

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

УТВЕРЖДАЮ



Первый
проректор-проректор
по учебной работе
Н. Н. Сухих
августа 2017 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
2017

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 виду профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Дисциплина «Вычислительная математика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теория функций комплексного переменного», «Дополнительные главы математического анализа», «Дифференциальные уравнения».

Дисциплина «Вычислительная математика» является обеспечивающей для дисциплины «Численные методы».

Дисциплина «Вычислительная математика» изучается в 5 и 6 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
Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)	Знать: - основные методы вычислительной математики и компьютерные алгоритмы для решения научно-исследовательских задач; Уметь: - использовать численные методы при постановке на-

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	учно-исследовательской задачи; Владеть: - основными принципам применения численных методов в ходе профессиональной деятельности;
способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования (ОПК-2)	Знать: - основы работы с программными средствами и пакетами прикладных программ для вычислительных методов; Уметь: - разрабатывать алгоритмы и прикладные программы в вычислительных задачах, для которых стандартные методы и программы не являются эффективными; Владеть: - навыками работы с математическими пакетами, применяемых для приближенных вычислений в прикладных задачах;
Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)	Знать: - основные положения вычислительной математики, необходимые для решения научно-исследовательских задач; Уметь: - анализировать поставленную научно-исследовательскую задачу и применять методы вычислительной математики для ее решения, Владеть: - навыками оптимизации вычислительных алгоритмов, используемых при решении научно-исследовательской задачи;
Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10)	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;

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - этапы постановки и решения вычислительных задач. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать требуемый метод в соответствии с особенностями задачи и имеющимися ограничениями на реализацию <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью самостоятельно пополнять знания в области вычислительных методов.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		5	6
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Контактная работа:	110	56	54
лекции	46	28	18
практические занятия	64	28	36
семинары	–	–	–
лабораторные работы	–	–	–
курсовой проект (работа)	–	–	–
Самостоятельная работа студента	61	43	18
Промежуточная аттестация:	45	9	36

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-2	ПК-9	ПК-10	ПК-12		
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

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции					Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ОПК-2	ПК-9	ПК-10	ПК-12		
новенных дифференциальных уравнений								
Тема 3. Приближенные методы решения интегральных уравнений	35	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС, ЛР	ПАР
Тема 4. Приближенные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными	37	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС, ЛР	ПАР
Всего по дисциплине	171							
Промежуточная аттестация	45							
Итого по дисциплине	216							

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
5 семестр							
Тема 1. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем	14	14	-	-	22	-	50
Тема 2. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	14	14	-	-	21	-	49
Всего за семестр 5	28	28	-	-	43	-	99
Промежуточная аттестация							9
Итого за семестр 5							108
6 семестр							
Тема 3. Приближенные методы решения интегральных уравнений	8	18	-	-	9	-	35
Тема 4. Приближенные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными	10	18	-	-	9	-	37

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
ми производными							
Всего за семестр 6	18	36	-	-	18	-	72
Промежуточная аттестация							36
Итого за семестр 6							108
Итого по дисциплине							216

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)
5 семестр		
1	Практическое занятие 1-3. Приближенные аналитические методы. Метод степенных рядов (метод последовательного дифференцирования). Метод последовательных приближений (метод Пикара).	6
	Практическое занятие 4-5. Численные методы. Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Усовершенствованный метод Эйлера – Коши.	4
	Практическое занятие 6-7. Метод Эйлера – Коши с последующей итерационной обработкой. Метод Рунге – Кутты. Экстраполяционный и интерполяционный методы Адамса.	4
2	Практическое занятие 8-9. Приближенные численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод редукции.	4
	Практическое занятие 10-11. Метод дифференциальной прогонки. Метод конечных разностей. Метод прогонки. Улучшенный разностный метод. Многоточечный метод.	4
	Практическое занятие 12-14. Приближенные аналитические методы. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод Галеркина. Метод Ритца. Метод возмущений.	6
Всего за семестр 5		28
6 семестр		
3	Практическое занятие 1-2. Метод замены ядра на вырожденное. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод моментов.	4
	Практическое занятие 3-5. Метод последовательных приближений. Решение интегральных уравнений методом конечных сумм.	6

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
	Практическое занятие 6-7. Основные виды линейных интегральных уравнений. Связь между дифференциальными уравнениями и уравнениями Вольтерра.	4
	Практическое занятие 8-9. Связь линейной краевой задачи с интегральным уравнением Фредгольма.	4
4	Практическое занятие 10. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Начальные и краевые условия.	2
	Практическое занятие 11-12. Метод сеток для уравнений параболического типа. Устойчивость конечно – разностной схемы для уравнения теплопроводности. Метод прогонки для уравнения теплопроводности.	4
	Практическое занятие 13-14. Задача Коши. Смешанная задача. Корректность постановки смешанной задачи. Краевые условия для уравнений эллиптического типа.	4
	Практическое занятие 15-16. Единственность решения задачи Дирихле. Уравнение Лапласа в конечных разностях. Решение задачи Дирихле методом сеток. Процесс Либмана	4
	Практическое занятие 17-18. Метод сеток для уравнения гиперболического типа. Метод прямых. Метод прямых для уравнения Пуассона	4
Всего за семестр 6		36
Итого по дисциплине		64

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
5 семестр		
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 4-5]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	22
2	1. Поиск, анализ информации и проработка	21

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	учебного материала [2, 4-6]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	
Всего за семестр 5		43
6 семестр		
3	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [3, 4-7]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	9
4	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [4-10]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	9
Всего за семестр 6		18
Итого по дисциплине		61

5.7 Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

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: 07.08.2017)

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: 07.08.2017).

8. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 07.08.2017).

9. **Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://biblio-online.ru>, свободный (дата обращения: 07.08.2017).

10. **Scilab** [Программное обеспечение] — Режим доступа: <https://www.scilab.org/> - свободный (дата обращения: 07.08.2017).

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 Scilab.

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 (5 семестр) и экзамена (6 семестр).

Фонд оценочных средств дисциплины «Вычислительная математика» для текущего контроля успеваемости включает письменную аудиторную работу.

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта в 5 семестре и экзамена в 6 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

5 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	2,5	1-14	
Практическое занятие №1	2	2,5	1-14	
Лекция №2	1	2,5	1-14	
Практическое занятие №2	2	2,5	1-14	
Лекция №3	1	2,5	1-14	
Практическое занятие №3	2	2,5	1-14	
Лекция №4	1	2,5	1-14	
Практическое занятие №4	2	2,5	1-14	
Лекция №5	1	2,5	1-14	
Практическое занятие №5	2	2,5	1-14	
Лекция №6	1	2,5	1-14	
Практическое занятие №6	2	2,5	1-14	
Лекция №7	1	2,5	1-14	
Практическое занятие №7	2	2,5	1-14	
Тема №2				
Лекция №8	1,5	2,5	1-14	
Практическое занятие №8	2	2,5	1-14	
Лекция №9	1,5	2,5	1-14	
Практическое занятие №9	2	2,5	1-14	
Лекция №10	1,5	2,5	1-14	
Практическое занятие №10	2	2,5	1-14	
Лекция №11	1,5	2,5	1-14	
Практическое занятие №11	2	2,5	1-14	
Лекция №12	1,5	2,5	1-14	
Практическое занятие №12	2	2,5	1-14	
Лекция №13	1,5	2,5	1-14	
Практическое занятие №13	2	2,5	1-14	
Лекция №14	1	2,5	1-14	
Практическое занятие №14	2	2,5	1-14	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		

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		
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				
60 и менее	«зачтено»			
менее 60	«не зачтено»			

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 №3				
Лекция №1	1	1,5	1-18	
Практическое занятие №1	2	3	1-18	
Практическое занятие №2	2	3	1-18	
Лекция №2	1	1,5	1-18	
Практическое занятие №3	2	3	1-18	
Практическое занятие №4	2	3	1-18	
Практическое занятие №5	2	3	1-18	
Лекция №3	1	1,5	1-18	
Практическое занятие №6	2	3	1-18	
Практическое занятие №7	2	3	1-18	
Лекция №4	1	1,5	1-18	
Практическое занятие №8	2	3	1-18	
Практическое занятие №9	2	3	1-18	
Тема №3				
Лекция №5	1	2	1-18	
Практическое занятие №10	2	3	1-18	
Лекция №6	1	2	1-18	
Практическое занятие №11	2	3	1-18	
Практическое занятие №12	2	3	1-18	
Лекция №7	1	2	1-18	
Практическое занятие №13	2	3	1-18	

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 №14	2	3	1-18	
Лекция №8	1	2	1-18	
Практическое занятие №15	2	3	1-18	
Практическое занятие №16	2	3	1-18	
Лекция №9	1	2	1-18	
Практическое занятие №17	2	3	1-18	
Практическое занятие №18	2	3	1-18	
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 премияльных 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

5 семестр

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается в 1 балл (Лекции №1-7, 14) балла и 1,5 балла (Лекции № 8-13). Активное участие в обсуждении в ходе лекции – от 1 до 1,5 баллов.

Посещение практического занятия с ведением конспекта – 2 балла. Выполнение письменной аудиторной работы – до 0,5 баллов.

6 семестр

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается в 1 балл. Активное участие в обсуждении в ходе лекции – до 0,5 баллов (Тема №3) и до 1 балла (Тема №4).

Посещение практического занятия с ведением конспекта – 2 балла. Выполнение письменной аудиторной работы – до 1 балла.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

В учебном плане курсовых работ (проектов) не предусмотрено.

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 \mathbb{C} ?
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 решения 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>Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)</i>		
Знать: - основные методы вычислительной математики и компьютерные алгоритмы для решения научно-исследовательских задач;	1 этап формирования	- описывает основные понятия и область применения методов вычислительной математики;
	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>Способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования (ОПК-2)</i>		
Знать:	1 этап	- описывает способы кон-

Критерий	Этапы формирования	Показатель
- основы работы с программными средствами и пакетами прикладных программ для вычислительных методов;	формирования	троля 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 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>Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)</i>		
Знать: - основные положения вычислительной математики, необходимые для решения научно-исследовательских задач;	1 этап формирования	- воспроизводит теоретические основы численного эксперимента и моделирования;
	2 этап	- выбирает требуемый метод в соответствии с осо-

Критерий	Этапы формирования	Показатель
	формирования	бенностями задачи и имеющимися ограничениями на реализацию;
Уметь: - анализировать поставленную научно-исследовательскую задачу и применять методы вычислительной математики для ее решения,	1 этап формирования	- корректно интерпретирует результаты, полученные в ходе решения научно-исследовательской задачи;
	2 этап формирования	- выбирает алгоритмы различных вычислительных методов решения задачи;
Владеть: - навыками оптимизации вычислительных алгоритмов, используемых при решении научно-исследовательской задачи;	1 этап формирования	- перечисляет принципы построения и ограничения на применение вычислительных методов;
	2 этап формирования	- применяет способы формализации моделей объектов и процессов;
<i>Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10)</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 примене-

Критерий	Этапы формирования	Показатель
		ния;
Владеть: - общими навыками постановки и решения конкретных задач по основным разделам вычислительной математики;	1 этап формирования	- обосновывает методы вычислительной математики, выбранные для решения данной научно-исследовательской задачи;
	2 этап формирования	- приводит исходные данные к виду, удобному для решения задачи методами вычислительной математики;
<i>Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)</i>		
Знать: - этапы постановки и решения вычислительных задач.	1 этап формирования	- классифицирует основные методы приближенных вычислений и границы их применимости;
	2 этап формирования	- применяет о методы оценки погрешностей задач и алгоритмов;
Уметь: - выбирать требуемый метод в соответствии с особенностями задачи и имеющимися ограничениями на реализацию	1 этап формирования	- описывает методы приближенного вычисления интегралов;
	2 этап формирования	- оценивает корректность применения выбранного метода вычислительной математики к решению конкретной задачи;
Владеть: - способностью самостоятельно пополнять знания в области вычислительных методов.	1 этап формирования	- перечисляет информационные источники, содержащие дополнительную информацию о методах вычислительной математики;
	2 этап формирования	- самостоятельно пополняет знания в области вычислительных методов;

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

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 (5 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 (6 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 (5 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 Ритца?
22. Асимптотические методы для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем, содержащих малый положительный параметр.

Перечень типовых вопросов к экзамену (6 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 (5 семестр)

Различными численными методами найти решение уравнения

$$\frac{dy}{dx} = x^2 + y^3.$$

Типовая задача для промежуточной аттестации (6 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.

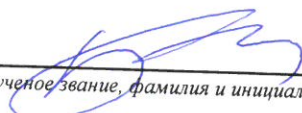
При изучении тем дисциплины «Вычислительная математика» обучающимся необходимо: ознакомиться с изложенным теоретическим материалом; акцентировать внимание на основных понятиях каждой конкретной темы; пройти тестирование (входной и текущий контроль); выполнить задания на самостоятельную работу; подготовиться к сдаче промежуточной аттестации в виде зачёта (5 семестр) и экзамена (6 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 №16 Прикладной математики

« 22 » декабря 2014 года, протокол № 5.

Разработчики

д. ф.-м. н., профессор


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

Береславский Э. Н.

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

к.т.н., доцент

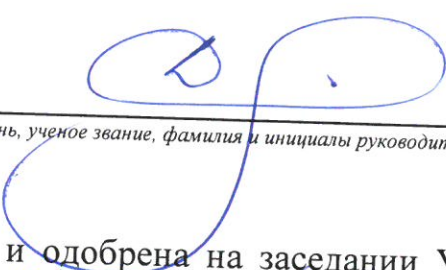

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Далингер Я.М.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент


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

Далингер Я.М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 21 » января 2015 года, протокол № 4.

С изменениями и дополнениями от « 30 » августа 2017 года, протокол № 10 (в соответствии с Приказом от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).