

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вычислительная математика»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности/ специализации	Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

д-р физ.-мат. наук

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)



Ю.А Пичугин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«08» декабря 2025 г, протокол № 05

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н.,доц.

(уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)



А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)



Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Вычислительная математика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» направленности/специализации «Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-2 «Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач»

ОПК-5 «Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами численных методов решения задач линейной алгебры и дифференциальных уравнений, приемами формализации прикладных задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (4 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

Воспитать достаточно высокую математическую культуру, научить студентов методам решения задач, использующих аппарат вычислительной математики. Дисциплина базируется на математических разделах, необходимых студентам соответствующих специальностей при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, при расчетах, связанных с выполнением курсовых и дипломных работ.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.3.1 знать математические методы, математические пакеты и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач ОПК-2.У.1 уметь адаптировать математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач ОПК-2.В.1 владеть навыками выбора математического метода для решения задачи и оценки границ применимости метода
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.3.1 знать основные алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения при решении задач цифровизации в области профессиональной деятельности ОПК-5.У.1 уметь разрабатывать и применять алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения при решении задач цифровизации в области профессиональной деятельности ОПК-5.В.1 владеть практическими навыками разработки и применения алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения при решении задач цифровизации в области профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Математический анализ»,
- «Информатика».

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

- «Математическое моделирование»,
- «Анализ данных»,
- «Теория управления».

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
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
Самостоятельная работа, всего (час)	49	49
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) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Погрешность вычислений Тема 1.1. Погрешность чисел. Погрешность арифметических операций. Тема 1.2. Погрешность вычисления функций. Особенности машинной арифметики. Тема 1.3. Корректность и обусловленность вычислительной задачи.	2	2	-	-	4

Раздел 2. Приближение функций Тема 2.1. Задача интерполяции. Полиномиальная интерполяция. Тема 2.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Тема 2.3. Интерполяционный многочлен Ньютона. Тема 2.4. Метод наименьших квадратов.	6	8	-	-	7
Раздел 3. Численное дифференцирование и интегрирование Тема 3.1. Формулы первой и второй производной. Тема 3.2. Обусловленность численного дифференцирования. Тема 3.3. Квадратурные формулы. Тема 3.4. Погрешность квадратурных формул.	6	4	-	-	7
Раздел 4. Решение нелинейных уравнений и систем Тема 4.1. Основные методы решения нелинейных уравнений. Тема 4.2. Методы Ньютона для решений нелинейных систем уравнений. Тема 4.3. Сходимость методов.	4	4	-	-	8
Раздел 5. Решение систем линейных алгебраических уравнений Тема 5.1. Норма вектора и норма матрицы. Тема 5.2. Метод Гаусса. Тема 5.3. Метод простых итераций и метод Зейделя. Тема 5.4. Сходимость и обусловленность.	6	8	-	-	8
Раздел 6. Собственные значения симметричной матрицы Тема 6.1. Сингулярное разложение вещественной матрицы. Тема 6.2. Метод итераций. Тема 6.3. Приложение к анализу сингулярного спектра. Тема 6.4. Метод вращений.	6	4	-	-	8
Раздел 7. Задача Коши Тема 7.1. Решение с помощью ряда Тейлора. Тема 7.2. Метод Эйлера и методы Рунге-Кутты. Тема 7.3. Анализ погрешностей.	4	4	-	-	7
Итого в семестре:	34	34			49
Итого	34	34	0	0	49

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	Погрешность вычислений Погрешность чисел. Причины возникновения погрешности. Погрешность арифметических операций. Погрешность вычисления функций. Особенности машинной арифметики.

	Корректность и обусловленность вычислительной задачи.
2	Приближение функций Задача интерполяции. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Конечные разности. Разделенные разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность интерполяции. Метод наименьших квадратов.
3	Численное дифференцирование и интегрирование Формулы первой и второй производной. Погрешность и обусловленность численного дифференцирования. Квадратурные формулы: прямоугольника, трапеции, параболы (Симпсона). Погрешность квадратурных формул.
4	Решение нелинейных уравнений и систем Основные методы решения нелинейных уравнений (половинное деление, метод хорд, метод касательной (Ньютона), модифицированный метод Ньютона, простые итерации. Методы Ньютона (основной и модифицированный для) решений систем нелинейных уравнений. Применение метода Ньютона-Канторовича к задаче поиска экстремума функции нескольких переменных. Сходимость методов.
5	Раздел 5. Решение систем линейных алгебраических уравнений Норма вектора. Эквивалентность норм. Норма матрицы. Операторная норма. Метод Гаусса. Метод простых итераций. Метод Зейделя. Сходимость и обусловленность.
6	Раздел 6. Собственные значения симметричной матрицы Сингулярное разложение вещественной матрицы. Соотношение между сингулярными числами и спектром матрицы. Вещественность спектра симметричной матрицы. Метод итераций фон Мизеса. Приложение к анализу сингулярного спектра. Метод вращений.
7	Раздел 7. Задача Коши Решение с помощью ряда Тейлора. Тема 7.2. Метод Эйлера и методы Рунге-Кутты. Согласованность с рядом Тейлора, порядок метода Рунге-Кутты. Численное решение системы дифференциальных уравнений. Анализ погрешностей численного решения.

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
Семестр 4					
1	Определение абсолютной и относительной погрешностей приближенных чисел. Оценка погрешности.	Практическое занятие	2		1
2	Построение многочлена Лагранжа.	Практическое занятие	2		2

3	Построение многочлена Ньютона с разделенными разностями.	Практическое занятие	2		2
4	Интерполирование данных.	Практическое занятие	2		2
5	Аппроксимация функции методом наименьших квадратов.	Практическое занятие	2		2
6	Численное дифференцирование	Практическое занятие	2		3
7	Численное и интегрирование	Практическое занятие	2		3
8	Решение нелинейного уравнения различными методами.	Практическое занятие	4		4
9	Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона.	Практическое занятие	2		4
10	Решение системы линейных уравнений методом Гаусса	Практическое занятие	2		5
11	Численное решение системы линейных уравнений методом простых итераций.	Практическое занятие	2		5
12	Численное решение системы линейных уравнений методом Зейделя.	Практическое занятие	2		5
13	Вычисление собственных значений симметричной матрицы методом итераций.	Практическое занятие	2		6
14	Вычисление собственных значений симметричной матрицы методом вращений.	Практическое занятие	2		6
15	Численное решение задачи Коши.	Практическое занятие	2		7
16	Численное решение системы	Практическое занятие	2		7

	дифференциальных уравнений.				
Всего			34		

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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

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 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	31	31
Курсовое проектирование (КП, КР)	–	–
Расчетно-графические задания (РГЗ)	–	–
Выполнение реферата (Р)	–	–
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	9	9
Домашнее задание (ДЗ)	–	–
Контрольные работы заочников (КРЗ)	–	–
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	9	9
Всего:	49	49

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)
519.6/8/Б73-241621	Вычислительная математика и программирование: учебное пособие / Ю. П. Боглаев. - Москва: Высш. шк., 1990. - 544 с.	43
519.6/.8 В19	Васильев, Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач : учебное пособие / Ф. П. Васильев. - М.: Наука, 1980. - 518 с.	5
519.6/.8 Г12	Гавурин, М. К. Лекции по методам вычислений: учебное пособие / М. К. Гавурин. - Москва: Наука : Физматлит, 1971. - 248 с.	3
519.6/.8 Д30	Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. - 3-е изд., испр. - М.: Наука, 1966. - 664 с.	1
<i>URL адрес</i>	<i>Наименование электронного учебного издания</i>	
https://e.lanbook.com/book/239795	Федосеев, А.М. Вычислительная математика (теория и практика): учеб.-метод пособие / А.М. Федосеев. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2021. - 208 с.	ЭБС «Лань»

**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
http://www.math-net.ru	Общероссийский математический портал
http://e.lanbook.com/view	ЭБС «Лань»

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
	Не предусмотрено

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
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	24-12

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	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты*; Тесты.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

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 90% 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 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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»	– 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
1	1. Можете назвать главную причину погрешности вычислений? 2. Объясните, чем знание относительной погрешности удобнее знания абсолютной? 3. Сформулируйте условие, которым определяется верная значащая цифра. 4. Можете ли вы назвать понятие математического анализа, которое лежит в основе формулы погрешности, которая возникает при вычислении значений функции нескольких переменных?	ОПК-2.3.1

	5. Объясните в двух словах какое геометрическое сходство метода наименьший квадратов и ортогональной проекции вектора?	
2	6. Можно ли построить два различных интерполяционных многочлена n -ой степени, принимающих заданные значения в $n+1$ точке? 7. Напишите формулу интерполяционного многочлена Лагранжа. 8. В чем состоит смысл перехода от конечных разностей к разделенным разностям? 9. С чем можно сравнить интерполяционный многочлен Ньютона? 10. На чем основано решение нелинейных уравнений методом половинного деления.	ОПК-2.У.1
3	11. Нарисуйте иллюстрацию к методу хорд для решения нелинейных уравнений и дайте объяснение. 12. Нарисуйте иллюстрацию к методу Ньютона для решения нелинейных уравнений и дайте объяснение. 13. В чем суть модификации метода Ньютона для решения нелинейных уравнений? 14. Сформулируйте условие сходимости метода простых итераций для решения нелинейных уравнений. 15. Перечислите известные вам нормы вектора.	ОПК-2.В.1
4	16. Верно ли, что все векторные нормы эквивалентны? 17. Можно ли определить норму матрицы используя норму вектора? 18. Дает ли какое-либо преимущество использование метода Гаусса-Жордана по сравнению с методом Гаусса при решении системы линейных уравнений? 19. Объясните, в чем преимущество метода Зейделя над методом простых итераций для решения системы линейных уравнений? 20. Верно ли, что спектр вещественной симметричной матрицы всегда вещественен?	ОПК-5.3.1
5	21. Назовите известные вам методы вычисления спектра симметричной матрицы. 22. Объясните геометрический смысл сингулярного разложения произвольной квадратной вещественной матрицы. 23. Сформулируйте определение сжимающего отображения. 24. Напишите итерационную формулу решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона. 25. Объясните в двух словах суть модификации метода Ньютона для решения систем нелинейных уравнений.	ОПК-5.У.1
6	26. Какая простая идея лежит в основе численной аппроксимации производных? 27. Порядок метода Рунге-Кутты решения задачи Коши определяется максимальной... (закончите фразу). 28. Объясните почему формулы численного интегрирования называются «квадратурными»? 29. Назовите известные вам квадратурные формулы.	ОПК-5.В.1

	<i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): А, С, В.</i>	
5	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. При решении систем линейных уравнений применяют итерационные методы: метод простых итераций и метод Зейделя. Что является условием сходимости этих методов, чем принципиально отличается метод Зейделя от обычного метода итераций и что это дает? <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</i> Метод Зейделя повышает скорость сходимости.</p>	
6	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. λ называется собственным числом матрицы A, если для некоторого ненулевого вектора X выполняется равенство $AX = \lambda X$. Множество всех собственных чисел матрицы называется: А) следом; В) спектром; С) характеристикой; Д) детерминантом. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</i> С.</p>	ОПК-2.В.1
7	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Спектр симметричной матрицы можно вычислить А) методом итераций; Б) методом прогонки; В) методом вращений; Г) методом Гаусса. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</i> А, В.</p>	ОПК-5.3.1
8	<p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце, где указана оценка погрешности, и объясните все элементы формул правого столбца (M_n - максимум модуля n-й производной на $[a; b]$, h - шаг интегрирования). А) Метод прямоугольников; А) $M_2(b - a) \cdot h^2/12$; В) Метод трапеций; В) $M_2(b - a) \cdot h^2/24$; С) Метод парабол. С) $M_4(b - a) \cdot h^4/2880$. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ) (пр./л.):</i> А/А, В/В, С/С.</p>	
9	<p>Один цикл вычисления итерационным методом собственных значений симметричной матрицы C состоит из следующих действий. Запишите соответствующую правильному порядку этих действий последовательность букв слева направо. $\ X_0\ = 1$ А) $\cos(\varphi_m) := X_m^T X_{m+1}$; Б) $l_m := X_m^T X_{m+1}$; В) $X_{m+1} := \ X_{m+1}\ ^{-1} X_{m+1}$; Г) $X_{m+1} := CX_m$. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</i> Г, Б, В, А.</p>	
10	<p>Сформулируйте теорему о неподвижной точке и приведите примеры ее применения в вычислительной математике. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</i> В итерационных методах.</p>	
11	<p>Порядок метода Рунге-Кутты численного решения задачи Коши определяется (выберите правильный ответ): А) количеством элементов формулы; В) максимальной степенью шага интегрирования; С) минимальной степенью шага интегрирования; Д) числом вхождений шага интегрирования в итерационную формулу. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ):</i> В.</p>	ОПК-5.У.1
12	<p>Предположим, что дана таблица значений функции. Какими методами можно построить интерполяционный многочлен степени равной $n-1$,</p>	

	где n – число табличных значений? А) Чебышева; В) Ньютона; С) Гаусса; D) Лагранжа. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): В, D.</i>	ОПК-5.В.1
13	Пусть I – единичная матрица; A – диагональная; P и Q – различные ортогональные матрицы. Каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце и дайте объяснение. А) диагональная матрица; А) $PA P^T$; В) симметричная недиагональная матрица; В) $PA Q^T$; С) квадратная матрица. С) $P I P^T$. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ) (пр./л.):</i> А/С, В/А, С/В.	
14	Дана последовательность векторных норм. Расположите буквы слева направо так, чтобы между этими нормами выполнялось неравенство \leq . А) $\ X\ _1$; В) $\ X\ _2$; С) $\ X\ _\infty$. <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): С, В, А.</i>	
15	По таблице содержащей n значений функции строится интерполяционный многочлен $(n-1)$ -й степени. 1) Сколько различных многочленов можно построить? 2) Какую роль в этом вопросе играет определитель Вандермонда? Дайте развернутые ответы на эти вопросы <i>Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1) Один; 2) Обеспечивает условия выполнения теоремы Крамера.</i>	

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:

- Определения математических терминов.
- Формулировка теоремы.
- Доказательство теоремы.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

11.3. 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.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

11.4. 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.

11.5. 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».

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
?	Было: лекции 17 ч., П/З 17 ч.	?	
	Стало: лекции 34 ч., П/З 34 ч.		