

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра ВССиИБ
Заведующий кафедрой ВССиИБ



Б.В. Желенков

30 сентября 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

30 сентября 2019 г.

Кафедра «Математическое моделирование и системный анализ»

Автор Андреева Татьяна Владимировна, к.ф.-м.н., доцент

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительная математика

Направление подготовки:	09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
Профиль:	Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2018

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 2 30 сентября 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии  Н.А. Клычева	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 10 24 июня 2019 г. И.о. заведующего кафедрой  Г.А. Зверкина
---	--

Москва 2019 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Вычислительная математика» – является изучение студентами основ теории разных разделов математики, необходимых для качественного проектирования, изготовления и эксплуатации вычислительных машин, комплексов и систем транспортной логистики.

Для этого надо ознакомить будущих бакалавров с методами, которые применяются при численных расчетах связанных с решением задач СЛАУ, задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем таких уравнений, а также уравнений с частными производными. Также в курсе рассматриваются численные методы, которые применяются в моделях оптимального управления, и управления колебаниями. Необходимо объяснить студентам, почему выбраны именно эти конкретные методы, указать их преимущества и недостатки, объяснить их свойства, объяснить от чего зависят ошибки вычисления, скорости сходимости и т.д.

Важнейшие задачи преподавания этой дисциплины состоят в том, чтобы на примерах продемонстрировать студентам сущность научного подхода, специфику математики, научить студентов приемам исследования и решения математически формализованных задач, подготовить их к изучению основных методов и их реализации на компьютерах, выработать у студентов умение анализировать полученные результаты, привить навыки самостоятельной работы с математической литературой и работать в небольшом коллективе

Курс опирается на математические знания студентов, приобретенные ими в общеобразовательной школе и средних специальных учебных заведениях и на знаниях приобретенных на первом курсе университета.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

научно-исследовательская:

- сбор, анализ научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- участие в работах по проведению вычислительных экспериментов с целью проверки используемых математических моделей.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Вычислительная математика" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

2.1.1. Математика:

Знания: - основных понятий математического анализа и основные понятия и теоремы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; - основных понятий комбинаторики и теории вероятностей, знание основ программирования и информатики; - знание основных физических явлений, таких как механика, теплопроводность, электричество, квантовая механика, оптика; - методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений; - понятия теории последовательностей и рядов; - методов теории вероятностей, математической статистики, дискретной математики, теории разностных методов и основ математического моделирования; - знать основы теории графов; - знать законы распределения случайных величин; - иметь представление: о истории и развитии математического анализа; о вкладе отечественных ученых в развитие математики; о роли математики в системе естественных наук.

Умения: - применять методы математического анализа и моделирования; - осуществлять основные формульно - функциональные преобразования; рассматривать аналитическую и геометрическую стороны различных соотношений и выводов; - дифференцировать и интегрировать элементарные функции; исследовать функции и строить графики; использовать разложения в ряды; интегрировать обыкновенные дифференциальные уравнения; - применять современные технологии разработки программных комплексов, осуществлять контроль качества разрабатываемых программных продуктов, строить и исследовать модели с привлечением программного обеспечения

Навыки: - владения методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств;

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Компьютерная графика

2.2.2. Операционные системы. Аппаратно-программные платформы

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-2 способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	Знать и понимать: тематику, содержание и терминологию основных разделов вычислительной математики Уметь: формулировать и анализировать задачи, находить пути их решения и решать с использованием математического аппарата и моделей, изученных в данной дисциплине Владеть: методами и средствами высшей математики
2	ПК-3 способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	Знать и понимать: основные разделы математики; иметь знания базовых математических дисциплин и уметь использовать методы исследования объектов профессиональной деятельности на основе общих тенденций развития программной инженерии Уметь: применять современные технологии разработки программных комплексов с использованием автоматизированных систем планирования и управления, осуществлять контроль качества разрабатываемых программных продуктов, строить и исследовать модели с привлечением программного обеспечения; работать в небольшом коллективе; Владеть: навыками коллективной работы над задачами; - методами принятия стратегических, тактических и оперативных решений при решении конкретных задач.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 3
Контактная работа	42	42,15
Аудиторные занятия (всего):	42	42
В том числе:		
лекции (Л)	14	14
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	28	28
Самостоятельная работа (всего)	30	30
Экзамен (при наличии)	36	36
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	Раздел 1 Отличие вычислительной математики от теоретической классической математики.	2				2	4	
2	3	Раздел 2 Численное решение алгебраических уравнений и СЛАУ	2	4/2			4	10/2	ПК1, Индивидуальное домашнее задание 1
3	3	Раздел 3 Переход от задачи для непрерывных функций с дискретным уравнениям на сетке.	2	12/3			4	18/3	, Индивидуальное домашнее задание 2
4	3	Раздел 4 Важная роль собственных чисел и векторов.	2	6/3			4	12/3	, Индивидуальное домашнее задание 3.
5	3	Раздел 5 Двух шаговые и многошагов. методы	2	2/1			4	8/1	ПК2, Индивидуальное домашнее задание 4.
6	3	Раздел 6 Итерационные методы.	2	2/1			6	10/1	, Индивидуальное домашнее задание 5.
7	3	Раздел 7 Метод Тихонова	2	2/1			6	10/1	, Индивидуальное домашнее задание 6.
8	3	Экзамен						36	ЭК
9		Тема 1.1 Нормы комплексных векторов и матриц.							
10		Тема 1.2 Общие принципы вычисления ошибок в математических расчетах в случае комплексных данных.							
11		Тема 2.1							

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Метод половинного деления, метод хорд, касательных и их комбинация. Обзор точных методов решения СЛАУ.							
12		Тема 2.2 Метод квадратного корня. Методы ортогонализации. Обращение клеточных матриц.							
13		Тема 3.1 Обыкновенные дифференциальные уравнения и краевые условия для них. Разностная аппроксимация. Решение разностных уравнений							
14		Тема 3.1 Анализ покоя, устойчивости и поведения модели. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ.							
15		Тема 4.1 Собственных чисел и векторов.							
16		Тема 4.1 Анализ поведения динамических систем (второго порядка) на фазовой плоскости.							
17		Тема 4.1 Алгоритм построения фазового портрета.							
18		Тема 4.1 Анализа устойчивости линейных автономных динамических систем второго порядка.							

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19		Тема 5.1 Двухшаговые разностные методы Эйлера, Рунге- Кутта. Многошаговые методы построения разностных уравнений.							
20		Тема 5.1 Явные методы Адамса - Башфорта и неявные методы Адамса – Миултона. Метод прогноза и коррекции.							
21		Тема 6.1 Разностные схемы для уравнений с частными производными.							
22		Тема 6.1 Итерационные методы. Метод простых итераций, Зейделя и общие двухслойные итерационные методы. Теорема Самарского							
23		Тема 6.1 Явные и неявные схемы для линейного и нелинейного параболического уравнения с частными производными.							
24		Тема 6.1 Способы построения точных решений.							
25		Тема 7.1 Корректные задачи, функционал Тихонова.							
26		Тема 7.2 Нормальное по Тихонову решение.							
27		Всего:	14	28/11			30	108/11	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 28 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
1	3	РАЗДЕЛ 2 Численное решение алгебраических уравнений и СЛАУ	ПЗ №1. Нормы матриц. Вычисление числа обусловленности и априорных оценок ошибок СФЛАУ	4 / 2
2	3	РАЗДЕЛ 3 Переход от задачи для непрерывных функций с дискретным уравнениям на сетке.	ПЗ №2. Метод квадратного корня. Методы ортогонализации. Обращение клеточных матриц.	4 / 1
3	3	РАЗДЕЛ 3 Переход от задачи для непрерывных функций с дискретным уравнениям на сетке.	ПЗ №3. Решение разностных уравнений	4 / 1
4	3	РАЗДЕЛ 3 Переход от задачи для непрерывных функций с дискретным уравнениям на сетке.	ПЗ №4. Анализ покоя, устойчивости и поведения модели. Ана-лиз и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ.	4 / 1
5	3	РАЗДЕЛ 4 Важная роль собственных чисел и векторов.	ПЗ №5. Алгоритм построения фазового портрета.	4 / 1
6	3	РАЗДЕЛ 4 Важная роль собственных чисел и векторов.	ПЗ №6. Анализа устойчивости линейных автономных динамических систем второго порядка	2 / 2
7	3	РАЗДЕЛ 5 Двух шаговые и многошагов. методы	ПЗ №7. Явные методы Адамса - Башфорта и неявные методы Адамса – Миултона. Метод прогноза и коррекции.	2 / 1
8	3	РАЗДЕЛ 6 Итерационные методы.	ПЗ №8. Способы построения точных решений.	2 / 1
9	3	РАЗДЕЛ 7 Метод Тихонова	ПЗ №9. Примеры расчетов нормального по Тихонову решения.	2 / 1
ВСЕГО:				28/11

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Вычислительная математика» осуществляется в форме лекций и домашних лабораторных работ.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и являются традиционными классическими лекционными (объяснительно-иллюстративные).

Практические занятия: работа на них организована с использованием составления, отладки программ на языке СИ++. Часть времени занимает объяснение теории курса и ответы на вопросы, что выполняется в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач).

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и созданием и отладкой программ с помощью компьютерных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К компьютерным технологиям (самостоятельная работа студента) относится отладка и выполнение программ, составление отчета для отдельных тем по электронным пособиям (которое посылается по электронной почте каждому студенту в первую неделю семестра), подготовка к текущему и промежуточному контролю, интерактивные консультации преподавателя по специальным разделам.

Весь курс разбит на 6 разделов, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (решение типовых простых задач, анализ конкретных ситуаций, работа с данными) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые решения простых типовых задач, решение простых задач с использованием компьютеров (ноутбук) или на бумажных носителях.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	3	РАЗДЕЛ 1 Отличие вычислительной математики от теоретической классической математики.	1. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1]- [4] (введение), [7], [8]. 1. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1]- [4] (введение), [7], [8].	2
2	3	РАЗДЕЛ 2 Численное решение алгебраических уравнений и СЛАУ	1. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1]- [5]. Выполнение домашних заданий.	4
3	3	РАЗДЕЛ 3 Переход от задачи для непрерывных функций с дискретным уравнениям на сетке.	1. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [3], [2], [1], [8]. Выполнение домашних заданий.	4
4	3	РАЗДЕЛ 4 Важная роль собственных чисел и векторов.	1. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [3]. Выполнение домашней контрольной работы 2: Решение задачи Коши для линейного обыкновенного дифференциального уравнения.	4
5	3	РАЗДЕЛ 5 Двух шаговые и многошагов. методы	1. Подготовка отчетов по лабораторным работам. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [10], [3].	4
6	3	РАЗДЕЛ 6 Итерационные методы.	1. Подготовка отчетов по лабораторным работам. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [10], [3].	6
7	3	РАЗДЕЛ 7 Метод Тихонова	1. Подготовка отчетов по лабораторным работам. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [10], [3].	6
ВСЕГО:				30

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Устойчивость разностных схем	А.А. Самарский, А.В. Гулин	Изд. Либком. 386с., 2009	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
-------	--------------	-----------	--------------------------------------	--

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://www.library.ru/> - информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки для молодежи.
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Википедия – свободная энциклопедия
5. <http://miit.ru> МИИТ| Об университете| Структура| Кафедры| ИУТТ кафедра «Прикладная математика-1»

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Компьютеры на рабочих местах в компьютерном классе должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно пакетом Mathcad версия не ниже 2013.

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы в 3 семестре требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером.
2. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе со стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно пакетом Mathcad версия не ниже 2013

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в не-малой степени зависит от активной роли и желания самого обучающегося в учебном процессе. Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором

материала, после лекции и во время специально организуемых индЛекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы-вы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций: 1. Познавательно-обучающая; 2. Развивающая; 3. Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6. Организующая; 7. Информационная.

Выполнение практических заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике. Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, являются важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение практических занятий не сводится только к органическому дополнению лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форма текущего контроля за отношением обучающихся к учебе, за уровнем их знаний, а следовательно, и как один из важных каналов для своевременного подтягивания отстающих обучающихся.

При подготовке специалиста важны не только серьезная теоретическая подготовка, знание основ математики, но и умение ориентироваться в разнообразных практических ситуациях, ежедневно возникающих в его деятельности. Этому способствует форма обучения в виде практических занятий. Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с учебной литературой, формирование у обучающихся умений и навыков работы с исходными данными, научной литературой и программами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и литературой, указанной в плане этих занятий.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если они были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня

освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и тестовые материалы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература.

индивидуальных встреч он может задать лектору интересующие его вопросы.