



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский

» октябре 2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительная математика

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение систем управления

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2021

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Вычислительная математика» являются формирование у обучающихся достаточных теоретических знаний по использованию методов вычислительной математики в научно-исследовательской деятельности, а также приобретение обучающимися практических навыков и умений по их программной реализации на компьютерах.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование у обучающихся знаний об основах теории вычислительной математике как о разделе высшей математики;
- приобретение обучающимися умений рассчитывать погрешности и учитывать их при оценке результата вычислений;
- овладение обучающимися навыками машинной реализации численных методов и использования при этом стандартных пакетов прикладных программ.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому типу профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Вычислительная математика» представляет собой дисциплину, относящуюся к Обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Вычислительная математика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин «Теория случайных процессов и основы теории массового обслуживания», «Теория управления», «Математическое моделирование с применением прикладных математических пакетов», «Дифференциальные уравнения».

Дисциплина «Вычислительная математика» является обеспечивающей для Подготовки к сдаче и сдаче государственного экзамена.

Дисциплина «Вычислительная математика» изучается в 6 и 7 семестрах.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Способен применять знание фундаментальной математики и естественно - научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике (ОПК-1).	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы вычислительной математики и компьютерные алгоритмы для решения научно-исследовательских задач; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать численные методы при постановке научно-исследовательской задачи; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными принципам применения численных методов в ходе профессиональной деятельности.
Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-3).	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы работы с программными средствами и пакетами прикладных программ для вычислительных методов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы и прикладные программы в вычислительных задачах, для которых стандартные методы и программы не являются эффективными; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с математическими пакетами, применяемых для приближенных вычислений в прикладных задачах.
Способен планировать и осуществлять вычислительные эксперименты, анализировать и интерпретировать полученные результаты (ПК-1).	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методологию и приемы проведения анализа и моделирования процессов, возникших в ходе решения профессиональных задач; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строить адекватную математическую модель изучаемых процессов с помощью методов вычислительной математики; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общими навыками постановки и решения конкретных задач по основным разделам вычислительной математики.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	252	108	144
Контактная работа:	106,8	48,3	58,5
лекции	44	16	28
практические занятия	56	32	24
семинары	-	-	-
лабораторные работы	-	-	-
курсовой проект (работа)	4	-	4
Самостоятельная работа студента	103	51	52
Промежуточная аттестация	45	9	36
контактная работа	2,8	0,3	2,5
самостоятельная работа по подготовке к зачёту (6 семестр), экзамену (7 семестр)	42,2	8,7	33,5

5. Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ОПК-3	ПК-1		
Тема 1. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем	50	+	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	ПАР
Тема 2. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	49	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР
Тема 3. Приближенные методы решения интегральных уравнений	52	+	+	+	Л, ПЗ, СРС,	ПАР

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ОПК-3	ПК-1		
					ЛР	
Тема 4. Приближенные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными	52	+	+	+	Л, ПЗ, СРС, ЛР	ПАР
Всего по дисциплине	203					
Курсовая работа (проект)	4					
Промежуточная аттестация	45					
Итого по дисциплине	252					

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, ПАР – письменная аудиторная работа, ЛР – лабораторная работа

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
6 семестр							
Тема 1. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем	8	16	-	-	26	-	50
Тема 2. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	8	16	-	-	25	-	49
Всего за семестр 6	16	32	-	-	51	-	99
Промежуточная аттестация							9
Итого за семестр 6							108
7 семестр							
Тема 3. Приближенные методы решения интегральных уравнений	14	12	-	-	26	2	54
Тема 4. Приближенные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными	14	12	-	-	26	2	54

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Всего за семестр 7	28	24	-	-	52	4	108
Промежуточная аттестация							36
Итого за семестр 7							144
Итого по дисциплине							252

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ЛР – лабораторная работа, С – семинар, КР – курсовая работа (проект).

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем

Приближенные аналитические методы. Метод степенных рядов (метод последовательного дифференцирования). Метод последовательных приближений (метод Пикара). Численные методы. Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Усовершенствованный метод Эйлера – Коши. Метод Эйлера – Коши с последующей итерационной обработкой. Метод Рунге – Кутты. Экстраполяционный и интерполяционный методы Адамса.

Тема 2. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

Приближенные численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод редукции. Метод дифференциальной прогонки. Метод конечных разностей. Метод прогонки. Улучшенный разностный метод. Многоточечный метод. Приближенные аналитические методы. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод Галеркина. Метод Рунге. Метод возмущений.

Тема 3. Приближенные методы решения интегральных уравнений

Основные виды линейных интегральных уравнений. Связь между дифференциальными уравнениями и уравнениями Вольтерра. Связь линейной краевой задачи с интегральным уравнением Фредгольма. Метод последовательных приближений. Решение интегральных уравнений методом конечных сумм. Метод замены ядра на вырожденное. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод моментов.

Тема 4. Приближенные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными

Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Начальные и краевые условия. Задача Коши. Смешанная задача. Корректность постановки смешанной задачи. Краевые условия для

уравнений эллиптического типа. Единственность решения задачи Дирихле. Уравнение Лапласа в конечных разностях. Решение задачи Дирихле методом сеток. Процесс Либмана. Метод сеток для уравнений параболического типа. Устойчивость конечно – разностной схемы для уравнения теплопроводности. Метод прогонки для уравнения теплопроводности. Метод сеток для уравнения гиперболического типа. Метод прямых. Метод прямых для уравнения Пуассона.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
6 семестр		
1	Практическое занятие 1-2. Приближенные аналитические методы. Метод степенных рядов (метод последовательного дифференцирования). Метод последовательных приближений (метод Пикара).	4
	Практическое занятие 3-5. Численные методы. Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Усовершенствованный метод Эйлера – Коши.	6
	Практическое занятие 6-8. Метод Эйлера – Коши с последующей итерационной обработкой. Метод Рунге – Кутты. Экстраполяционный и интерполяционный методы Адамса.	6
2	Практическое занятие 9-11. Приближенные численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод редукции.	6
	Практическое занятие 12-14. Метод дифференциальной прогонки. Метод конечных разностей. Метод прогонки. Улучшенный разностный метод. Многоточечный метод.	6
	Практическое занятие 15-16. Приближенные аналитические методы. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод Галеркина. Метод Рунца. Метод возмущений.	4
Всего за семестр 6		32
7 семестр		
3	Практическое занятие 1-2. Метод замены ядра на вырожденное.	4

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
	Практическое занятие 3-4. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов.	4
	Практическое занятие 5-6. Метод моментов.	4
4	Практическое занятие 7-9. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Начальные и краевые условия.	6
	Практическое занятие 10-12. Метод сеток для уравнений параболического типа. Устойчивость конечно – разностной схемы для уравнения теплопроводности. Метод прогонки для уравнения теплопроводности.	6
Всего за семестр 7		24
Итого по дисциплине		56

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
бсеместр		
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 4-5]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	26
2	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2, 4-6]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	25
Всего за семестр 6		51
7 семестр		
3	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [3, 4-7]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе. 3. Выполнение курсовой работы (проекта).	26
4	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [4-10]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе. 3. Выполнение курсовой работы (проекта).	26

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
Всего за семестр 7		52
Итого по дисциплине		103

5.7. Курсовые работы (проекты)

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу (проект)	2
Этап 2. Выполнение раздела «Введение»	4
Этап 3. Выполнение раздела «Основная часть»	10
Этап 4. Выполнение разделов «Заключение», «Выводы».	4
Этап 5. Оформление курсовой работы (проекта)	2
Защита курсовой работы (проекта)	2
Итого по курсовой работе (проекту):	24
самостоятельная работа студента, отведенная на выполнение курсовой работы (проекта)	20
согласно учебному плану	4

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Береславский Э. Н., **Вычислительная математика: Учеб. пособ. для вузов. Реком. УМО [Текст]. Ч. 1: Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.** / Э. Н. Береславский, Я. М. Далингер, В. Д. Павлов. - СПб.: Политехника, 2015. - 151с. - ISBN 978-5-7325-1066-9. Количество экземпляров: 200.

2. Береславский Э. Н., **Вычислительная математика: Учеб. пособ. для вузов. Реком. УМО [Текст]. Ч. 2: Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений** / Э. Н. Береславский, Я. М. Далингер, В. Д. Павлов. - СПб.: Политехника, 2016. - 135с. - ISBN 978-5-7325-1077-5. Количество экземпляров: 220

3. Береславский Э. Н., **Вычислительная математика: Учеб. пособ. для вузов. Реком. УМО [Текст]. Ч. 3: Приближенное решение интегральных уравнений** / Э. Н. Береславский, Я. М. Далингер, В. Д. Павлов. - СПб.: Политехника, 2017. - 134с. - ISBN 978-5-7325-1117-8. Количество экземпляров: 210.

б) дополнительная литература:

4. Марчук, Г.И. **Методы вычислительной математики** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. И. Марчук. — Электрон. дан. — Санкт-

Петербург: Лань, 2009. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/255> — Загл. с экрана.

5. Демидович, Б.П. **Основы вычислительной математики** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2025> — Загл. с экрана.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6. **Видео-лекции по курсу Вычислительная математика** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lectoriy.mipt.ru/course/Maths-NumericalAnalysis-14L>, свободный (дата обращения: 17.03.2019)

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

7. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 17.03.2019).

8. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 17.03.2019).

9. **Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://biblio-online.ru>, свободный (дата обращения: 17.03.2019).

10. **Matlab** [Программное обеспечение] — Режим доступа: <https://exponenta.ru/products/matlab> свободный (дата обращения: 17.03.2019).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры № 8 (ауд.: 800, 801, 803, 804) с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office, Scilab.

8 Образовательные и информационные технологии

Дисциплина «Вычислительная математика» предполагает использование следующих образовательных технологий: входной контроль, лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется по вопросам из дисциплин, на которых базируется дисциплина «Вычислительная математика» (п. 2).

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу.

Практическое занятие обеспечивает связь теории и практики, содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера.

Самостоятельная работа студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственные познавательно-мыслительные действия без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, а также подготовку к письменным аудиторным работам.

В рамках изучения дисциплины «Вычислительная математика» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду Microsoft Office, пакет прикладных математических программ Matlab.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств дисциплины «Вычислительная математика» представляет собой комплекс методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения данной дисциплины. В свою очередь, задачами использования фонда оценочных средств являются осуществление как текущего контроля успеваемости студентов, так и промежуточной аттестации в форме зачёта (6 семестр) и экзамена (7 семестр).

Фонд оценочных средств дисциплины «Вычислительная математика» для текущего контроля успеваемости включает письменную аудиторную работу и темы курсовых работ (проектов).

Письменная аудиторная работа предназначена для проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач.

Курсовая работа (проект) – авторский научно-исследовательский проект студента, направленный на выработку исследовательских навыков, опыта работы с научными источниками и создание законченного самостоятельного исследования. Оценочным средством являются темы курсовых работ (проектов), которые приведены в п. 9.3. Написание и защита курсовой работы (проекта) запланирована на 7 семестр.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта в 6 семестре и экзамена в 7 семестре. К моменту сдачи экзамена (зачета) должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины.

9.1 Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов

6 семестр

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Тема №1				
Лекция №1	1,5	2,5	1	
Практическое занятие №1	2	3	2	
Практическое занятие №2	2	3	2	
Лекция №2	1,5	2,5	3	
Практическое занятие №3	2	3	4	
Практическое занятие №4	2	3	4	
Лекция №3	1,5	2,5	5	
Практическое занятие №5	2	3	6	
Практическое занятие №6	2	3	6	
Лекция №4	1,5	2,5	7	
Практическое занятие №7	2	3	8	
Практическое занятие №8	2	3	8	
Тема №2				
Лекция №5	1,5	3	9	
Практическое занятие №9	2	3	10	

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Практическое занятие №10	2	3	10	
Лекция №6	1,5	3	11	
Практическое занятие №11	2	3	12	
Практическое занятие №12	2	3	12	
Лекция №7	2	3	13	
Практическое занятие №13	2	3	14	
Практическое занятие №14	2	3	14	
Лекция №8	2	3	15	
Практическое занятие №15	2	3	16	
Практическое занятие №16	2	3	16	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Зачёт	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премияльных баллов		20		
Всего по дисциплине для рейтинга		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				
Количество баллов по БРС	Оценка			
60 и более	«зачтено»			
менее 60	«не зачтено»			

7 семестр

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Тема №3				
Лекция №1	1,5	2,5	1	
Лекция №2	1,5	2,5	1	
Практическое занятие №1	2	3	2	
Лекция №3	1,5	2,5	2	

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Практическое занятие №2	2	3	3	
Лекция №4	1,5	2,5	3	
Практическое занятие №3	2	3	4	
Лекция №5	1,5	3	4	
Практическое занятие №4	2	3	5	
Лекция №6	1,5	3	5	
Практическое занятие №5	2	3	6	
Лекция №7	2	3	6	
Практическое занятие №6	2	3	7	
Тема №4				
Лекция №8	2	3	7	
Лекция №9	2	3	8	
Практическое занятие №1	2	3	8	
Лекция №10	2	3	9	
Практическое занятие №2	2	3	9	
Лекция №11	2	3	10	
Практическое занятие №3	2	3	10	
Лекция №12	2	3	11	
Практическое занятие №4	2	3	12	
Лекция №13	2	3	12	
Практическое занятие №5	2	3	13	
Лекция №14	2	3	13	
Практическое занятие №6	2	3	14	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Экзамен	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премиальных баллов		20		
Всего по дисциплине для рейтинга		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

6 семестр

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается в 1,5 балла. Активное участие в обсуждении в ходе лекции – до 2,5 баллов.

Посещение практического занятия с ведением конспекта – 2 балла. Выполнение письменной аудиторной работы – до 3 баллов.

7 семестр

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается в 1,5 балла. Активное участие в обсуждении в ходе лекции – до 1 балла.

Посещение практического и лабораторного занятий с ведением конспекта – 2,5 балла. Выполнение письменной аудиторной работы – до 2,5 баллов.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

1. Интерполяционная формула Лагранжа
2. Интерполирование. Схема Эйткена.
3. Интерполяционная формула Ньютона.
4. Метод наименьших квадратов.
5. Решение нелинейных уравнений. Метод простой итерации.
6. Решение нелинейных уравнений. Метод касательных.
7. Решение нелинейных уравнений. Метод хорд.
8. Решение нелинейных уравнений. Комбинированный метод касательных и хорд.
9. Численное интегрирование. Формулы прямоугольников.
10. Численное интегрирование. Формулы трапеций.
11. Численное интегрирование. Формулы Симпсона.
12. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.
13. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Эйлера-Коши и Рунге-Кутта.
14. Метод сеток для решения смешанной задачи для уравнения параболического типа (уравнения теплопроводности).
15. Метод степенных рядов.
16. Метод последовательных приближений.
17. Модификации метода Эйлера.
18. Понятие о разностных методах решения задачи Коши. Метод Адамса.
19. Метод Рунге-Кутта.

9.4 Контрольные задания для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Расскажите о комплексных числах и арифметических действиях над ними (включая доказательство единственности частного).
2. Что такое вещественная $\operatorname{Re} z$ и мнимая $\operatorname{Im} z$ части числа z ?
3. Что называется сопряженным числом \bar{z} ?
4. Что такое комплексная плоскость \square ?
5. Разложение в ряд Тейлора рациональной дроби. Разложить по степеням $(z-3)$ функцию $f(z) = \sin z$.

6. Назовите методы решения дифференциальных уравнений первого порядка.

7. Назовите методы решение линейных дифференциальных уравнений второго порядка.

8. Назовите методы решения систем дифференциальных уравнений.

9. Следующие нелинейные уравнения с помощью замены переменных свести к линейным или уравнениям Бернулли и решить их:

a) $y' \cos y + \sin y = x + 1$.

b) $y' = y(e^x - \ln y)$.

c) $y' + x \sin 2y = 2xe^{-x} \cos 2y$.

10. Структура документа Scilab. Управление вычислениями и документами. Ввод выражений. Использование шаблонов. Редактирование.

11. Входной язык Scilab. Константы. Имена. Операции. Операторы. Выражения. Стандартные функции.

12. Скалярные данные в Scilab. Определение. Операции. Стандартные функции. Использование в вычислениях. Примеры

13. Массивы (векторы и матрицы) в Scilab. Определение. Операции. Использование в вычислениях. Примеры.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Способен применять знание фундаментальной математики и естественно - научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике (ОПК-1).</i>		
Знать: - основные методы вычислительной математики и компьютерные алгоритмы для решения научно-	1 этап формирования	- описывает основные понятия и область применения методов вычислительной математики;

Критерий	Этапы формирования	Показатель
исследовательских задач;	2 этап формирования	- применяет методы аппроксимации и интерполяции таблично заданной функции;
Уметь: - использовать численные методы при постановке научно-исследовательской задачи;	1 этап формирования	- перечисляет стандартные методы и модели математического анализа, и способы их применения к решению научно-исследовательских задач;
	2 этап формирования	- выделяет методы условной и безусловной оптимизации;
Владеть: - основными принципам применения численных методов в ходе профессиональной деятельности;	1 этап формирования	- называет вычислительные методы решения линейных и нелинейных уравнений и систем;
	2 этап формирования	- выбирает оптимальный метод решения и оценивает погрешность реализованного численного метода;
<i>Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-3).</i>		
Знать: - основы работы с программными средствами и пакетами прикладных программ для вычислительных методов;	1 этап формирования	- описывает способы контроля вычислений и оценки погрешности конкретного вычислительного метода;
	2 этап формирования	- анализирует возможности доступных программных продуктов для их оптимального использования в решении задач с помощью методов вычислительной

Критерий	Этапы формирования	Показатель
		математики;
Уметь: - разрабатывать алгоритмы и прикладные программы в вычислительных задачах, для которых стандартные методы и программы не являются эффективными;	1 этап формирования	- составляет алгоритм решения конкретной научно-исследовательской задачи;
	2 этап формирования	- выбирает или разрабатывает подходящую для решения конкретной задачи программу;
Владеть: - навыками работы с математическими пакетами, применяемых для приближенных вычислений в прикладных задачах;	1 этап формирования	- называет особенности математических вычислений, реализуемых в математических пакетах;
	2 этап формирования	- применяет пакеты программ при решении конкретных математических задач;
<i>Способен планировать и осуществлять вычислительные эксперименты, анализировать и интерпретировать полученные результаты (ПК-1).</i>		
Знать: - методологию и приемы проведения анализа и моделирования процессов, возникших в ходе решения профессиональных задач;	1 этап формирования	- интерпретирует основные положения теории интерполяции и сплайнов;
	2 этап формирования	- находит приближенные значения заданной функции и ее производной;
Уметь: - строить адекватную математическую модель изучаемых процессов с помощью методов вычислительной математики;	1 этап формирования	- перечисляет этапы составления математической модели;
	2 этап формирования	- оценивает построенную математическую модель на корректность ее применения;
Владеть:	1 этап	- обосновывает методы

Критерий	Этапы формирования	Показатель
- общими навыками постановки и решения конкретных задач по основным разделам вычислительной математики;	формирования	вычислительной математики, выбранные для решения данной научно-исследовательской задачи;
	2 этап формирования	- приводит исходные данные к виду, удобному для решения задачи методами вычислительной математики;

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Максимальное количество баллов	Шкала оценивания
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу (проект)	–	–
Этап 2. Выполнение раздела «Введение»	10	1-2 балла снимаются за ошибки в расчетах, 3 балл снимается за отсутствие полного хода решения, 0,5 балла снимается за отсутствие вывода, 0,3 балла снимается за некорректный вывод, 0,2 балла снимается за неполный вывод, 0,2 балла снимается за допущенные грамматические ошибки
Этап 3. Выполнение раздела «Основная часть»	30	
Этап 4. Выполнение разделов «Заключение», «Выводы».	10	
Этап 5. Оформление курсовой работы (проекта)	10	1-3 балла снимаются за небрежность оформления текста, 1-2 балла снимаются за небрежность оформления использованных источников

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Максимальное количество баллов	Шкала оценивания
Своевременность выполнения	10	За каждый просроченный день по неуважительной причине снимается 0,5 балла.
Итого выполнение курсовой работы (проекта)	70	
Защита курсовой работы (проекта)	30	5 баллов – исследовательский характер; 5 баллов – актуальность работы; 10 баллов – ответы на вопросы четкие, ясные и полные; 5 баллов – системная интерпретация полученных в курсовой работе (проекте) результатов; 5 баллов – грамотное ведение полемики.
Всего по курсовой работе (проекту):	100	
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале		
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)	
90 и более	5 – «отлично»	
75÷89	4 – «хорошо»	
60÷74	3 – «удовлетворительно»	
менее 60	2 – «неудовлетворительно»	

1. Максимальное количество баллов за экзамен (зачет) – 30. Минимальное количество баллов за экзамен (зачет) – 15 баллов.

2. При наборе менее 15 баллов – экзамен (зачет) не сдан по причине недостаточного уровня знаний.

3. Экзаменационная оценка (зачет) выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы и за решение задачи.

4. Ответы на вопросы оцениваются следующим образом:

– *1 балл*: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;

– *2 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;

– *3 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;

– *4 балла*: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– *5 баллов*: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

– *6 баллов*: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

– *7 баллов*: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

– *8 баллов*: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;

– *9 баллов*: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;

– *10 баллов*: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.

5. Решение задачи оценивается следующим образом:

– *10 баллов*: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– *9 баллов*: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация

выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 6 баллов: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

9.6 Типовые контрольные задания для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Перечень типовых заданий для проведения письменной аудиторной работы по дисциплине (6 семестр)

Найти решение уравнения

$$y'' + \frac{1}{x} y' + \left(1 - \frac{n^2}{x^2}\right) y = 0$$

в виде ряда

$$y = a_0 x^\sigma + a_1 x^{\sigma+1} + \dots + a_n x^{\sigma+k} + \dots$$

Перечень типовых заданий для проведения письменной аудиторной работы по дисциплине (7 семестр)

Найти решение интегрального уравнения первого рода

$$\int_0^1 K(x, s) u(s) ds = x - 2x^3 + x^4,$$

где

$$K(x, s) = \begin{cases} x(1-s) & (0 \leq x \leq s \leq 1), \\ s(1-x) & (0 \leq s \leq x \leq 1). \end{cases}$$

Перечень типовых вопросов к зачёту (6 семестр) для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1. Какие приближенные аналитические методы существуют для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем?
2. Представление решения уравнения в виде степенного ряда.
3. Применение ряда Тейлора (Маклорена) для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.
4. Алгоритм нахождения решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем методом последовательного дифференцирования.
5. Алгоритм нахождения решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем методом Пикара.
6. Оценка погрешности метода Пикара.
7. Разностная схема метода Эйлера, определение погрешности этого метода. Каков порядок точности метода Эйлера.
8. Алгоритм метода Рунге-Кутты.
9. Перечислите частные случаи граничных условий.
10. Итерационная формула метода Ньютона
11. Суть метода прогонки. Реализация этого метода (пошагово).
12. Суть метода конечных разностей. Порядок точности этого метода?
13. Идея модификации метода Эйлера.

14. Многошаговый метод Адамса.
15. Приближенный метод редукции для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
16. Аппроксимация дифференциального уравнения разностным. Аппроксимация граничных условий.
17. Многоточечный метод решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
18. Суть метода коллокаций. Алгоритм решения задачи методом коллокаций.
19. Приближенный метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений – метод наименьших квадратов. Описание метода.
20. Формулировка метода Галеркина.
21. В чём заключается метод Рунге?
22. Асимптотические методы для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем, содержащих малый положительный параметр.

Перечень типовых вопросов к экзамену (7 семестр) для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1. Классификация линейных интегральных уравнений.
2. Частный случай линейных уравнений 1-го и 2-го порядка – уравнения Вольтерра.
3. Системы интегральных уравнений Вольтерры.
4. Однородное уравнение Фредгольма 2-го рода.
5. Метод сведения интегрального уравнения к алгебраическим уравнениям.
6. Неоднородное уравнение Фредгольма 2-го рода.
7. Метод последовательных приближений.
8. Метод резольвент (метод итерированных ядер).
9. Метод сведения к алгебраическим уравнениям.
10. Теоремы Фредгольма.
11. Интегральные уравнения с симметричным ядром.
12. Сформулируйте теорему о собственных значениях эрмитового ядра.
13. Алгоритм метода коллокаций для решения интегральных уравнений.

14. Алгоритм метода наименьших квадратов для решения интегральных уравнений.
15. Алгоритм метода моментов для решения интегральных уравнений.
16. Виды дифференциальных уравнений. Граничные условия. Постановка задачи Коши.
17. Постановка смешанной задачи. Краевые условия.
18. Уравнения эллиптического типа. Краевые задачи для уравнения Лапласа.
19. Внутренние краевые задачи для уравнения Лапласа.
20. Внутренние вторая и третья краевые задачи.
21. Единственность решения внешних задач для уравнения Лапласа на плоскости.
22. Единственность решения внешних задач в трехмерном случае.
23. Процесс Либмана, метод последовательных замещений.
24. Метод сеток решения уравнений параболического и гиперболического типов.
25. Метод прогонки для решения краевых задач дифференциальных уравнений.
26. Метод прямых решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона.

Типовая задача для промежуточной аттестации (7 семестр)

Найти решение интегрального уравнения

$$y(x) - \int_0^x e^{-x-s} y(s) ds = \frac{e^{-x} + e^{-3x}}{2}.$$

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами учебных занятий по дисциплине «Вычислительная математика» являются лекции, практические занятия. Виды учебных занятий определяются рабочей программой дисциплины.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплине «Вычислительная математика». Они должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных, проблемных вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Лекции должны носить, как правило, проблемный характер. Основным методом в лекции выступает устное изложение лектором учебного материала.

Практическим занятиям предшествует лекции и целенаправленная самостоятельная подготовка студентов, поэтому темы практических занятий и практических заданий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины.

В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся его цель и задачи и обращает внимание обучающихся на наиболее сложные вопросы, относящиеся к изучаемой теме.

После проведения любого вида занятия обучающимся выдаются задания на самостоятельную работу. Выдаваемые задания являются частью учебного материала, который студенты должны освоить за время изучения дисциплины.

Самостоятельная работа студента является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирования навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях. Самостоятельная работа подразумевает выполнение учебных заданий, в том числе и индивидуальных получаемых студентом после каждого занятия.

При изучении тем дисциплины «Вычислительная математика» обучающимся необходимо: ознакомиться с изложенным теоретическим материалом; акцентировать внимание на основных понятиях каждой конкретной темы; пройти тестирование (входной и текущий контроль); выполнить задания на самостоятельную работу; подготовиться к сдаче промежуточной аттестации в виде зачёта (6 семестр) и экзамена (7 семестр) с использованием конспекта лекций.


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №8 Прикладной математики и информатики

« 15 » сентября 2021 года, протокол № 2.

Разработчики

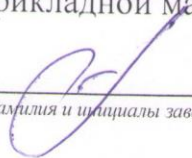
д. ф.-м. н., профессор


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Береславский Э. Н.

И.о.заведующего кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

д.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Костин Г.А.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

д.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Костин Г.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 20 » октября 2021 года, протокол № 2.