

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Юнаков Л. П.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА В АРКТ

Направление/специальность подготовки	24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Гидроаэродинамика
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Овчинникова Ольга Константиновна, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА В АРКТ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ПСК-2.4 — Способность проводить исследования по аэрогазодинамике и процессам теплообмена с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

физические и математические модели, описывающие процессы, происходящие при эксплуатации в изделиях теплоэнергетики, авиационной и ракетно-космической техники;

умения:

применять физические и математические модели, и численные методы для проведения расчетов в теплотехнике, теплоэнергетике, гидроаэродинамике;

навыки:

самостоятельно решать научно-технические задачи и обрабатывать результаты физических экспериментов с использованием средств вычислительной техники, методов численного моделирования, передовых информационных технологий.

ПСК-2.4

знания:

основные численные методы и алгоритмы решения прикладных задач гидроаэродинамики и тепломассообмена;

умения:

описывать алгоритмы решения прикладных задач гидроаэродинамики и тепломассообмена, использовать программирование для реализации алгоритмов и численных методов в предметной области;

навыки:

применения современных информационных технологий и программных средств к решению прикладных задач гидроаэродинамики и тепломассообмена.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА В АРКТ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ, РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла
- ПК-93 — способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	ПСК-2.4
3	5	Раздел 1. Методы решения уравнений. Методы решения линейных уравнений. Особенности решения вычислительных задач. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод прогонки для трехдиагональной матрицы. Методы решения нелинейных уравнений. Особенности численного решения задач. Погрешность, точность, сходимость, устойчивость численных методов. Корни уравнений простые и кратные. Методы решения нелинейных уравнений.	25	12	4	8	13	20	20
3	5	Раздел 2. Приближение функций. Интерполяция. Приближение функций. Интерполяция и экстраполяция функций. Полиномиальная интерполяция. Многочлен Лагранжа. Многочлен Эрмита. Интерполяционный многочлен Ньютона. Погрешность интерполяции. Пути уменьшения погрешности интерполирования. Кубический сплайн: определение, способ построения. Применение метода скалярной прогонки. Аппроксимация. Построение аналитических функций методом наименьших квадратов. Вычисление коэффициентов для функции од-ной переменной (на плоскости). Вычисление коэффициентов для функции двух переменных (в пространстве).	22	12	4	8	10	20	20
3	5	Раздел 3. Численное интегрирование. Формулы численного интегрирования: прямоугольников, трапеций и парабол (Симпсона). Априорная и апостериорная погрешность ме-тодов численного интегрирования. Метод Рунге для оценки погрешности численного интегрирования.	16	6	2	4	10	20	20
3	5	Раздел 4. Методы оптимизации. Понятие оптимизации и целевой функции. Обусловленность вычисления минимума функции. Метод прямого поиска. Метод деления отрезка пополам (дихотомии). Метод золотого сечения. Метод чисел Фибоначчи. Критерии окончания счета. Виды целевых функций. Методы спуска. Оптимизация овражных функций.	24	12	4	8	12	20	20
3	5	Раздел 5. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Граничные и начальные условия. Классификация методов. Явные и неявные методы. Их особенности. Методы Эйлера: простой, модифицированный и усовершенствованный. Методы Рунге-Кутты. Многошаговый метод Адамса. Порядок точности методов численного интегрирования. Метод стрельбы для решения краевой задачи. Адаптивный шаг.	21	9	3	6	12	20	20
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Методы решения уравнений.	Решение нелинейного уравнения, описывающего движение газа по соплу Лаваля.	8
2	Раздел 2. Приближение функций.	Интерполирование и аппроксимация экспериментальных данных.	8
3	Раздел 3. Численное интегрирование.	Вычисление определенного интеграла.	4
4	Раздел 4. Методы оптимизации.	Решение задачи одномерной оптимизации на примере вывода на орбиту двух- и трехступенчатых ракет.	8
5	Раздел 5. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	Решение системы ОДУ, описывающих спуск космического аппарата. Применение многошаговых методов и адаптивного шага.	6
Всего за 5 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Методы решения уравнений.	Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение	13

		заданий.	
2	Раздел 2. Приближение функций.	Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	10
3	Раздел 3. Численное интегрирование.	Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	10
4	Раздел 4. Методы оптимизации.	Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	12
5	Раздел 5. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	12
Всего за 5 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5			ИПЗ			ДР	ИПЗ		ИПЗ	ДР		ИПЗ			ИПЗ	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- зач. – зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. О. К. Овчинникова, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Вычислительная математика в задачах аэрокосмической техники. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 18 экз.
2. О. К. Овчинникова, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Вычислительная математика в задачах аэрокосмической техники. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, эл. рес.
3. О. К. Овчинникова, Н. В. Тарасова. . Методы вычислительного моделирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
4. У. Г. Пирумов, В. Ю. Гидаспов, И. Э. Иванов. Численные методы. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
3. Моделирование и анализ информационных систем.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Matlab 2015a SP1.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА В АРКТ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ПСК-2.4 Способность проводить исследования по аэрогидрогазодинамике и процессам теплообмена с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением прикладных задач в области аэрокосмической техники. Целью курса является ознакомление слушателей с вычислительными методами, которые используются в инженерных и научно-технических расчетах: методами решения задач линейной алгебры и нелинейных уравнений, методами приближения и аппроксимации функций, численным интегрированием и дифференцированием, поиском экстремумов функций, решением дифференциальных уравнений в полных и частных производных. Значительное место в освоении курса уделяется особенностям реализации вычислительных алгоритмов на ПК (персональном компьютере), средствам и методам графической интерпретации полученных результатов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Методы решения уравнений.		
Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	О. К. Овчинникова, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Вычислительная математика в задачах аэрокосмической техники: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1,2) О. К. Овчинникова, Н. В. Тарасова. . Методы вычислительного моделирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1)	13
Итого по разделу 1		13
Раздел 2. Приближение функций.		
Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	О. К. Овчинникова, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Вычислительная математика в задачах аэрокосмической техники: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (3) У. Г. Пирумов, В. Ю. Гидаспов, И. Э. Иванов. Численные методы: Москва: Юрайт, 2019 (1)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Численное интегрирование.		
Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	О. К. Овчинникова, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Вычислительная математика в задачах аэрокосмической техники: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (4)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Методы оптимизации.		
Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	О. К. Овчинникова, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Вычислительная математика в задачах аэрокосмической техники: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (5)	12
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.		
Изучение дидактических единиц раздела, работа с литературой. Выполнение заданий.	О. К. Овчинникова, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Вычислительная математика в задачах аэрокосмической техники: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (6)	12
Итого по разделу 5		12

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- индивидуальное практическое задание;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Индивидуальное практическое задание

Индивидуальные практические задания для самостоятельной работы входят в состав УМК дисциплины.

Задания формируются в соответствии с наименованием раздела дисциплины и индивидуальным номером студента в списке группы. В течение семестра студент выполняет 5 отчётов по практическим работам.

Выполненное задание оформляется как отчёт по проделанной работе и оценивается по десятибалльной шкале на соответствие следующим критериям:

- Текстовая часть отчета выполнена на стандартных листах белого цвета формата А4, цвет шрифта черный.
 - При оформлении использован шрифт Times New Roman или Arial, кегль 12-14 пт; полуторный межстрочный интервал и обычный межзнаковый интервал.
 - При оформлении использован абзацный отступ 1,25 см; абзацный интервал 0; выравнивание по ширине страницы.
 - Отчёт содержит все необходимые элементы: титульный лист, цель и задачи работы, теоретические сведения, допущения, полученные результаты, выводы.
 - При наборе формул использован встроенный редактор Microsoft Office Word (Microsoft Equation 3,0) или редактор MathType. Формулы выравнены по центру.
 - После каждой формулы ставится запятая, а первая строка с расшифровкой начинается со слова «где» без двоеточия и без абзацного отступа.
 - Рисунки представлены в формате: «Рисунок 1 – Наименование», выравнены по центру, без абзацного отступа. Их количество является достаточным для пояснения полученных результатов и обоснования выводов.
 - Представленное решение задачи соответствует индивидуальному заданию.
 - Полученные результаты представлены в виде графиков или таблиц значений и позволяют проанализировать влияние на результат решения задачи применения различных численных методов решения и (или) их настроек.
 - Выводы о проделанной работе обоснованы и опираются на представленные результаты.
- Оценка выставляется в соответствии с полученными баллами: 6-7 баллов "удовлетворительно", 8-9 баллов "хорошо", 10 баллов "отлично".

Зачет

Зачёт выставляется при условии выполнения обучающимся всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	ПСК-2.4	
3	5	Раздел 1. Методы решения уравнений.	25	12	4	8	13	20	20	Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 2. Приближение функций.	22	12	4	8	10	20	20	Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 3. Численное интегрирование.	16	6	2	4	10	20	20	Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 4. Методы оптимизации.	24	12	4	8	12	20	20	Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 5. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	21	9	3	6	12	20	20	Индивидуальное практическое задание
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-1

	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Опишите принцип применения метода наименьших квадратов для аппроксимации данных и последовательность действий для построения аппроксимирующей кривой.
№ 2	Необходимо, используя метод наименьших квадратов, вычислить коэффициенты аппроксимирующего полинома первого порядка для таблично заданных экспериментальных данных: $\begin{array}{ccccc} x & 0 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ y & 1 & 0 & 1 & -2 & -3 \end{array}$
№ 3	Поясните смысл переменных (дайте расшифровку используемых обозначений) в квадратурной формуле, применяемой в вычислительной математике для приближенного вычисления значения интеграла $\int_a^b f(x) dx \approx \sum_{i=0}^n A_i f(\bar{x}_i)$
№ 4	Поясните смысл переменных (дайте расшифровку используемых обозначений) в формуле, применяемой в вычислительной математике для оценки погрешности вычисления приближенного вычисления значения интеграла $\epsilon \leq \frac{h^2}{24} M_2(b-a)$ Укажите, для кого метода данная формула применима.
№ 5	Что такое «задача Коши»? Из чего она состоит?
№ 6	Какие многочлены (полиномы) следует использовать для интерполяции, если узлы интерполяции являются кратными (заданы значения функции и её производных)?
№ 7	Перечислите, с помощью каких многочленов (по фамилиям учёных) возможно проведение интерполяции?
№ 8	Какую оценку погрешности называют апостериорной?
№ 9	Какую оценку погрешности называют априорной?
№ 10	Задачи, описываемые дифференциальными уравнениями, содержащими малый коэффициент при старшей производной, называют ...
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	Если задача разрешима при любых допустимых исходных данных в случае, когда имеется единственное решение и это решение непрерывно зависит от входных данных, т.е. малому их изменению соответствует малое изменение решения, то ... <ul style="list-style-type: none"> - Задача поставлена корректно и решение является устойчивым - Решение задачи является устойчивым - Задача поставлена корректно - Задача поставлена некорректно
№ 2	Точное значение величины – это... <ul style="list-style-type: none"> - значение, не содержащее погрешности - Значение, полученное аналитически - Значение, полученное с заданной погрешностью - Значение, записанное в десятичной системе
№ 3	Задачу называют хорошо обусловленной, если... <ul style="list-style-type: none"> - малым погрешностям входных данных соответствуют малые погрешности решения

	<ul style="list-style-type: none"> - малым погрешностям входных данных соответствуют сильные изменения решения
№ 4	<p>большим погрешностям входных данных соответствуют малые погрешности решения</p> <p>Итерация – это...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Процесс повторения операций, необходимых для получения результата - Результат повторного применения какой-либо математической операции - Продолжение функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения
№ 5	<ul style="list-style-type: none"> - Результат, полученный в результате повторного применения операций <p>Замкнутая система линейных уравнений имеет единственное решение, если...</p> <ul style="list-style-type: none"> - определитель системы отличен от нуля - определитель системы равен нулю - система уравнений является вырожденной
№ 6	<ul style="list-style-type: none"> - система является плохо обусловленной <p>Метод решения СЛАУ (систем линейных уравнений), в котором первоначально матрица приводится к верхней треугольной форме (прямой ход), а далее – к единичной (обратный ход) называют...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Метод исключения Гаусса - Метод Крамера - Матричный метод - Метод прогонки
№ 7	<p>Установите правильную последовательность действий при решении трансцендентного уравнения методом Ньютона.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 2 3 <ul style="list-style-type: none"> - выбрать одну точку для старта метода - вычислить значение функции и её производной - определить координату пересечения касательной к функции с осью абсцисс - определить координату пересечения касательной к функции с осью ординат
№ 8	<ul style="list-style-type: none"> - выбрать две точки для старта метода <p>Уравнение, не являющееся алгебраическим, содержащие показательные, логарифмические, тригонометрические, обратные тригонометрические функции называют...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Трансцендентным - Аналитическим - Полиномиальным - Кватерничным
№ 9	<p>Определение промежутка, который так же называют интервалом отделения,</p>

содержащего один и только один корень уравнения называют ...

- Локализацией корня
- Уточнением корня
- Нахождением приближенного решения
- Решением трансцендентного уравнения

№ 10 Метод наименьших квадратов в вычислительной математике – это ...

- Метод аппроксимации
- Метод нахождения корня уравнения
- Метод интерполяции
- Метод оптимизации

ПСК-2.4

Вопросы открытого типа:

- № 1 Дайте определение понятию «погрешность». Что приводит к появлению погрешности в численном решении? Какая бывает погрешность?
- № 2 Что такое «корректность постановки задачи». Какие параметры определяют, корректно ли поставлена задача?
- № 3 Что означает термин «устойчивость задачи»? Как устойчивость зависит от входных данных?
- № 4 Дайте определение понятию «точность решения». Как точность связана с погрешностью?
- № 5 Как оценить абсолютную погрешность вычисления числа, если a – точное, в общем случае, неизвестное числовое значение некоторой величины, \overline{a} – известное приближенное числовое значение этой величины?
- № 6 Как оценить относительную погрешность вычисления числа, если a – точное, в общем случае, неизвестное числовое значение некоторой величины, \overline{a} – известное приближенное числовое значение этой величины?
- № 7 Как называют корень уравнения, если не только функция, но и её производная обращается в ноль?
- № 8 Если $f^{(k)}(x_*)=0$, $(k=1,2,...,(m-1))$ и $f^{(m)}(x_*)\neq 0$, то целое число m называют ...
- № 9 Если для построения итерационной последовательности отыскания корня уравнения нужно вычислить функцию в одной начальной (стартовой) точке, то метод называют ...
- № 10 Если для построения итерационной последовательности отыскания корня уравнения нужно вычислить функцию в двух начальных (стартовых) точках, то метод называют ...

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Выбор класса аппроксимирующей функции в вычислительной математике осуществляется ...
- на основе визуального анализа графического отображения аппроксимируемых значений
 - из требований к простоте системы уравнений для определения коэффициентов аппроксимирующей функции
 - по априорной оценке среднеквадратичного отклонения
- № 2 Квадратурной суммой в вычислительной математике называют ...
- сумму произведений весов квадратурной формулы и значений подынтегральной функции, вычисленных во внутренних узлах отрезка интегрирования
 - сумму значений первообразной от подынтегральной функции, выделенных в граничных точках отрезка интегрирования

- сумму значений подынтегральной функции, вычисленных в граничных точках отрезка интегрирования
 - сумму значений подынтегральной функции, вычисленных во внутренних узлах отрезка интегрирования
 - сумму произведений весов квадратурной формулы и значений первообразной от подынтегральной функции, вычисленных в граничных точках отрезка интегрирования
- № 3 Формула Ньютона – Лейбница в вычислительной математике устанавливает связь между ...
- вычислениями определенного интеграла и первообразной от подынтегральной функции
 - интерполяционным многочленом Лагранжа и подынтегральной функцией
 - квадратурной формулой и первообразной от подынтегральной функции
- № 4 Какие критерии влияют на погрешность вычисления определенного интеграла численными методами?
- остаточным членом квадратурной формулы и подынтегральной функцией
 - порядком полинома, заменяющего подынтегральную функцию
 - величина отрезка интегрирования
 - количество узловых точек на отрезке интегрирования
 - вид подынтегральной функции
 - порядок старшей непрерывной производной от подынтегральной функции
 - минимальное значение производной от подынтегральной функции
- № 5 максимальное значение подынтегральной функции на отрезке интегрирования
Нахождение значений функции в точках (x_j) , не совпадающих с узлами (x_i) , в которых известны её значения (f_i) - это ...
- Интерполяция
 - Аппроксимация
 - Экстраполяция
- № 6 Сплайн
Интерполяция – это ...
- Способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений
 - Продолжение функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения
 - Замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле близким к исходным
 - Метод решения задач, при котором объекты разного рода объединяются общим понятием
- № 7 В вычислительной математике специальным образом построенная гладкая кусочно-многочленная функция, которая сочетает в себе простоту многочлена невысокой степени и глобальную гладкость на всем отрезке интерполяции – это ...
- сплайн

- полином Лагранжа
 - полином Чебышева
 - полином Ньютона
 - полином Эрмита
- № 8 Какие методы применимы для решения жестких задач?
- неявные методы Адамса - Мултона
 - явные методы Адамса - Бэшфорта
 - методы Рунге - Кутты
 - методы Эйлера
- № 9 Численные методы решения ОДУ делятся на ...
- одношаговые и многошаговые
 - точные и приближенные
 - графические и аналитические
 - явные и неявные
 - мягкие и жесткие
- № 10 Метод Ньютона для решения нелинейного уравнения также называют ...
- Методом касательных
 - Методом хорд
 - Методом секущих
 - Методом ложного положения