая физика» направленности/специализации «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-6 «Способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проведением исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации информации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель курса – дать студентам представление о современных методах обработки информации и исследования явлений путем их численного моделирования на компьютерах, способствовать развитию их интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления в ходе проведения исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации информации.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров	ПК-6.3.1 знать принципы применения информационных технологий для расчёта технологических параметров ПК-6.У.1 уметь применять пакеты прикладных программ в рамках инженерной задачи ПК-6.В.1 владеть навыками использования компьютерных технологий в рамках профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Теория автоматического управления».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Производственная преддипломная практика»,
- «Государственная итоговая аттестация».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
--------------------	-------	---------------------------

		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, 3Э/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	22	22
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение в математическое моделирование Тема 1.1. Роль численных методов в технической физике. Тема 1.2. Основы алгоритмизации вычислительных процессов. Тема 1.3. Знакомство со средой численных расчётов.	2				2
Раздел 2. Приближенные числа и действия над ними. Тема 2.1. Представление чисел в ЭВМ. Тема 2.2. Оценка погрешности арифметических операций. Тема 2.3. Численное исследование погрешностей.	2		4		2
Раздел 3. Интерполяция функций. Тема 3.1. Постановка задачи интерполяции. Тема 3.2. Конечно-разностные схемы интерполяции. Тема 3.3. Сплайн-интерполяция.	3		4		2

<p>Раздел 4. Численное решение нелинейных уравнений.</p> <p>Тема 4.1. Отделение корней и методы половинного деления.</p> <p>Тема 4.2. Методы простых итераций и Ньютона.</p> <p>Тема 4.3. Модификации метода Ньютона. Метод секущих, метод хорд. Выбор начального приближения. Проблема кратных корней.</p> <p>Тема 4.4. Практикум: расчёт равновесных состояний.</p>	3		4		3
<p>Раздел 5. Численное решение систем линейных уравнений.</p> <p>Тема 5.1. Прямые методы (исключение Гаусса).</p> <p>Тема 5.2. Оценка обусловленности и погрешности.</p> <p>Тема 5.3. Итерационные методы.</p> <p>Тема 5.4. Практикум: расчёт электрических цепей и сеток.</p>	3		4		2
<p>Раздел 6. Численное решение систем нелинейных уравнений.</p> <p>Тема 6.1. Постановка задачи и подходы.</p> <p>Тема 6.2. Метод Ньютона для систем.</p> <p>Тема 6.3. Квазиньютоновские методы.</p> <p>Тема 6.4. Методы спуска и продолжения по параметру.</p> <p>Тема 6.5. Практикум: равновесие химической реакции.</p>	3		4		2
<p>Раздел 7. Численное интегрирование.</p> <p>Тема 7.1. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.</p> <p>Тема 7.2. Составные квадратурные формулы.</p> <p>Тема 7.3. Методы с переменным шагом (адаптивное интегрирование).</p> <p>Тема 7.4. Вычисление физических интегралов.</p>	3		4		2
<p>Раздел 8. Численное дифференцирование.</p> <p>Тема 8.1. Конечно-разностные аппроксимации производных.</p> <p>Тема 8.2. Влияние погрешностей данных.</p> <p>Тема 8.3. Расчёт скорости и ускорения.</p>	3		4		2
<p>Раздел 9. Численные методы решения ОДУ. Задача Коши.</p> <p>Тема 9.1. Основные понятия. Одношаговые методы.</p> <p>Тема 9.2. Методы Рунге-Кутты.</p> <p>Тема 9.3. Многошаговые методы (Адамса).</p> <p>Тема 9.4. Моделирование колебательных и релаксационных процессов.</p>	3		3		2

Раздел 10. Численные методы решения ОДУ. Краевая задача. Тема 10.1. Постановка краевой задачи для ОДУ. Тема 10.2. Метод стрельбы. Тема 10.3. Метод конечных разностей (разностный метод). Тема 10.4. Вариационные методы (метод Галёркина). Тема 10.5. Практикум: расчёт стационарных полей.	3		3		3
Итого в семестре:	34		34		22
Итого	34	0	34	0	22

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Введение в математическое моделирование</p> <p>Тема 1.1. Роль численных методов в технической физике</p> <p>Классификация математических моделей (аналитические, численные, имитационные). Этапы компьютерного моделирования физической задачи. Погрешности: неустранимая, методическая, вычислительная, погрешность округления.</p> <p>Тема 1.2. Основы алгоритмизации вычислительных процессов</p> <p>Понятие вычислительного алгоритма, его устойчивость и сходимость. Априорная и апостериорная оценка погрешности. Эффективность методов (затраты машинного времени и памяти).</p> <p>Тема 1.3. Практикум: знакомство со средой численных расчётов</p> <p>Обзор инструментов (Python + NumPy/SciPy, MATLAB, Octave). Первые вычислительные эксперименты: оценка погрешности округления, сравнение аналитического и численного решений тестовой задачи.</p>
2	<p>Раздел 2. Приближенные числа и действия над ними.</p> <p>Тема 2.1. Представление чисел в ЭВМ.</p> <p>Форматы с фиксированной и плавающей запятой (IEEE 754). Машинное эпсилон, потеря точности при вычитании близких чисел, накопление погрешности.</p> <p>Тема 2.2. Оценка погрешности арифметических операций.</p> <p>Прямые и обратные задачи теории погрешностей. Правила подсчёта погрешности суммы, разности, произведения, частного. Погрешность функций одной и нескольких переменных.</p> <p>Тема 2.3. Численное исследование погрешностей.</p> <p>Реализация алгоритмов суммирования рядов с чередованием знаков. Оценка влияния порядка операций на точность результата (компенсационное суммирование Кэхэна).</p>
3	<p>Раздел 3. Интерполяция функций.</p> <p>Тема 3.1. Постановка задачи интерполяции.</p>

	<p>Интерполяция и аппроксимация: различия, цели в физических экспериментах (обработка табличных данных, восполнение пропусков). Интерполяционный полином Лагранжа.</p> <p>Тема 3.2. Конечно-разностные схемы интерполяции.</p> <p>Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов (вперёд, назад). Понятие разделённых разностей.</p> <p>Тема 3.3. Сплайн-интерполяция.</p> <p>Кубические сплайны, их физическая интерпретация (модель упругой линейки). Условия гладкости, выбор краевых условий. Преимущества сплайнов перед глобальной полиномиальной интерполяцией (явление Рунге).</p> <p>Тема 3.4. Обработка экспериментальных данных.</p> <p>Построение интерполянтов для вольт-амперной характеристики диода или температурной зависимости удельного сопротивления. Оценка погрешности интерполяции.</p>
4	<p>Раздел 4. Численное решение нелинейных уравнений.</p> <p>Тема 4.1. Отделение корней и методы половинного деления.</p> <p>Локализация корней физических уравнений (уравнение состояния, закон дисперсии). Метод бисекции: сходимость, скорость, оценка погрешности.</p> <p>Тема 4.2. Методы простых итераций и Ньютона.</p> <p>Приведение уравнения к виду $x=\varphi(x)$. Достаточное условие сходимости метода простых итераций. Метод Ньютона (касательных) для скалярного уравнения: геометрическая интерпретация, квадратичная сходимость.</p> <p>Тема 4.3. Модификации метода Ньютона.</p> <p>Метод секущих, метод хорд. Выбор начального приближения. Проблема кратных корней.</p> <p>Тема 4.4. Практикум: расчёт равновесных состояний.</p> <p>Решение уравнения Ван-дер-Ваальса для нахождения объёма газа.</p> <p>Сравнение методов по числу итераций и точности.</p>
5	<p>Раздел 5. Численное решение систем линейных уравнений</p> <p>Тема 5.1. Прямые методы (исключение Гаусса)</p> <p>Алгоритм Гаусса с выбором главного элемента (частичный и полный). LU-разложение: решение систем с несколькими правыми частями. Вычисление определителя и обратной матрицы.</p> <p>Тема 5.2. Оценка обусловленности и погрешности.</p> <p>Число обусловленности матрицы. Нормы векторов и матриц. Чувствительность решения к погрешностям входных данных – примеры из физики (плохо обусловленные системы в задачах теплопроводности).</p> <p>Тема 5.3. Итерационные методы.</p> <p>Метод Якоби (простой итерации) и метод Гаусса-Зейделя. Условия сходимости (диагональное преобладание). Метод релаксации (верхней релаксации SOR).</p> <p>Тема 5.4. Практикум: расчёт электрических цепей и сеток.</p> <p>Решение системы узловых потенциалов для резистивной цепи. Сравнение прямых и итерационных методов для разреженных матриц (метод конечных разностей на сетке 50×50).</p>
6	<p>Раздел 6. Численное решение систем нелинейных уравнений.</p> <p>Тема 6.1. Постановка задачи и подходы.</p> <p>Физические примеры: термодинамическое равновесие многокомпонентной системы, расчёт стационарных состояний нелинейного осциллятора. Отличия от скалярного случая.</p> <p>Тема 6.2. Метод Ньютона для систем.</p>

	<p>Якобиан, итерационная формула. Решение системы линейных уравнений на каждом шаге. Требования к начальному приближению.</p> <p>Тема 6.3. Квазиньютоновские методы.</p> <p>Метод Бroyдена – аппроксимация обратного якобиана. Сравнение с полным методом Ньютона по затратам.</p> <p>Тема 6.4. Методы спуска и продолжения по параметру.</p> <p>Градиентные методы для поиска корней как минимизация невязки. Метод продолжения решения по параметру для сильно нелинейных задач.</p> <p>Тема 6.5. Практикум: равновесие химической реакции.</p> <p>Расчёт состава смеси по заданным константам равновесия (система нелинейных уравнений). Реализация метода Ньютона с численным вычислением якобиана.</p>
7	<p>Раздел 7. Численное интегрирование.</p> <p>Тема 7.1. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.</p> <p>Формулы прямоугольников (левых, правых, средних), трапеций, Симпсона (парабол). Порядок точности и погрешность на гладких функциях.</p> <p>Тема 7.2. Составные квадратурные формулы.</p> <p>Разбиение отрезка на подынтервалы. Зависимость погрешности от шага. Правило Рунге для практической оценки погрешности.</p> <p>Тема 7.3. Методы с переменным шагом (адаптивное интегрирование).</p> <p>Автоматический выбор шага для достижения заданной точности в областях быстрого изменения подынтегральной функции (например, лоренциан, резонансные кривые).</p> <p>Тема 7.4. Вычисление физических интегралов.</p> <p>Расчёт полной энергии по спектральной плотности, работы газа в цикле, интегралов перекрывания волновых функций. Сравнение методов на тесте $\int_0^1 \sqrt{x} dx$ (особенность на границе).</p>
8	<p>Раздел 8. Численное дифференцирование.</p> <p>Тема 8.1. Конечно-разностные аппроксимации производных.</p> <p>Формулы первого и второго порядка точности (двухточечная, трёхточечная). Аппроксимация второй производной. Оценка погрешности через разложение в ряд Тейлора.</p> <p>Тема 8.2. Влияние погрешностей данных.</p> <p>Проблема неустойчивости при дифференцировании зашумленных экспериментальных данных. Методы регуляризации (сглаживание сплайном, метод Савицкого-Голая).</p> <p>Тема 8.3. Расчёт скорости и ускорения.</p> <p>Обработка данных с датчика положения (реальная или синтезированная траектория с шумом). Сравнение численного дифференцирования с аналитическим эталоном. Использование сглаживающих фильтров.</p>
9	<p>Раздел 9. Численные методы решения ОДУ. Задача Коши.</p> <p>Тема 9.1. Основные понятия. Одношаговые методы.</p> <p>Постановка задачи Коши для нормальной системы ОДУ (физические примеры: движение заряженной частицы, радиоактивный распад). Метод Эйлера, его погрешность, модифицированный метод Эйлера.</p> <p>Тема 9.2. Методы Рунге-Кутты.</p> <p>Семейство методов: Рунге-Кутта 2-го порядка (уточнённый метод Эйлера, метод Хойна), классический метод 4-го порядка. Контроль шага по правилу Рунге.</p> <p>Тема 9.3. Многошаговые методы (Адамса).</p>

	<p>Экстраполяционные и интерполяционные формулы Адамса-Бэшфорта и Адамса-Моултона. Предиктор-корректор. Устойчивость жёстких задач (понятие жёсткости ОДУ).</p> <p>Тема 9.4. Моделирование колебательных и релаксационных процессов. Решение уравнения математического маятника (сравнение методов Рунге-Кутты 2-го и 4-го порядка). Моделирование распада цепочки изотопов (система ОДУ). Демонстрация жёсткости на примере химической кинетики.</p>
10	<p>Раздел 10. Численные методы решения ОДУ. Краевая задача.</p> <p>Тема 10.1. Постановка краевой задачи для ОДУ.</p> <p>Физические примеры: изгиб балки, стационарное распределение температуры в стержне, квантово-механическая задача о частице в яме. Виды краевых условий (Дирихле, Неймана, смешанные).</p> <p>Тема 10.2. Метод стрельбы.</p> <p>Сведение к задаче Коши путём подбора недостающих начальных условий. Решение нелинейного уравнения относительно параметра стрельбы. Проблемы неустойчивости («жёсткая стрельба»).</p> <p>Тема 10.3. Метод конечных разностей (разностный метод).</p> <p>Дискретизация ОДУ на сетке, аппроксимация производных конечными разностями. Получение системы линейных уравнений (трёхдиагональная матрица). Метод прогонки (алгоритм Томаса).</p> <p>Тема 10.4. Вариационные методы (метод Галёркина).</p> <p>Интегральное тождество, выбор базисных функций. Применение к уравнению теплопроводности с источником. Связь с методом конечных элементов (введение в МКЭ).</p> <p>Тема 10.5. Практикум: расчёт стационарных полей.</p> <p>Решение краевой задачи для уравнения Пуассона (например, потенциал между двумя коаксиальными цилиндрами). Сравнение метода стрельбы и метода конечных разностей. Оценка сходимости по сетке.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Оценка погрешности вычислений при суммировании знакопеременных рядов	4	4	2
2	Построение интерполяционных полиномов Лагранжа и кубических сплайнов по табличным данным	4	4	3
3	Решение нелинейного уравнения методами	4	4	4

	половинного деления и Ньютона (на примере уравнения состояния газа)			
4	Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента	4	4	5
5	Численное решение системы нелинейных уравнений, описывающей химическое равновесие	4	4	6
6	Сравнение квадратурных формул прямоугольников, трапеций и Симпсона при вычислении физических интегралов	4	4	7
7	Численное дифференцирование зашумленной траектории: методы конечных разностей и сглаживание	4	4	8
8	Моделирование движения математического маятника методами Рунге-Кутты 2-го и 4-го порядка точности	3	3	9
9	Решение краевой задачи для уравнения изгиба балки методом конечных разностей (трёхдиагональная прогонка)	3	3	10
Всего		34	34	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	12	12
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	22	22

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://urait.ru/bcode/585094 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Гателюк, О. В. Численные методы : учебник для вузов / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Манюкова. Москва : Издательство Юрайт, 2026. 110 с. (Высшее образование). Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	
https://urait.ru/bcode/584036 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Потапов, А. П. Математический анализ. Дифференциальное исчисление ФНП, уравнения и ряды : учебник и практикум для вузов / А. П. Потапов. Москва : Издательство Юрайт, 2026. 379 с. (Высшее образование). Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	
https://urait.ru/bcode/584681 <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Толпегин, О. А. Математическое программирование. Вариационное исчисление : учебник для вузов / О. А. Толпегин. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2026. 233 с. (Высшее образование). Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Материалы для выполнения лабораторных работ, индивидуальные варианты для их выполнения, а также электронный лекционный материал по дисциплине размещаются внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения» в течение учебного семестра
https://lms.guap.ru	Тестирования для проведения промежуточной аттестации размещаются в системе дистанционного обучения ГУАП в течение учебного семестра

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	MathWorks MATLAB (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
4	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)
5	Mathcad - (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
2	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по точке доступа Wi-Fi.	
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; панель интерактивная/телевизор; Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 13 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по	21-12, 21-13 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	локальной вычислительной сети.	
3	Помещение для самостоятельной работы, Интернет-класс. Специализированная мебель, возможность подключения к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации. 10 ПК, Принтер лазерный HPLJP4515n, Принтер HP LaserJetEnterprise 600 M602dn.	12-16 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 85% до 100% тестовых заданий.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 84% тестовых заданий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Вам необходимо решить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с разреженной матрицей размера 50000×50000.</p>	ПК-6.3.1

	<p>Какой метод и пакет вы выберете для минимизации времени счета?</p> <p>1. Метод Гаусса с полным выбором главного элемента в MATLAB (оператор \)</p> <p>2. Итерационный метод GMRES из библиотеки <code>scipy.sparse.linalg</code></p> <p>3. Реализация метода Крамера на языке C++ (самописная)</p> <p>4. Метод обратной матрицы в Excel</p> <p>Правильный ответ: 2</p> <p>Обоснование: Для больших разреженных систем прямые методы (Гаусс) требуют много памяти и времени из-за заполнения; метод Крамера неприемлем по сложности. GMRES – эффективный итерационный метод для разреженных матриц, реализованный в SciPy. Excel не подходит для такого размера.</p>													
2	<p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>Какие из перечисленных инструментов и технологий необходимы для разработки веб-сервиса, который принимает параметры потока, вызывает численный решатель ОДУ на удаленном сервере и возвращает график решения? Выберите все подходящие варианты.</p> <p>А. Веб-фреймворк (Flask, Django или FastAPI)</p> <p>Б. Библиотека для научных вычислений (NumPy/SciPy)</p> <p>В. Текстовый редактор Vim (только для написания кода)</p> <p>Г. Протокол HTTP и клиент-серверная архитектура</p> <p>Д. Система управления базами данных MySQL (обязательно)</p> <p>Правильные варианты: А, Б, Г</p> <p>Обоснование:</p> <p>А – нужен для создания веб-эндпоинтов.</p> <p>Б – для численного решения ОДУ.</p> <p>Г – для сетевого взаимодействия.</p> <p>В – не обязателен (можно использовать любой редактор, это не технология выполнения).</p> <p>Д – база данных может не потребоваться, если сервис работает без сохранения состояния, не обязательна.</p>	ПК-6.У.1												
3	<p>3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p>Вопрос:</p> <p>Соотнесите название технологии/пакета с её типичным применением в инженерных расчетах.</p> <table><tr><td></td><td>Название</td><td></td><td>Типичное применение</td></tr><tr><td>А</td><td>PostgreSQL</td><td>1</td><td>Хранение и индексирование больших объёмов данных параметров технологических процессов</td></tr><tr><td>Б</td><td>MATLAB Parallel Computing Toolbox</td><td>2</td><td>Распределение вычислений на</td></tr></table>		Название		Типичное применение	А	PostgreSQL	1	Хранение и индексирование больших объёмов данных параметров технологических процессов	Б	MATLAB Parallel Computing Toolbox	2	Распределение вычислений на	ПК-6.В.1
	Название		Типичное применение											
А	PostgreSQL	1	Хранение и индексирование больших объёмов данных параметров технологических процессов											
Б	MATLAB Parallel Computing Toolbox	2	Распределение вычислений на											

				многоядерном процессоре или кластере							
	В	Docker	3	Контейнеризация расчётного приложения для воспроизводимости на разных серверах							
	Г	REST API	4	Организация сетевого взаимодействия между веб-интерфейсом и решателем							
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:											
А		Б		В	Г						
Ответ:											
А		Б		В	Г						
1.		2.		3.	4.						
4	4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Расположите этапы обработки экспериментальных данных (с шумом) для получения производной методом численного дифференцирования: А. Сглаживание данных (например, методом Савицкого-Голая) Б. Запись экспериментальных точек (t, x(t)) в файл В. Вычисление конечных разностей (производной) Г. Визуализация исходных и сглаженных данных Д. Оценка погрешности дифференцирования (сравнение с эталоном, если известен) Внесите в таблицу соответствующую последовательность букв слева направо.					ПК-6.3.1					
	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>										
	Ответ:										
	<table><tr><td>Б)</td><td>А)</td><td>В)</td><td>Г)</td><td>Д)</td></tr></table>						Б)	А)	В)	Г)	Д)
	Б)	А)	В)	Г)	Д)						
5	5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Вопрос: Вам поручено модернизировать существующую расчетную программу на Fortran, которая читает входные данные из текстовых файлов и пишет результаты в файлы. Требуется внедрить современные информационные технологии: <ul style="list-style-type: none">• перейти на использование базы данных для хранения параметров;• добавить сетевой интерфейс для удаленного запуска;• сохранить численное ядро на Fortran (без переписывания). Опишите, как можно решить эту задачу (технологии, взаимодействие процессов, форматы данных). Приведите пример команд для компиляции и запуска. Ответ:					ПК-6.У.1					

	<p>Обернуть Fortran-программу в функцию, вызываемую из Python через ctypes или f2py.</p> <p>Создать REST API на Flask, который принимает JSON с параметрами.</p> <p>Параметры извлекаются из PostgreSQL (или SQLite) по ID расчета.</p> <p>Результаты записываются обратно в БД.</p> <p>Пример: python app.py вызывает скомпилированную библиотеку ./libsims.so.</p>	
--	--	--

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших

достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий
Учебным планом не предусмотрено

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задания и требования к проведению лабораторных работ приведены в следующих источниках:

Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2026. 356 с. (Высшее образование). Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/582717> *Режим доступа: для авторизованных пользователей.*

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего задание на лабораторную работу, краткие теоретические сведения по теме работы, описание схем и алгоритмов, использованных при выполнении работы, результаты вычислительных экспериментов в виде графиков (диаграмм), а также выводы по итогам проделанной работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/c/regdocs/docs/nir>

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости (ТКУ) осуществляется путем проведения двух контрольных работ в семестре, а также путем оценки выполнения лабораторных работ.

В случае невыполнения условий ТКУ обучающийся при прохождении промежуточной аттестации не может получить оценку выше, чем «удовлетворительно».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится в формате тестирования в системе дистанционного обучения ГУАП lms.guap.ru в компьютерном классе ГУАП, оснащенном соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Тестирование содержит 20 случайных вопросов, время выполнения тестирования – 15 минут. В случае сдачи всех лабораторных работ в семестре на положительную оценку применяется шкала оценивания тестирования согласно критериям оценки уровня сформированности компетенций (табл. 14). В случае, если не выполнены лабораторные работы в семестре, на экзамене студент не может получить оценку выше, чем «удовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой