



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА  
АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор

Ю.Ю. Михальчевский

« 23 » 05 2023 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Прикладные задачи вычислительной математики**

Направление подготовки  
**01.03.04 Прикладная математика**

Направленность программы (профиль)  
**Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных систем**

Квалификация выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Санкт-Петербург  
2023

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Прикладные задачи вычислительной математики» 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 решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Прикладные задачи вычислительной математики» представляет собой дисциплину, относящуюся к Обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина «Прикладные задачи вычислительной математики» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин «Прикладные задачи математического анализа», «Технические приложения теории функций комплексного переменного», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Операционные методы анализа беспилотных авиационных систем», «Программирование».

Дисциплина «Прикладные задачи вычислительной математики» является обеспечивающей для Подготовки к сдаче и сдаче государственного экзамена.

Дисциплина «Прикладные задачи вычислительной математики» изучается в 6 и 7 семестрах.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ОПК-1	Способен применять знание фундаментальной математики и естественно - научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике
ИД <sup>1</sup> <sub>ОПК1</sub>	Применяет знания фундаментальной математики при решении поставленных задач
ОПК-3	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ИД <sup>2</sup> <sub>ОПК3</sub>	Использует аналитические и научные пакеты прикладных программ для создания математических моделей

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

методологию и приемы проведения анализа и моделирования процессов, возникших в ходе решения профессиональных задач;

Уметь:

строить адекватную математическую модель изучаемых процессов с помощью методов вычислительной математики;

Владеть:

общими навыками постановки и решения конкретных задач по основным разделам вычислительной математики.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины	288	144	144
Контактная работа:	106,8	48,3	58,5

Наименование	Всего часов	Семестры	
		16	28
лекции	44	16	28
практические занятия	56	32	24
семинары	-	-	-
лабораторные работы	-	-	-
курсовой проект	4	-	4
Самостоятельная работа студента	139	87	52
Промежуточная аттестация	45	9	36
контактная работа	2,8	0,3	2,5
самостоятельная работа по подготовке к зачету, экзамену.	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		
Тема 1. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем	50	+	+	ВК, Л,ПЗ, СРС	УО, ПАР
Тема 2. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	49	+	+	Л,ПЗ, СРС	УО, ПАР
Итого за семестр 6	99				
Промежуточная аттестация	9				
Всего за семестр 6	108				
Тема 3. Приближенные методы решения интегральных уравнений	52	+	+	Л,ПЗ, СРС,КП	ПАР
Тема 4. Приближенные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными	52	+	+	Л,ПЗ, СРС	ПАР, ЗКП
Итого за семестр 7	104				
Курсовая работа (проект)	4				
Промежуточная аттестация	36				

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	КОМПЕТЕНЦИИ		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ОПК-3		
Всего за семестр 7	144				
Всего по дисциплине	252				

Сокращения: Л– лекция, ПЗ – практическое занятие, ВК – входной контроль, СРС – самостоятельная работа студента, УО – устный опрос, ПАР – письменная аудиторная работа, КП – курсовой проект, ЗКП – защита курсового проекта.

## 5.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КП	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
Итого за семестр	16	32		51		99
Промежуточная аттестация						9
Всего за семестр						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
Итого за семестр	28	24		52	4	108
Промежуточная аттестация						36
Всего за семестр						144
Всего по дисциплине						252

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, КП – курсовой проект.

## 5.3 Содержание разделов 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 Ритца. 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	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 Ритца. Метод возмущений.	4
Итого за семестр 6		32
7 семестр		
3	Практическое занятие 1-2. Метод замены ядра на вырожденное.	4
	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
Итого 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	Трудо-емкость (часы)
6 семестр		
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
Итого 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
Итого за семестр 7		52
Итого по дисциплине		103

### 5.7 Курсовые проекты

Наименование этапа выполнения курсового проекта	Трудоёмкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовой проект	2
Этап 2. Выполнение раздела 1 (теоретическая часть)	СРС
Этап 3. Выполнение раздела 2 (расчетная часть)	
Этап 4. Выполнение раздела 3 (прикладная часть)	
Этап 5. Оформление курсового проекта	
Защита курсового проекта	2
Итого контактная работа по курсовому проекту	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) 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: 29.09.2023).

8. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный\_ (дата обращения: 29.09.2023).

9. **Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://biblio-online.ru>, свободный\_ (дата обращения: 29.09.2023).

## **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.

Российское лицензионное программное обеспечение: SMath Studio.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

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 «Прикладные задачи вычислительной математики» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду SMath Studio.

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

Фонд оценочных средств дисциплины «Прикладные задачи вычислительной математики» 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 «Прикладные задачи вычислительной математики» 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 оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов по дисциплине**

Не применяется.

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

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных

(вспомогательных) вопросов.

Письменная аудиторная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

### 9.3 Темы курсовых 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 вопросы 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

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
-------------	---	---------------------

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-1	ИД <sub>ОПК1</sub> <sup>1</sup>	<p>Знает:</p> <p>основные методы вычислительной математики и компьютерные алгоритмы для решения научно-исследовательских задач;</p> <p>описывает основные понятия и область применения методов вычислительной математики;</p>
ОПК-3	ИД <sub>ОПК3</sub> <sup>2</sup>	<p>Умеет:</p> <p>использовать стандартные методы и модели математического анализа, и способы их применения к решению научно-исследовательских задач;</p>
II этап		
ОПК-1 ОПК-3	ИД <sub>ОПК1</sub> <sup>1</sup> ИД <sub>ОПК3</sub> <sup>2</sup>	<p>Умеет:</p> <p>применять методы аппроксимации и интерполяции таблично заданной функции;</p> <p>разрабатывать алгоритмы и прикладные программы в вычислительных задачах, для которых стандартные методы и программы не являются эффективными;</p> <p>Владеет:</p> <p>навыками работы с математическими пакетами, применяемых для приближенных вычислений в прикладных задачах.</p>

### Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

### Шкала оценивания курсового проекта

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
Отлично	Практическая часть	Обучающийся показывает умения и навыки выполнения расчетов необходимых показателей для формирования разделов финансовой отчетности. Расчеты в курсовом проекте обоснованы и выполнены правильно на 90-100 %.
	Выводы	Выводы грамотно сформулированы и обоснованы.
	Использованные	Использованные источники

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
	источники	подобраны грамотно, имеются нормативные источники. Их количество соответствует требованиям к курсовому проекту.
	Оформление	Курсовой проект оформлен аккуратно согласно требованиям к оформлению без орфографических и грамматических ошибок.
	Своевременность выполнения	Курсовой проект выполнен и сдан на проверку своевременно.
	Защита	Доступно и ясно представляет результаты курсового проекта. Ответы на вопросы полные, глубокие. Обучающийся всесторонне оценивает и интерпретирует полученные результаты, доказывает их значимость. Грамотно и аргументировано представляет комментарии к расчетам.
Хорошо	Практическая часть	Обучающийся показывает умения и навыки выполнения расчетов необходимых показателей для формирования разделов финансовой отчетности. Расчеты в курсовом проекте обоснованы и выполнены правильно на 80-90 %.
	Выводы	Выводы сформулированы с небольшими неточностями.
	Использованные источники	Использованные источники подобраны грамотно. Их количество соответствует требованиям к курсовому проекту.
	Оформление	Курсовой проект оформлен аккуратно согласно требованиям к оформлению с небольшим количеством орфографических и грамматических ошибок.
	Своевременность выполнения	Курсовой проект выполнен и сдан на проверку своевременно.
	Защита	Доступно и ясно представляет результаты курсового проекта.

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
		Ответы на вопросы полные. Обучающийся оценивает и интерпретирует полученные результаты с незначительными неточностями, Демонстрирует самостоятельное мышление.
Удовлетворительно	Практическая часть	Обучающийся показывает слабые навыки выполнения расчетов необходимых показателей, формирования разделов финансовой отчетности. Расчеты обоснованы и выполнены правильно на 70-80 %.
	Выводы	Выводы сформулированы со значительными неточностями или не все выводы сформулированы.
	Использованные источники	Использованные источники подобраны небрежно. Их количество меньше, чем соответствует требованиям к курсовому проекту.
	Оформление	Курсовой проект оформлен неаккуратно с большим количеством орфографических и грамматических ошибок.
	Своевременность выполнения курсового проекта	Курсовой проект выполнен и сдан на проверку позже указанного срока.
	Защита	Обучающийся с трудом докладывает результаты курсового проекта. Ответы на вопросы неполные. Обучающийся не может оценить полученные результаты и интерпретирует их со значительными неточностями.
Неудовлетворительно	Практическая часть	Обучающийся не демонстрирует умения и навыки расчетов необходимых показателей, расчеты выполнены с большим количеством ошибок или не в полном объеме.
	Выводы	Выводы не сформулированы.
	Использованные источники	Использованные источники не соответствуют теме.
	Оформление	Оформление курсового проекта не

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
		соответствует требованиям. Большое количество орфографических и грамматических ошибок.
	Защита	Обучающийся не может представить результаты курсового проекта. Не отвечает на вопросы или отвечает неверно.

## 9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

### 9.6.1 Примерные контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

#### Примерный перечень вопросов устного опроса

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.

#### Примерный вариант письменной аудиторной работы

1. Найти решение уравнения

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

в виде ряда

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

2. Найти решение интегрального уравнения первого рода

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

где

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

## 9.6.2 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### к зачёту (6 семестр)

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 Ритца?

22. Асимптотические методы для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем, содержащих малый положительный параметр.

**к экзамену (7 семестр)**

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 проведения промежуточной аттестации

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

Методика преподавания дисциплины «Прикладные задачи вычислительной математики» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

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. Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой

дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить обучающихся с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении управленческих задач. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета и экзамена в 6 и 7 семестрах. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен и зачет позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.


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 «Прикладная математика и информатика»

« 28 » сентября 2023 года, протокол № 2.

Разработчики:


Д. т. н., профессор

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

Полянский В.А.

И. о. заведующего кафедрой № 8 «Прикладная математика и информатика»

К.т.н.

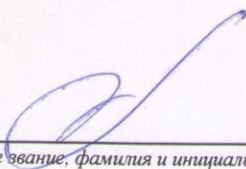
  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Земсков Ю.В..

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.т.н., доцент

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

Костин Г.А.

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета « 22 » 11 2023 года, протокол № 3.