МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ–ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №34

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель направления
проф.,д.т.н.,доц.
(должность, уч. степень, звание)
С.В. Беззатеев
(подпись)
«24» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вычислительная математика»
(Название дисциплины)

Код направления	10.05.03
Наименование направления/ специальности	Информационная безопасность автоматизированных систем
Наименование направленности	Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2019 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

д.т.н.,доц.	24.05.2019	С.В. Беззатеев
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 34
«23» мая 2019 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 34

д.т.н.,доц.	24.05.2019	С.В. Беззатеев
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 10.05.03(07)

доц.,к.т.н.,доц.	24.05.2019	В.А. Мыльников
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.	24.05.2019	М.В. Бураков
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Вычислительная математика» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности «10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» направленность «Обеспечение информационной безопасности распределенных информационных систем». Дисциплина реализуется кафедрой №34.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-8 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения

профессиональных задач»,

ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными определениями, понятиями, теоремами разделов математики, методами решения математических задач, использованием накопленных математических знаний, методами теории вероятностей и математической статистики при планировании опытов и обработке их результатов.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

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

Основная цель дисциплины «Вычислительная математика» – научить студентов использовать численные методы при решении задач, которые описываются системами линейных и нелинейных уравнений, дифференциальными уравнениями, интегральными уравнениями и др. Данная дисциплина призвана подготовить студентов к разработке и применению вычислительных алгоритмов решения математических задач, возникающих в процессе познания и использования в практической деятельности законов реального мира посредством математического моделирования.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление студентов с преимуществами и недостатками численных методов решения задач;
- изучение численных методов решения различных задач;
- продемонстрировать применение изученных методов к конкретным задачам.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-8 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

знать - численные методы решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений; преимущества и недостатки прямых и итерационных методов численного решения линейных, нелинейных и дифференциальных уравнений (систем);

уметь - применять численные методы для решения практических задач;

владеть навыками - методами интерполирования и сглаживания экспериментальных данных;

иметь опыт деятельности - методом наименьших квадратов находить коэффициенты аппроксимирующих функций;

ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»:

знать - принципы построения и ограничения на применение вычислительных методов;

уметь - выбирать требуемый метод в соответствии с особенностями задачи и имеющимися ограничениями на реализацию;

владеть навыками - опытом выбора оптимального и оценки погрешностей реализованного численного метода;

иметь опыт деятельности - решать математические задачи;

ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники»:

знать - способы контроля вычислений и оценки погрешности конкретного вычислительного метода;

уметь - использовать имеющееся программное обеспечение для решения сложных задач с применением нескольких методов и оценивать источники погрешностей;

владеть навыками - использования Internet-ресурсов для изучения и реализации новых численных методов при решении практических задач;

иметь опыт деятельности - пользоваться накопленными математическими знаниями при изучении других дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Алгебра и геометрия
- Математическая логика и теория алгоритмов
- Математический анализ
- Информатика
- Дискретная математика
- Теория вероятностей и математическая статистика

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

- Математические основы обработки информации
- Теория информации
- Теория кодирования
- Технологии обработки аудио- и видеоданных
- Моделирование систем
- Постквантовая криптография
- Научно-исследовательская работа

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	3/ 108	3/ 108
Аудиторные занятия, всего час., ***В том числе***	51	51
лекции (Л), (час)	34	34
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего	57	57

Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен **(Зачет, Дифф. зач, Экз.)**	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Введение в предмет; теория погрешностей.	2				4
Раздел 2. Численное интегрирование.	4	3			7
Раздел 3. Методы решения задач линейной алгебры.	10	5			13
Раздел 4. Методы решения нелинейных и трансцендентных уравнений.	8	3			13
Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	4	3			10
Раздел 6. Интерполирование и аппроксимация функций.	6	3			10
Итого в семестре:	34	17			57
Итого:	34	17	0	0	57

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	1. Введение в дисциплину; предмет и задачи вычислительной математики; погрешность: неустранимая и устранимая; погрешность аппроксимации и вычислительная.
2	2. Численное интегрирование; задача численного интегрирования; вычисление определенных интегралов детерминированными и стохастическими методами (формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона и методы Монте-Карло); погрешности формул численного интегрирования, сравнительный анализ преимуществ и недостатков рассмотренных методов.
3	3. Методы решения задач линейной алгебры. Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ); классификация методов решения СЛАУ.; точные методы: решение СЛАУ методами линейной алгебры; метод Гаусса (схема единственного деления); метод Гаусса с выбором главного элемента; вычисление обратной матрицы и определителя методом Гаусса; приближенные методы решения СЛАУ (условия и скорость сходимости): метод простой итерации (Якоби); метод

	Зейделя; метод скорейшего спуска (градиента)
4	4. Методы решения нелинейных и трансцендентных уравнений; этапы решения нелинейных и трансцендентных уравнений (одно уравнение): отделение корней, уточнение решения; приближенные методы решения (одно уравнение): графический метод, метод дихотомии, метод хорд, метод Ньютона (касательных), модифицированный метод Ньютона, метод секущих, комбинированный метод; приближенные методы решения систем нелинейных уравнений: метод Ньютона, метод градиента
5	5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ); формулировка задачи Коши; одношаговые методы решения ОДУ (первого порядка): разложение в ряд Тейлора, методы Рунге – Кутта первого порядка – метод Эйлера; второго порядка – исправленный и модифицированный методы Эйлера; метод Рунге – Кутта четвертого порядка, многошаговые методы: метод Адамса четвертого порядка; оценка погрешности применяемых методов; правило Рунге; сравнение одношаговых и многошаговых методов (погрешность, трудоемкость, и т.п.
6	6. Интерполирование и аппроксимация функций; задачи интерполирования и аппроксимации (представления) функций; интерполяционные формулы Грегори – Ньютона, Лагранжа и Ньютона (разделенные разности); обратное интерполирование; сходимость интерполяционных полиномов высоких порядков; интерполирование сплайнами: линейные, квадратичные и кубические сплайны; отыскание параметров эмпирических формул методом наименьших квадратов; базисные функции, матрица Грама и ее свойства

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисцип-лины
Семестр 4				
1	Численное интегрирование	Решение задач	3	2
2	Решение задач линейной алгебры.	Решение задач	5	3
3	Решение нелинейных и трансцендентных уравнений.	Решение задач	3	4
4	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	Решение задач	3	5
5	Интерполирование и аппроксимация функций.	Решение задач	3	6
		Всего:	17	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость,	№ раздела дисциплины

п/п		(час)	
Учебным планом не предусмотрено			
Всего:			

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Самостоятельная работа, всего	57	57
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	17	17
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)

517 П 69	Практикум и индивидуальные задания по интегральному исчислению функции одной переменной (типовые расчеты) [Текст] : учебное пособие / В. А. Болотюк [и др.]. - СПб. : Лань, 2012. - 336 с.	29
517 Г 96	Гусман, Юрий Аронович. Линейные пространства и линейные операторы : основные теоретические понятия и упражнения [Текст] : учебное пособие / Ю. А. Гусман, А. О. Смирнов, В. И. Франк ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2012. - 44 с.	53
517 И 73	Интегральное исчисление [Текст] : методические указания / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Г. М. Головачев, Ю. А. Гусман, А. А. Зингер. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 50 с.	67
517 П 71	Пределы и производная [Текст] : методические указания к решению дистантной контрольной работы / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. Г. М. Головачев [и др.]. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2014. - 42 с.	82
517 М 15	Макарова, Мария Валентиновна (доц.). Высшая математика (Математика - 1) [Текст] : учебное пособие. ч. 1. Интегралы / М. В. Макарова, А. Б. Плаченов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 127 с.	20
517 Г 96	Гусман, Юрий Аронович (доц.). Высшая математика. Ряды [Текст] : учебное пособие / Ю. А. Гусман, С. П. Помыткин, А. О. Смирнов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 77 с.	67

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.6 Ф 15	Фаддеев, М. А. Основные методы вычислительной математики [Текст] : учебное пособие / М. А. Фаддеев, К. А. Марков. - СПб. : Лань, 2014. - 160 с.	5
517 П 35	Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] : [в 2 ч.] / Д. Т. Письменный. - М. : Айрис-Пресс, 2013 - . - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8112-4000-5. Ч. 1. - 12-е изд. - 2013. - 278 с.	10
517 П 69	Практикум и индивидуальные задания по интегральному исчислению функции одной переменной (типовые расчеты) [Текст] : учебное пособие / В. А. Болотюк [и др.]. - СПб. : Лань, 2012. - 336 с.	29
517 Ш 13	Шабунин, М. И. Теория функций комплексного переменного [Текст] : учебник / М. И. Шабунин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 248 с.	19

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
www.intuit.ru	Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы 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	

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОК-8 «способность к самоорганизации и самообразованию»	
1	История
1	Алгебра и геометрия
1	Математическая логика и теория алгоритмов

1	Информатика
1	Математический анализ
1	Иностранный язык
1	Экономика
2	Алгебра и геометрия
2	Математический анализ
2	Дискретная математика
2	Физика
2	Культурология
2	Философия
2	Иностранный язык
3	Информационные технологии
3	Теория вероятностей и математическая статистика
3	Физика
3	Социология и политология
3	Электротехника
3	Иностранный язык
4	Основы радиотехники
4	Вычислительная математика
4	Иностранный язык
5	Математические основы обработки информации
5	Теория информации
6	Международный бизнес
6	Мировая экономика
6	Теория кодирования
8	Исследование операций и теории игр
9	Прикладная экономика
9	Экономика проектов в информационных технологиях
ОПК-1 «способность анализировать физические явления и процессы, применять соответствующий математический аппарат для формализации и решения профессиональных задач»	
1	Математический анализ
1	Математическая логика и теория алгоритмов
2	Физика
2	Математический анализ
2	Учебная (ознакомительная) практика
3	Теория вероятностей и математическая статистика
3	Электротехника
3	Физика
3	Инженерная графика
4	Основы радиотехники
4	Вычислительная математика
4	Технологии и методы программирования

4	Учебная практика
4	Электроника и схемотехника
5	Мультимедиа технологии
5	Технологии обработки аудио- и видеоданных
5	Устройства и системы беспроводной связи
5	Организация ЭВМ и вычислительных систем
5	Метрология
5	Микропроцессорная техника
5	Математические основы обработки информации
6	Производственная (эксплуатационная) практика
6	Моделирование систем
6	Системное программное обеспечение
6	Операционные системы
7	Распределенные информационные системы
7	Постквантовая криптография
7	Безопасность сетей ЭВМ
7	Распределенные сети хранения данных
7	Безопасность операционных систем
8	Языки программирования
8	Теория графов и ее приложения
8	Производственная (конструкторская) практика
8	Исследование операций и теории игр
9	Научно-исследовательская работа
9	Научно-исследовательская работа
9	Защита информации в сенсорных сетях
10	Научно-исследовательская работа
10	Научно-исследовательская работа
10	Производственная преддипломная практика
ОПК-2 «способность корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники»	
1	Математическая логика и теория алгоритмов
1	Алгебра и геометрия
1	Математический анализ
2	Алгебра и геометрия
2	Математический анализ
2	Дискретная математика
2	Физика
3	Инженерная графика
3	Физика
3	Теория вероятностей и математическая статистика
4	Вычислительная математика
5	Математические основы обработки информации

6	Теория кодирования
7	Постквантовая криптография
8	Исследование операций и теории игр
8	Теория графов и ее приложения

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \le К \le 100$	«отлично» «зачтено»	- 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.
$70 \le К \le 84$	«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.
$55 \le К \le 69$	«удовлетво-рительно» «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.
$К \le 54$	«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.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена

	Учебным планом не предусмотрено

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	11. Способы отделения корней нелинейных уравнений 12. Условия сходимости итерационных процессов 13. Критерии остановки итерационных процессов 14. Метод релаксации для отыскания корней нелинейных уравнений 15. Метод Ньютона (метод касательных) 16. Модификация метода Ньютона. 17. Метод хорд 18. Применение схемы Горнера для отыскания корней полиномов. 19. Чебышевский метод повышения скорости сходимости итерационных методов 20. Основные теоремы о приближении функций полиномами 21. Теорема существования интерполяционного полинома для функций, заданных таблично 22. Интерполяционный полином Лагранжа 23. Интерполяционный полином Ньютона 24. Точность приближения функций интерполяционными полиномами. 25. Интерполяционный полином Эрмита 26. Построение кубических интерполяционных сплайнов 27. Теоретические основы построения квадратурных формул 28. Формула средних и ее точность 29. формула трапеции и ее точность 30. Формула Симпсона и ее точность 31. Способы построения адаптивных формул 32. Формула Эйлера 33. Сплайн квадратура 34. Квадратурные формулы интерполяционного типа 35. Метод Гаусса для вычисления определенных интегралов 36. Численное дифференцирования. 37. Векторы, матрицы и операции над ними 38. Нормы векторов и матриц 39. Собственные числа и собственные вектора матриц 40. Определитель матрицы и число обусловленности матриц 41. Специальные типы матриц и их свойства 42. Особенности решения систем уравнений прямыми методами 43. Метод последовательного исключения неизвестных (метод Гаусса) 44. Метод Жордана и другие модификации метода Гаусса 45. Теоретические основы метода Гаусса 46. Матричная форма метода Гаусса и расчетные формулы метода 47. Метод прогонки для решения систем уравнений с трехдиагональными матрицами и его обоснование 48. Теорема Неймана о сходимости матричного ряда 49. Необходимые и достаточные условия сходимости итерационных методов 50. Условия сходимости релаксационных методов 51. Метод простой итерации, выбор оптимальных итерационных параметров. 52. Метод Якоби 53. Метод Зейделя 54. Метод верхней релаксации 55. Попеременно-треугольный метод 56. Степенной метод вычисления собственных чисел матрицы 57. Метод простой итерации для решения систем нелинейных уравнений

	58. Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений 59. Основные теоремы корректной разрешимости задач Коши и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений 60. Сетки и сеточные функции 61. Сеточные операторы и их аппроксимация дифференциальных операторов 62. Аппроксимация дифференциальной задачи разностной задачей. 63. Устойчивость и сходимость решения разностной задачи 64. Разностные уравнения первого и второго порядка 65. Теоретическая основа методов решения задачи Коши 66. Использование ряда Тейлора для решения задач Коши 67. Метод ломанных (Эйлера) для решения задач Коши и его сходимость 68. Метод предиктор-корректор для решения задач Коши и его погрешность 69. Метод Эйлера-Коши и его погрешность 70. Одношаговые методы высоких порядков (методы Рунге-Кутты) 71. Собственные функции и собственные числа разностного оператора второго порядка 72. Многошаговые разностные методы 73. Способы повышения точности численных методов 74. Методы решения краевых задач для уравнений с постоянными коэффициентами 75. Дискретный метод Фурье для решения разностной краевой задачи. 76. Численный метод решения краевых задач для уравнений с переменными коэффициентами 77. Численные методы решения краевых задач для нелинейных уравнений второго порядка. Метод стрельбы. 78. Устойчивость решения дискретной задачи 79. Теорема о сходимости решения дискретной задачи 80. Метод Рунге повышения точности численных методов решения задач Коши 81. Одношаговые методы Рунге-Кутты и их погрешность 82. Многошаговые методы решения задач Коши (метод Адамса)

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов

Функция ***u(x,y)*** задана таблицей.

$x \backslash y$	1	1,2	1,4
0,5	1,1	1,4	1,7
0,6	1,3	1,5	2,1
0,7	1,8	1,7	2,0

Значение частной производной $\frac{\partial u}{\partial x}$, вычисленное с помощью центральной разности в точке ***x*** = **0,6**; ***y*** = **1,2** рав

?) 3
?) 1,5
?) 1,987
?) 2,4

Уравнение в частных производных второго порядка

$$a\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+2b\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}+c\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+d\frac{\partial u}{\partial x}+e\frac{\partial u}{\partial y}+fy=g$$

А) имеет параболический тип, если $b^2-4ac=0$

В) имеет гиперболический тип, если $b^2-4ac<0$

?) А - да, В - да
?) А - нет, В - нет
?) А - нет, В - да
?) А - да, В - нет

Для формул численного дифференцирования справедливы следующие утверждения:

А) центральные разности имеют более высокую точность, чем односторонние разности

В) односторонние разности нельзя использовать для аппроксимации первой производной

?) А - нет, В - да
?) А - нет, В - нет
?) А - да, В - да
?) А - да, В - нет

Рассматривается задача Коши для системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} y' = xy & y(1) = y_0 = 2 \\ z' = y + z & z(1) = z_0 = 1 \end{cases}$$

Один шаг метода Эйлера с $h = 0{,}1$ дает результат

?) $y_1 = 2{,}4;\ z_1 = 1{,}4$
?) $y_1 = 2{,}5;\ z_1 = 1{,}1$
?) $y_1 = 2{,}1;\ z_1 = 1{,}2$
?) $y_1 = 2{,}2;\ z_1 = 1{,}3$

Укажите правильную последовательность действий при решении систем линейных уравнений методом Гаус

?) свести матрицу к ступенчатому виду
?) сделать обратный ход метода гаусса
?) написать расширенную матрицу системы
?) записать полученную систему уравнений

Функция u(x,y) задана таблицей. Найдите значение частной производной $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$, вычисленное

$x \backslash y$	3,0	3,2	3,4
0,5	1,0	1,4	2,2
0,7	1,2	1,8	2,6
0,9	1,8	2,4	3,4

при помощи центральной разности, в точке x = 0,9; y = 3,2 (укажите один знак после запятой)

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	1. Методом половинного деления и методом Ньютона с точностью 10^{-4} решить уравнение $\ln x - 0{,}5\,x + 1 = 0, \quad (x > 1)$. 2. Методом Гаусса и методом простой итерации решить систему уравнений $A\,x = b$, где $A = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -3 & 2 & 10 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 11 \\ 4 \\ 6 \end{pmatrix}$. Для метода простой итерации определить число итераций для достижения точности 10^{-4}. 3. Методом Эйлера и методом предиктор-корректор решить уравнение $y' = 2y$ с условием $y(0) = 1$ в области $0 \le x \le 1$, с шагом $h_1 = 10^{-1}$, $h_2 = 0{,}5 \cdot 10^{-1}$, $h_3 = 0{,}25 \cdot 10^{-1}$. Оценить скорость сходимости к точному решению $y(x) = e^{-2x}$.

82.1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

83. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основная цель дисциплины «Вычислительная математика» – научить студентов использовать численные методы при решении задач, которые описываются системами линейных и нелинейных уравнений, дифференциальными уравнениями, интегральными уравнениями и др. Данная дисциплина призвана подготовить студентов к разработке и применению вычислительных алгоритмов решения математических задач, возникающих в процессе познания и использования в практической деятельности законов реального мира посредством математического моделирования.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление студентов с преимуществами и недостатками численных методов решения задач;
- изучение численных методов решения различных задач;
- продемонстрировать применение изученных методов к конкретным задачам.

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 обучающимся 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;

– научится 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:

– Раздел 1. Введение в предмет; теория погрешностей
– Раздел 2. Численное интегрирование
– Раздел 3. Методы решения задач линейной алгебры
– Раздел 4. Методы решения нелинейных и трансцендентных уравнений
– Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений
– Раздел 6. Интерполирование и аппроксимация функций

Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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 обучающемся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающемся 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.

Функции практических занятий:

– познавательная;
– развивающая;
– воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

– ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;

– аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;

– творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

– в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);

– в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

Содержание практических занятий соответствует разделам лекционного материала и направлению на формирование общепрофессиональной компетенции ОК-10 и профессиональных компетенций ПК-1 и ПК-2. Каждое практическое занятие предусматривает как выполнение заданий теоретического плана для проверки степени освоения лекционного материала, так и задания

для овладения навыками и методами, необходимыми при решении задач, встречающихся в последующих дисциплинах ООП. Примеры задач, решаемых на практических занятиях, приводятся ниже.

1. Показать, что в методе Ньютона последовательность приближений либо монотонно убывает, либо монотонно возрастает, если производная сохраняет знак и монотонна.
2. Выяснить к какому из корней уравнения $x^3 - x = 0$ сходится метод Ньютона, если начинать с произвольного x_0.
3. Учитывая, что комплексные корни полинома попарно сопряженные $x_* = c \pm i\, d$, построить, с использованием аналога схемы Горнера, алгоритм вычисления действительной и мнимой частей этих корней.
4. Построить квадратурные формулы Гаусса при n=2 и исследовать их погрешность.
5. Получить квадратурную формулу Симпсона путем замены функции на отрезке $[x_{i-1}, x_i]$ полиномом второй степени.
6. Используя квадратурные формулы, написать алгоритм решения интегрального уравнения $y(x) = f(x) + \int_a^b K(x,t)\, y(t)\, dt$, где $f(x)$, $K(x,t)$ - заданные функции.
7. Показать, что аппроксимация первой производной формулами

$$f'_{h,i} = \frac{4\, f(x_{i+1}) - 3\, f(x_i) - 4 f(x_{i+2})}{2h},$$
$$f'_{h,i} = \frac{3\, f(x_i) - 4\, f(x_{i-1}) - f(x_{i-2})}{2h},$$
$$f'_{h,i} = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_{i-1})}{2h}$$

имеет второй порядок точности.

1. Методом от противного доказать теорему Адамара.
2. Оценить норму погрешности в случае наличия погрешностей при вычислении элементов матрицы системы.
3. Вывести формулы метода прогонки при исключении неизвестных в прямом ходе в обратном порядке.
4. Доказать теорему Неймана в случае симметричных матриц.
5. Доказать теорему Самарского.
6. Доказать, что при выборе $\tau = {}^{2}/_{l_{max}(A) + l_{min}(A)}$, $(A > 0)$ норма матрицы будет минимальной.
7. Исследуйте сходимость метода Зейделя, когда

$$q|a_{ii}| > \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n} |a_{ij}|, \quad i = 1, \dots n, \qquad 0 < q < 1.$$

1. Построить решение дифференциальных и разностных задач. Определить порядок аппроксимации схемой дифференциального уравнения и порядок сходимости разностного решения к точному

   a. $y' = y,\ y(0) = 1;\quad \frac{y_{j+1}-y_j}{h} = y_j, y_0 = 1,\ y_j = y(hj).$

   b. $y' = y,\ y(0) = 1;\quad \frac{y_{j+1}-y_j}{h} = \frac{y_{j+1}+y_j}{2}, y_0 = 1,\ y_j = y(hj).$

   c. $y'' - y = 0,\ y(0) = 0,\ y'(0) = 1;\quad \frac{y_{j+2}-2y_{j+1}+y_j}{h^2} + y_{j+1} = 0, y_0 = 0,\ y_1 = h.$

2. Построить численный метод решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения.

3. Построить численный метод и доказать его сходимость для решения краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка с краевыми условиями третьего рода.

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).

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».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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