

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

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

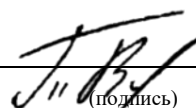
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)



«20» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вычислительная математика»

(Наименование дисциплины)


Код направления подготовки/ специальности	23.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Технология транспортных процессов
Наименование направленности	Организация перевозок и управление в единой транспортной системе
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н.
(должность, уч. степень, звание)

 05.02.2025
(подпись, дата)


М. Г. Жучкова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«05» февраля 2025 г, протокол № 7/24 - 25

Заведующий кафедрой № 2

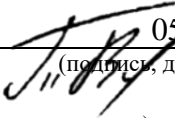
д.ф.-м.н., проф.
(уч. степень, звание)

 05.02.2025
(подпись, дата)

В.Г. Фарафонов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

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

 05.02.2025
(подпись, дата)

В.Е. Таратун
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Вычислительная математика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 27.03.03 «Системный анализ и управление» направленности «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ОПК-1 «Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики»

ОПК-2 «Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)»

ОПК-3 «Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами численных методов решения задач линейной алгебры, традиционных задач анализа (аппроксимация функций, численное дифференцирование и численное интегрирование) и дифференциальных уравнений.

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.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков для решения задач, использующих аппарат вычислительной математики. Дисциплина базируется на математических разделах, необходимых студентам 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
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.1 знать виды ресурсов и ограничения для решения поставленных задач УК-2.У.1 уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения УК-2.У.3 уметь выдвигать альтернативные варианты действий с целью выбора оптимальных способов решения задач, в том числе с помощью цифровых средств
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.3.1 знает основные положения, законы и методы естественных наук и математики ОПК-1.У.1 умеет применять базовые естественнонаучные и математические знания для решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.В.1 владеет навыками решения профессиональных задач на основе базовых естественнонаучных и математических знаний
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных	ОПК-2.3.1 знает профильные разделы математических и естественнонаучных дисциплин

	дисциплин (модулей)	
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	ОПК-3.3.1 знает методики получения математических моделей реальных технических объектов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

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

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

- «Методы построения моделей динамических систем».

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)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
Самостоятельная работа, всего (час)	30	30
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

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 (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Аналитические основы вычислительной математики	4	1			3
Раздел 2. Численные методы решения уравнений и систем уравнений	4	6			3
Раздел 3. Прямые методы решения проблемы собственных значений	3	-			4
Раздел 4. Частичная проблема собственных значений	3	-			4
Раздел 5. Итерационные методы решения полной проблемы собственных значений	4	-			4
Раздел 6. Численное дифференцирование функций. Интерполяционные формулы.	4	4			3
Раздел 7. Численные методы приближения функций	4	2			3
Раздел 8. Численное интегрирование функций	4	2			3
Раздел 9. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений	4	2			3
Итого в семестре:	34	17			30
Итого	34	17	0	0	30

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	Аналитические основы вычислительной математики. Погрешности численного решения. Метрические пространства. Операторы и функционалы. Метод последовательных приближений (теорема Банаха). Линейные пространства. Нормированные пространства. Пространства со скалярным произведением.
2	Численные методы решения уравнений и систем уравнений. Итерационные методы решения нелинейных уравнений. Метод половинного деления (метод бисекции или метод дихотомии). Метод хорд. Метод касательных (метод Ньютона). Метод итераций для нелинейных уравнений. Метод итераций для линейных систем. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Решение систем линейных уравнений с матрицами специального вида (трехдиагональные матрицы).

3	Прямые методы решения проблемы собственных значений. Постановка задачи и методов ее решения. Устойчивость проблемы собственных значений. Метод Гивенса. Метод Данилевского. Метод Леверье. Метод Фаддеева.
4	Частичная проблема собственных значений. Степенной метод и его модификации. Методы, основанные на максимизации отношения Релея. Уточнение изолированного собственного значения и вычисление соответствующего ему собственного вектора.
5	Итерационные методы решения полной проблемы собственных значений. Метод Якоби. Уточнение собственных значений. Метод бисекции. Алгоритм LR. Алгоритм QR.
6	Численное дифференцирование функций. Интерполяционные формулы. Интерполирование функций. Интерполяция сплайнами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Многочлены Чебышева. Дифференцирование на основе интерполяционной формулы Ньютона. Дифференцирование на основе формулы Стирлинга. Дифференцирование на основе интерполяционной формулы Лагранжа.
7	Численные методы приближения функций. Аппроксимация функций в среднеквадратичной метрике. Приближение функций алгебраическими многочленами. Ортогональные многочлены. Многочлены Лежандра. Многочлены Лагерра. Многочлены Эрмита. Приближение функций тригонометрическими многочленами.
8	Численное интегрирование функций. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формула трапеций. Формула Симпсона (формула парабол). Формулы Ньютона-Котеса высших порядков.
9	Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Метод Адамса.

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	Аналитические основы вычислительной математики	Решение задач	1		1
2	Итерационные методы решения нелинейных уравнений	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		2
3	Решение линейных систем методом итераций	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		2

4	Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		2
5	Интерполяционный многочлен Лагранжа	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		6
6	Дифференцирование на основе интерполяционных формул Ньютона и Стирлинга	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		6
7	Аппроксимация функций в среднеквадратичной метрике	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		7
8	Численное интегрирование функций	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		8
9	Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		9
Всего			17		

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. Курсовое проектирование/ выполнение 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)	10	10

Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	6	6
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	30	30

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

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)
Электронный ресурс	Ассаул, В. Н. Вычислительная математика: учебно-методическое пособие / В. Н. Ассаул, М. М. Галилеев, Г. Н. Дьякова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2023. – 72 с.	-
Электронный ресурс	Бутенина, Д. В. Вычислительная математика: учебное пособие / Д. В. Бутенина, А. В. Стрепетов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2007. - 87 с.	-
https://e.lanbook.com/book/126099	Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 636 с.	ЭБС Лань
https://e.lanbook.com/book/210674	Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — 8-е	ЭБС Лань

	изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с.	
https://e.lanbook.com/book/254663	Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 252 с.	ЭБС Лань
https://e.lanbook.com/book/210437	Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 400.	ЭБС Лань
https://e.lanbook.com/book/171859	Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 368 с.	ЭБС Лань
004.4 К 60	Колдаев, В. Д. Численные методы и программирование: учебное пособие / В. Д. Колдаев. – М.: ФОРУМ-ИНФРА – М, 2009 -288 с.	4
519.6/8 ПЗЗ	Пирумов, У. Г. Численные методы: учебное пособие / У. Г. Пирумов – М.: Дрофа, 2003 – 221с.	14

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://intuit.ru	Интуит (национальный открытый университет)
https://e.lanbook.com/books	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
https://znanium.com/catalog/books	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012

https://lms.guap.ru	Система дистанционного обучения ГУАП
https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm	Международный научно-образовательный сайт EqWorld
http://mathprofi.ru	Примеры задач с решениями
https://ru.onlinemschool.com/math/assistance	Онлайн калькулятор для математических расчетов

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	Microsoft Windows 7 договор № 110-7 от 28.02.2019
2	MS Office 2016 Professional Plus Лицензия номер 68710015 Договор 809-3 от 04.07.2017

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	Мультимедийная лекционная аудитория	

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; Задачи; 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»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«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.
«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.

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	Решите задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка $y' = 0.212(x^2 + \cos(1.2x)) + 1.544y$	УК-2.3.1
2	Выпишите квадратурную формулу Ньютона-Котеса. Сформулируйте и докажите свойства коэффициентов Котеса.	УК-2.3.1
3	Опишите алгоритм исключения Жордана решения системы линейных алгебраических уравнений.	ОПК-1.У.1

4	Заданы функции $x(t)=t^{3/2}$, $y(t)=t^4$, являющиеся элементами пространства $L_2[(0,1)]$. Вычислить нормы элементов x , y , $x+y$ и проверить выполнение неравенства для норм $\ x+y\ \leq \ x\ + \ y\ $.	ОПК-1.3.1															
5	Опишите схему вычисления обратной матрицы методом исключения Гаусса.	УК-2.3.1															
6	Выпишите формулу для вычисления определителя матрицы методом исключения Гаусса.	УК-2.3.1															
7	Опишите алгоритм исключения Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений с полным выбором.	УК-2.У.3															
8	Перечислите прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	УК-2.3.1															
9	Опишите алгоритм метода прогонки решения систем с матрицей специального вида: трехдиагональной матрицей.	УК-2.3.1															
10	Назовите число обусловленности матрицы системы: $\begin{cases} 5x-3.31y=1.69 \\ 6x-3.97y=2.03 \end{cases}$ Как изменится решение этой системы при переходе к системе с той же матрицей и правой частью $(1.7; 2)^t$? Обоснуйте свой ответ.	УК-2.У.3															
11	Назовите определение полной системы функций. Приведите примеры. Разложите функцию $f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ 1, & x \geq 0 \end{cases}$ по системе полиномов Лежандра в пространстве $L_2[-1,1]$.	ОПК-1.В.1															
12	Определите число обусловленности матрицы $\begin{pmatrix} \varepsilon & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \varepsilon & 0 & \dots & 0 \\ \dots & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \varepsilon \end{pmatrix}$	УК-2.3.1															
13	Оценить погрешность приближения функции $f(x)=\sqrt{x}$ в точке $x=116$ с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа второй степени, построенного с узлами $x_0=100$, $x_1=121$, $x_2=144$.	УК-2.3.1															
14	Постройте интерполяционный многочлен Лагранжа по следующим данным: <table><tr><td>i</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>x_i</td><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>5</td></tr><tr><td>f_i</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>5</td></tr></table>	i	0	1	2	3	x_i	0	2	3	5	f_i	1	3	2	5	ОПК-1.В.1
i	0	1	2	3													
x_i	0	2	3	5													
f_i	1	3	2	5													
15	Найдите норму обратной матрицы $\begin{pmatrix} 1 & -a & a^2 \\ 0 & 1 & -a \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	УК-2.3.1															
16	Назовите определение полного функционального пространства и приведите пример.	УК-2.3.1															
17	Вычислите значение полинома Лежандра степени «n» в единице.	УК-2.У.1															
18	Выпишите три первых полинома Лежандра.	УК-2.3.1															
19	Напишите неравенство треугольника в функциональном пространстве $L_2([a,b], \rho(x))$, где $\rho(x)>0$ – весовая функция.	УК-2.3.1															
20	Напишите неравенство Коши-Буняковского в функциональном Евклидовом пространстве. Докажите это неравенство.	ОПК-2.3.1															
21	Приведите примеры функциональных Евклидовых пространств.	УК-2.3.1															

22	Аппроксимируйте функцию $f(x)=x$, заданную на отрезке $[-1,0]$ тригонометрическим многочленом с помощью метода наименьших квадратов. Выпишите $n=5$ первых членов разложения.	УК-2.У.3
23	Назовите аксиомы нормы. Чему равна норма полинома Лежандра степени « n » в функциональном пространстве $L_2([-1,1])$? Обоснуйте свой ответ.	УК-2.3.1
24	Назовите определение линейного функционального пространства. Приведите примеры.	УК-2.3.1
25	Вычислите значения первой и второй производных функции $y=\arctg(x^{0.5})$, используя интерполяционную формулу Стирлинга для $x=1.58$.	ОПК-3.3.1
26	Назовите аксиомы расстояния. Чему равно расстояние от элемента 1 до многообразия Se^x в пространстве $L_2((-\infty,\infty), e^{-t})$, где $t=x^2/2$? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-1.У.1
27	Преобразуйте систему $\begin{cases} x_1+0.2x_2+0.15x_3=0.1 \\ -0.05x_1+x_2+0.05x_3=0.9 \\ -0.3x_1-0.1x_2+x_3=0.8 \end{cases}$ к виду, пригодному для применения итерационных методов, и решите методом простой итерации с погрешностью, не превосходящей 0.01.	ОПК-1.В.1
28	Решите систему линейных уравнений $\begin{cases} x_1+4x_2+6x_3=16 \\ 2x_1+10x_2+18x_3=48 \\ 4x_2+24x_3+49x_4=131 \end{cases}$ методом Жордана.	ОПК-1.В.1
29	Решите краевую задачу для трехточечного разностного уравнения (или просто разностную краевую задачу), используя метод прогонки. $\begin{cases} x_1+x_2=3 \\ -x_1+2x_2+x_3=6 \\ -x_2+3x_3+x_4=11 \\ -x_3+4x_4=13 \end{cases}$	ОПК-1.У.1
30	Решите систему линейных уравнений $A \cdot x=b$ методом LU разложений. $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -2 \\ -3 & -2 & 4 \\ 1 & 2 & -2 \end{pmatrix}$ $b = \begin{pmatrix} -7 \\ 13 \\ -9 \end{pmatrix}$ Оцените погрешность решения системы, если погрешность задания вектора b равна 0.01.	ОПК-1.У.1
31	Постройте квадратичный интерполяционный многочлен Лагранжа для функции $1/(e^x-1)$ на отрезке $[0.6;1]$. Найти оценку погрешности интерполяции в заданной точке $x_0=0.8$ и на всем отрезке. В качестве узлов взять точки, отвечающие корням многочлена Чебышева.	УК-2.3.1
32	Найдите число обусловленности матрицы $\begin{pmatrix} 5 & 8 & -2 \\ 3 & 4 & 1 \\ 2 & 8 & 2 \end{pmatrix}$	УК-2.3.1

33	Решите систему линейных алгебраических уравнений методом Гаусса $\begin{cases} x_1+x_2-2x_3=-7 \\ -3x_1-2x_2+4x_3=13 \\ x_1+2x_2-2x_3=-9 \end{cases}$	ОПК-1.В.1
34	Аппроксимируйте функцию $ x $, заданную на отрезке $[-1,1]$ алгебраическим многочленом степени $n=4$ с помощью метода наименьших квадратов. Используйте многочлены Лежандра. Определите величину среднеквадратичного отклонения построенного многочлена от функции $ x $ на заданном отрезке.	УК-2.3.1
35	Дана последовательность функций $1, x, x^2, x^3, \dots$. Постройте ортонормированную систему функций $e_1, e_2, e_3, e_4, \dots$, в пространстве $L_2([-1,1])$, используя теорему об ортогонализации.	УК-2.3.1
36	Отделите корни уравнения $f(x)=x^3-5x^2+3x+7$ аналитически и уточните их методом итераций с точностью до 0.001.	УК-2.3.1
37	Сформулируйте и докажите теорему о существовании и единственности интерполяционного многочлена Лагранжа.	УК-2.У.1
38	Выпишите многочлен Лагранжа первой, второй и третьей степени для произвольных и равноотстоящих узлов.	УК-2.3.1
39	Оцените максимальную погрешность интерполирования многочленом Лагранжа для равноотстоящих узлов.	УК-2.3.1
40	Какое значение примет многочлен Лагранжа, если значение аргумента совпадает с одним из узловых значений?	УК-2.3.1
41	Запишите формулу парабол (Симпсона) приближенного интегрирования функций.	ОПК-2.3.1
42	Составьте схему построения разделенных разностей.	УК-2.3.1
43	Сформулируйте и докажите свойства конечных разностей.	УК-2.У.1
44	Выпишите соотношение, связывающее разделенные и конечные разности.	УК-2.3.1
45	Выпишите формулу трапеций приближенного интегрирования функций.	УК-2.3.1
46	Опишите алгоритм метода Ньютона, называемого также методом касательных, для решения нелинейных уравнений.	ОПК-1.3.1
47	Назовите, как связаны между собой метод итераций и метод Ньютона для решения нелинейных уравнений.	УК-2.У.3
48	Найдите решение уравнения $3\sin(x-\pi/3)=5x-2x^2-2$ методом касательных.	ОПК-3.3.1
49	Опишите алгоритм исключения Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений с частичным выбором по столбцам.	ОПК-2.3.1
50	Заданы функции $x(t)=1, y(t)=t, z(t)=t^2$, являющиеся элементами пространства $C[(0,1)]$. Вычислите расстояния $\rho(x,y), \rho(x,z), \rho(y,z)$ и проверьте выполнение неравенства треугольника.	УК-2.У.3

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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения 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	Компетенция
1	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Раскройте скобки и упростите выражение $(x+5)(-2x+10)$</p> <p>1) $-2x^2+50$ 2) $2x^2-50$ 3) $2-x$ 4) x^3</p>	УК-2
2	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Решите уравнение $x^2+2x-8=0$</p> <p>1) -4 2) 2 3) -4; 2 4) 1; 2</p>	ОПК-1
3	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Проинтегрируйте функцию e^{2x} на промежутке от 0 до 1</p> <p>1) 3.565 2) 3.195 3) 3.825 4) 3.1289</p>	УК-2
4	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Найдите производную функции $y=2^{\sin 2x}$</p> <p>1) $2 \cdot 2^{\sin 2x} \cdot \cos 2x \cdot \ln 2$ 2) $2 \cdot 2^{\sin 2x} \cdot \sin 2x \cdot \ln 2$ 3) $2 \cdot 2^{\cos 2x} \cdot \sin 2x \cdot \ln 2$ 4) $2 \cdot 2^{\cos 2x} \cdot \cos 2x \cdot \ln 2$</p>	УК-2
5	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Решите систему уравнений</p> $\begin{cases} x_1+x_2+2x_3=-1, \\ 2x_1-x_2+2x_3=-4, \\ 4x_1+x_2+4x_3=-2. \end{cases}$ <p>1) 1; 2; 3</p>	ОПК-2

	<p>2) 1; 2; -2 3) -1; -2; 2 4) -1; 3; 2</p>	
6	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Закончите фразу. Приближенным числом «а» называют число, незначительно отличающееся от ...</p> <p>1) точного А 2) неточного А 3) среднего А 4) точного не известного А</p>	УК-2
7	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Закончите фразу. «а» называется приближенным значением числа А по избытку, если ...</p> <p>1) $a < A$ 2) $a = A$ 3) $a \geq A$ 4) $a > A$</p>	УК-2
8	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Определить предельную абсолютную погрешность числа $g=9.8$, заменяющего число $g=9.80665 \text{ м/с}^2$.</p> <p>1) 0.007 2) 0.006 3) 9.806 4) 0.7</p>	ОПК-3
9	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Закончите фразу. Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи,— это ...</p> <p>1) погрешность задачи 2) погрешность метода 3) остаточная погрешность 4) погрешность действия</p>	УК-2
10	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Закончите фразу. Погрешность, связанная с наличием в математических формулах числовых параметров, называется ...</p> <p>1) конечной 2) абсолютной 3) начальной 4) относительной</p>	ОПК-1
11	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Округлите число $\pi = 3.1415926535...$ до пяти значащих цифр:</p> <p>1) 3.1416 2) 3.1425 3) 3.142 4) 3.14</p>	УК-2

12	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Найти значение $\ln 3$ с точностью до 10^{-5}.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 1.09861 2) 1.01 3) 1.098132 4) 1.02 	УК-2
13	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Назовите метод, с помощью которого число верных цифр примерно удваивается на каждом этапе по сравнению с первоначальным количеством:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) формула Тейлора 2) формула Маклорена 3) метод Крамера 4) процесс Герона 	УК-2
14	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Методом половинного деления уточните корень уравнения $x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 0.234 2) 0.867 3) 0.2 4) 0.43 	ОПК-2
15	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Найдите вещественные корни уравнения $x - \sin x = 0.25$.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 1.23 2) 2.45 3) 4.8 4) 1.17 	УК-2
16	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Закончите фразу. Метод, позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов, – это ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) итерационный метод 2) точный метод 3) приближенный метод 4) относительный метод 	ОПК-1
17	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Закончите фразу. Целый однородный полином второй степени от «n» переменных называется ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) кубической формой 2) прямоугольной формой 3) квадратичной формой 4) треугольной формой 	ОПК-3
18	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p>	УК-2

	<p>Простейшая форма этого метода заключается в том, что на каждом шаге обращают в нуль максимальную по модулю невязку путем изменения значения соответствующей компоненты приближения.</p> <p>1) метод ослабления 2) итерационный метод 3) метод обратных матриц 4) ведущий метод</p>	
19	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Сформулируйте первую теорему Больцано-Коши.</p> <p>1) Уравнение вида $\alpha_0 x^n + \alpha_1 x^{n-1} + \dots + \alpha_{n-1} x + \alpha_n = 0$ имеет равно «n» корней, вещественных или комплексных, если корень кратности «k» считать за «k» корней.</p> <p>2) Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на отрезке $[a;b]$, то она интегрируема на этом отрезке.</p> <p>3) Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на отрезке $[a;b]$ и принимает на его концах значения разных знаков, то на $[a;b]$ содержится, по меньшей мере, один корень уравнения $f(x)=0$.</p> <p>4) Если функция $f(x)$ определена и дифференцируема на отрезке $[a;b]$, то она непрерывна на этом отрезке.</p>	ОПК-1
20	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Напишите рекуррентную формулу метода простой итерации</p> <p>1) $x_{n+1} = B \cdot x_n + c$ 2) $x = \varphi$ 3) $x = c$ 4) $x_{n+1} = \psi(x_n) + \varphi(x_n)$</p>	ОПК-2
21	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Как иначе называют метод Ньютона?</p> <p>1) Метод коллокации 2) Метод прогонки 3) Метод касательных 4) Метод деления отрезка пополам</p>	УК-2
22	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Что общего у метода хорд и метода итераций?</p> <p>1) Свойство самоисправляемости. 2) Общая скорость и свойство самоисправляемости. 3) Общая скорость. 4) Легкость при решении.</p>	ОПК-3
23	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Закончите фразу. Все методы вычисления интегралов делятся на ...</p> <p>1) Прямые и итеративные 2) Прямые и косвенные 3) Точные и приближенные 4) Аналитические и графические</p>	УК-2
24	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Закончите фразу. Геометрическая нижняя сумма Дарбу равна</p>	УК-2

	1) Площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции. 2) Площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию. 3) Площади прямоугольного параллелепипеда. 4) Площади ступенчатого шестиугольника.																							
25	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Для заданной таблицы значений определите степень алгебраического интерполяционного полинома</p> <table><tr><td>i</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>t_i</td><td>-1</td><td>3</td><td>-1</td><td>0</td><td>2</td></tr><tr><td>x_i</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>-1</td><td>4</td></tr></table> <p>1) n=1 2) n=0 3) n=3 4) n=4</p>	i	1	2	3	4	5	t _i	-1	3	-1	0	2	x _i	2	2	0	-1	4	УК-2				
i	1	2	3	4	5																			
t _i	-1	3	-1	0	2																			
x _i	2	2	0	-1	4																			
26	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Проинтегрируйте функцию x^3 на промежутке от 0 до 2 методом трапеций. Число отрезков n=4.</p> <p>1) 17/4 2) 4/7 3) 3/7 4) 7/3</p>	ОПК-1																						
27	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Найдите собственные числа матрицы</p> <table><tr><td>5</td><td>8</td><td>-2</td></tr><tr><td>1</td><td>4</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>8</td><td>2</td></tr></table> <p>1) (2;0;8)^t 2) (4;2;0)^t 3) (4;8;0)^t 4) (8;4;0)^t</p>	5	8	-2	1	4	1	2	8	2	УК-2													
5	8	-2																						
1	4	1																						
2	8	2																						
28	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p> <p>Дана таблица значений коэффициента φ снижения допускаемых напряжений на сжатие, соответствующих гибкости λ стального стержня.</p> <table><tr><td>λ</td><td>10</td><td>30</td><td>50</td><td>70</td><td>90</td><td>110</td><td>150</td><td>170</td><td>190</td><td>210</td></tr><tr><td>φ</td><td>0.987</td><td>0.931</td><td>0.852</td><td>0.754</td><td>0.612</td><td>0.478</td><td>0.286</td><td>0.218</td><td>0.177</td><td>0.14</td></tr></table> <p>Для стального стержня с гибкостью λ=140 интерполяцией значений λ и φ найдите коэффициент φ снижения допускаемых напряжений на сжатие.</p> <p>1) 0.54 2) 0.83 3) 0.62 4) 0.33</p>	λ	10	30	50	70	90	110	150	170	190	210	φ	0.987	0.931	0.852	0.754	0.612	0.478	0.286	0.218	0.177	0.14	УК-2
λ	10	30	50	70	90	110	150	170	190	210														
φ	0.987	0.931	0.852	0.754	0.612	0.478	0.286	0.218	0.177	0.14														
29	<p>Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и выберите один правильный ответ.</p>	ОПК-1																						

	<p>Закончите фразу. Величина, равная максимально возможному коэффициенту усиления относительной погрешности от правой части к решению системы линейных алгебраических уравнений $A \cdot x=b$ ($\det A \neq 0$, $b \neq 0$), –это ...</p> <p>1) норма матрицы A 2) определитель матрицы A 3) число обусловленности матрицы A 4) след матрицы A</p>																													
30	<p>Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: отметьте несколько вариантов ответов, которые Вы считаете правильными ответами на заданный вопрос.</p> <p>Выберите методы решения систем линейных алгебраических уравнений</p> <p>1) Метод последовательных приближений 2) Метод трапеций 3) Метод Жордана 4) Метод LU разложений</p>	ОПК-1																												
31	<p>Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: отметьте несколько вариантов ответов, которые Вы считаете правильными ответами на заданный вопрос.</p> <p>Выберите методы решения частичной проблемы собственных значений</p> <p>1) Метод Лонгмана 2) Метод градиентной релаксации 3) Степенной метод 4) Метод следов</p>	ОПК-2																												
32	<p>Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: отметьте несколько вариантов ответов, которые Вы считаете правильными ответами на заданный вопрос.</p> <p>Выберите методы интерполирования функций</p> <p>1) Метод неопределенных коэффициентов 2) Метод квадратных корней 3) Интерполяционный метод Лагранжа 4) Интерполяционный метод Ньютона</p>	УК-2																												
33	<p>Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответов из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: отметьте несколько вариантов ответов, которые Вы считаете правильными ответами на заданный вопрос.</p> <p>Выберите методы численного интегрирования функций</p> <p>1) Квадратурная формула Ньютона-Котеса 2) Квадратурная формула Симпсона 3) Компактная схема 4) Квадратурная формула трапеций</p>	ОПК-1																												
34	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Вычислите определенные интегралы с помощью формулы Ньютона – Лейбница</p> <table><tr><td></td><td>Интеграл</td><td></td><td>Значение интеграла</td></tr><tr><td>A</td><td>$\int_{-3}^0 (5x^2+x+1)dx$</td><td>1</td><td>52.61</td></tr><tr><td>B</td><td>$\int_0^3 (3x^2-\sqrt{x})dx$</td><td>2</td><td>43.50</td></tr><tr><td>C</td><td>$\int_1^4 (x^3-\sqrt{x})dx$</td><td>3</td><td>23.54</td></tr><tr><td>D</td><td>$\int_0^3 (7x^2-3\sqrt{x})dx$</td><td>4</td><td>59.08</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		Интеграл		Значение интеграла	A	$\int_{-3}^0 (5x^2+x+1)dx$	1	52.61	B	$\int_0^3 (3x^2-\sqrt{x})dx$	2	43.50	C	$\int_1^4 (x^3-\sqrt{x})dx$	3	23.54	D	$\int_0^3 (7x^2-3\sqrt{x})dx$	4	59.08	A	B	C	D					УК-2
	Интеграл		Значение интеграла																											
A	$\int_{-3}^0 (5x^2+x+1)dx$	1	52.61																											
B	$\int_0^3 (3x^2-\sqrt{x})dx$	2	43.50																											
C	$\int_1^4 (x^3-\sqrt{x})dx$	3	23.54																											
D	$\int_0^3 (7x^2-3\sqrt{x})dx$	4	59.08																											
A	B	C	D																											

35	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Назовите многочлены, полученные ортогонализацией системы линейно независимых функций $1, x, x^2, x^3, \dots$ в указанном функциональном пространстве</p> <table><tr><td></td><td>Пространство</td><td></td><td>Многочлены</td></tr><tr><td>A</td><td>$L_2((-\infty, +\infty); e^{-x^2/2})$</td><td>1</td><td>Чебышева</td></tr><tr><td>B</td><td>$L_2([0, +\infty); e^{-x})$</td><td>2</td><td>Лежандра</td></tr><tr><td>C</td><td>$L_2([-1, 1])$</td><td>3</td><td>Лагеррра</td></tr><tr><td>D</td><td>$L_2([-1, 1]; (1-x^2)^{-1/2})$</td><td>4</td><td>Эрмита</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					Пространство		Многочлены	A	$L_2((-\infty, +\infty); e^{-x^2/2})$	1	Чебышева	B	$L_2([0, +\infty); e^{-x})$	2	Лежандра	C	$L_2([-1, 1])$	3	Лагеррра	D	$L_2([-1, 1]; (1-x^2)^{-1/2})$	4	Эрмита	A	B	C	D					ОПК-3
	Пространство		Многочлены																														
A	$L_2((-\infty, +\infty); e^{-x^2/2})$	1	Чебышева																														
B	$L_2([0, +\infty); e^{-x})$	2	Лежандра																														
C	$L_2([-1, 1])$	3	Лагеррра																														
D	$L_2([-1, 1]; (1-x^2)^{-1/2})$	4	Эрмита																														
A	B	C	D																														
36	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Выберите метод решения поставленной задачи.</p> <table><tr><td></td><td>Задача</td><td></td><td>Метод решения</td></tr><tr><td>A</td><td>Построить интерполяционный многочлен для заданной функции</td><td>1</td><td>Метод Эйлера с уточнением</td></tr><tr><td>B</td><td>Проинтегрировать заданную функцию численно</td><td>2</td><td>Интерполяционная формула Лагранжа</td></tr><tr><td>C</td><td>Найти определитель матрицы</td><td>3</td><td>Метод Гаусса</td></tr><tr><td>D</td><td>Решить задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка</td><td>4</td><td>Квадратурная формула Симпсона</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					Задача		Метод решения	A	Построить интерполяционный многочлен для заданной функции	1	Метод Эйлера с уточнением	B	Проинтегрировать заданную функцию численно	2	Интерполяционная формула Лагранжа	C	Найти определитель матрицы	3	Метод Гаусса	D	Решить задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка	4	Квадратурная формула Симпсона	A	B	C	D					УК-2
	Задача		Метод решения																														
A	Построить интерполяционный многочлен для заданной функции	1	Метод Эйлера с уточнением																														
B	Проинтегрировать заданную функцию численно	2	Интерполяционная формула Лагранжа																														
C	Найти определитель матрицы	3	Метод Гаусса																														
D	Решить задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка	4	Квадратурная формула Симпсона																														
A	B	C	D																														
37	<p>Задание закрытого типа на установление соответствия.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Выберите формулу ортогонального многочлена.</p> <table><tr><td></td><td>Многочлен</td><td></td><td>Формула</td></tr><tr><td>A</td><td>Лежандра</td><td>1</td><td>$(-1)^n e^x \frac{d^n (x^n e^{-x})}{dx^n}$</td></tr><tr><td>B</td><td>Чебышева</td><td>2</td><td>$\frac{1}{2^n n!} \frac{d^n (x^2 - 1)^n}{dx^n}$</td></tr><tr><td>C</td><td>Эрмита</td><td>3</td><td>$\cos(n \arccos x)$</td></tr><tr><td>D</td><td>Лагеррра</td><td>4</td><td>$(-1)^n e^{\frac{x^2}{2}} \frac{d^n e^{-\frac{x^2}{2}}}{dx^n}$</td></tr></table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					Многочлен		Формула	A	Лежандра	1	$(-1)^n e^x \frac{d^n (x^n e^{-x})}{dx^n}$	B	Чебышева	2	$\frac{1}{2^n n!} \frac{d^n (x^2 - 1)^n}{dx^n}$	C	Эрмита	3	$\cos(n \arccos x)$	D	Лагеррра	4	$(-1)^n e^{\frac{x^2}{2}} \frac{d^n e^{-\frac{x^2}{2}}}{dx^n}$	A	B	C	D					УК-2
	Многочлен		Формула																														
A	Лежандра	1	$(-1)^n e^x \frac{d^n (x^n e^{-x})}{dx^n}$																														
B	Чебышева	2	$\frac{1}{2^n n!} \frac{d^n (x^2 - 1)^n}{dx^n}$																														
C	Эрмита	3	$\cos(n \arccos x)$																														
D	Лагеррра	4	$(-1)^n e^{\frac{x^2}{2}} \frac{d^n e^{-\frac{x^2}{2}}}{dx^n}$																														
A	B	C	D																														
38	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности.</p> <p>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность.</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p>Расположите матрицы в порядке возрастания их ранга</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>$\begin{pmatrix} 5 & 3 & 6 \\ 10 & 4 & 7 \\ 1 & 9 & 9 \end{pmatrix}$</td><td>$\begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 6 \\ 0 & 3 & 6 \end{pmatrix}$</td><td>$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$</td><td>$\begin{pmatrix} 3 & 5 & 3 \\ 6 & 3 & 9 \\ 6 & 3 & 9 \end{pmatrix}$</td></tr></table> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>				A	B	C	D	$\begin{pmatrix} 5 & 3 & 6 \\ 10 & 4 & 7 \\ 1 & 9 & 9 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 6 \\ 0 & 3 & 6 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 3 & 5 & 3 \\ 6 & 3 & 9 \\ 6 & 3 & 9 \end{pmatrix}$	ОПК-1																				
A	B	C	D																														
$\begin{pmatrix} 5 & 3 & 6 \\ 10 & 4 & 7 \\ 1 & 9 & 9 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 \\ 0 & 3 & 6 \\ 0 & 3 & 6 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 3 & 5 & 3 \\ 6 & 3 & 9 \\ 6 & 3 & 9 \end{pmatrix}$																														

39	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Расположите многочлены Чебышева в порядке возрастания их номера</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>$4x^3-3x$</td><td>x</td><td>$16x^5-20x^3+5x$</td><td>1</td></tr></table> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				A	B	C	D	$4x^3-3x$	x	$16x^5-20x^3+5x$	1					ОПК-2			
A	B	C	D																	
$4x^3-3x$	x	$16x^5-20x^3+5x$	1																	
40	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Расположите производные функции $f(x)=2^x+\sin(x)$ по возрастанию их порядка</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>$2^x (\ln 2)^4+\sin(x)$</td><td>$2^x (\ln 2)^3-\cos(x)$</td><td>$2^x (\ln 2)^2-\sin(x)$</td><td>$2^x \ln 2+\cos(x)$</td></tr></table> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				A	B	C	D	$2^x (\ln 2)^4+\sin(x)$	$2^x (\ln 2)^3-\cos(x)$	$2^x (\ln 2)^2-\sin(x)$	$2^x \ln 2+\cos(x)$					УК-2			
A	B	C	D																	
$2^x (\ln 2)^4+\sin(x)$	$2^x (\ln 2)^3-\cos(x)$	$2^x (\ln 2)^2-\sin(x)$	$2^x \ln 2+\cos(x)$																	
41	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Расположите интегралы по возрастанию их величины</p> <table><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>$\int_1^3 (3x^2-x-1)dx$</td><td>$\int_0^2 (x^2+2+\sqrt{x})dx$</td><td>$\int_{-2}^2 (x^2+\sqrt{x+2}-1)dx$</td><td>$\int_0^4 (2x^2+1-\sqrt{x})dx$</td></tr></table> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				A	B	C	D	$\int_1^3 (3x^2-x-1)dx$	$\int_0^2 (x^2+2+\sqrt{x})dx$	$\int_{-2}^2 (x^2+\sqrt{x+2}-1)dx$	$\int_0^4 (2x^2+1-\sqrt{x})dx$					ОПК-1			
A	B	C	D																	
$\int_1^3 (3x^2-x-1)dx$	$\int_0^2 (x^2+2+\sqrt{x})dx$	$\int_{-2}^2 (x^2+\sqrt{x+2}-1)dx$	$\int_0^4 (2x^2+1-\sqrt{x})dx$																	
42	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Функция $f(x)$ задана своими значениями в узлах (табл.).</p> <table><tr><td>i</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>x_i</td><td>4</td><td>6</td><td>7</td><td>9</td></tr><tr><td>y_i</td><td>9</td><td>14</td><td>16</td><td>22</td></tr></table> <p>Построить интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценить погрешность интерполяции в точке $x^*=5$, считая, что $\max_{[4;9]} f^{(4)}(x^*) =0.01$.</p>				i	0	1	2	3	x_i	4	6	7	9	y_i	9	14	16	22	ОПК-3
i	0	1	2	3																
x_i	4	6	7	9																
y_i	9	14	16	22																
43	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Уточните корень уравнения методом итераций на отрезке $[0;2]$ с требуемой точностью до $\varepsilon=10^{-3}$. Вычисления проводить с четырьмя цифрами после запятой.</p> $x^3+7x-7=0$				ОПК-1															
44	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Вычислить интеграл, используя квадратурную формулу парабол, при заданном числе интервалов $n=6$</p> $\int_1^4 (7+x-2x^2)dx$				УК-2															

45	<p><i>Задание открытого типа с развернутым ответом.</i> Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Определите корни уравнения графически и уточните один из них на отрезке [0.6; 1.5] итерационным методом Ньютона с точностью до $\varepsilon=10^{-4}$. Вычисления проводить с четырьмя цифрами после запятой. $3 \ln(x - \frac{\pi}{6}) = 8 - 2x^2 - 8x$</p>	ОПК-2
----	--	-------

Примечание. Система оценивания тестовых заданий:

1. 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. 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. 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. 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. 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:

- формулировка темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов/вопросов;
- изложение вводной и основной частей лекции;
- краткие выводы по лекции, ответы на вопросы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Проведение семинаров не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.3. 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.

Требования к проведению практических занятий

Задание к выполнению практической работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы практических работ приведены в табл. 5 данной программы.

Выполнение практической работы состоит из трех этапов:

- аналитического;
- расчетно-графического;
- контрольного в виде защиты отчета.

Структура и форма отчета о практической работе

Отчет о практической работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований.

На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название практической работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

Основная часть должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы, листинг кода/скрин экрана.

Выводы по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе.

Требования к оформлению отчета о практической работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ
Проведение лабораторных работ не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им 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;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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 включает:

- контроль посещаемости и работы на практических занятиях;
- результаты выполнения студентами расчетно-графических работ.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице

18. Результаты текущего контроля оцениваются в баллах, и учитываются при проведении промежуточных аттестаций.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

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».

В течение семестра студенту необходимо сдать не менее 50% практических работ, выполнить тестирования не ниже оценки "удовлетворительно".

В случае невыполнения вышеизложенного, студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

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