

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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	6	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И _____
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Мелихов Кирилл Владиславович, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

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:

ПСК-01 — способность использовать CALS-технологии и определять внешний облик изделий, разрабатывать состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-01

знания:

на уровне представлений знать основы построения численных решений задач математики и физики;

на уровне воспроизведения знать математические основы численных методов;

на уровне понимания знать границы применимости различных численных методов в зависимости от типа решаемой задачи;

умения:

теоретические: использовать изученные методы для решения прикладных задач;

практические: уметь проводить численные расчеты и использовать их для создания облика конструкций;

навыки:

работы в пакете Maple;

разработки и отладки программ численных расчетов в среде Python.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.01 *Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТОВ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**.

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- 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

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	Лабораторный практикум		ПСК-01
3	6	Раздел 1. Работа в среде Python. Особенности интерфейса интерпретатора Jupyter Основные конструкции языка Python Средства отладки программ в среде.	11	3	3	0	8	10
3	6	Раздел 2. Численные методы решения трансцендентных уравнений. Метод простых итераций. Условие сходимости. Метод половинного деления. Программная реализация. Метод секущих. Метод обратной параболической интерполяции. Метод Ньютона. Особенности программной реализации. Алгоритмы локализации корней.	17	7	5	2	10	10
3	6	Раздел 3. Решение задач в пакете Maple. Введение в пакет Maple. Особенности интерфейса и принципы работы в пакете. Простейшие операции. Понятие о числовых и символьных вычислениях. Элементы программирования. Решение алгебраических уравнений и систем. Понятие списка. Работа с массивами и матрицами. Производные, интегралы и дифференциальные уравнения. Решение динамических задач. Построение графиков и полей функций двух переменных. Решение задач оптимизации.	35	23	8	15	12	10
3	6	Раздел 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Алгоритм метода Гаусса и его программная реализация. Метод Гаусса для симметричных и ленточных матриц. Понятие о выборе главного элемента.	6	3	3	0	3	10
3	6	Раздел 5. Решение систем нелинейных уравнений. Применение метода Ньютона для систем нелинейных алгебраических уравнений. Сведение задачи о поиске решения системы нелинейных алгебраических уравнений к оптимизационной.	8	3	3	0	5	10
3	6	Раздел 6. Численные методы оптимизации. Постановка нелинейной задачи оптимизации. Виды ограничений и способы их учета. Метод штрафных функций. Метод покоординатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод случайного поиска. Особенности программной реализации. Задачи оптимизации технических систем в процессе проектирования.	7	3	3	0	4	10
3	6	Раздел 7. Вычисление определенных интегралов. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Программная реализация.	6	3	3	0	3	10
3	6	Раздел 8. Решение дифференциальных уравнений в полных производных и их систем (задача Коши). Приведение различных форм записи уравнений динамики к стандартной форме Коши. Метод Эйлера для одного дифференциального уравнения. Основное соотношение и геометрический смысл. Оценка погрешности метода Эйлера. Понятие о порядке точности метода. Проверка устойчивости метода Эйлера. Погрешность округления в методе Эйлера. Проблема выбора шага интегрирования. Методы оценки и изменения шага в процессе расчета. Метод Эйлера для систем дифференциальных уравнений. Его программная реализация. Метод Эйлера-Коши. Его геометрический смысл. Метод Рунге-Кутты. Метод Рунге-Кутты-Мерсона с автоматическим выбором шага. Его программная реализация.	9	3	3	0	6	15
3	6	Раздел 9. Решение дифференциальных уравнений в частных производных. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Типовые граничные условия к дифференциальному уравнению теплопроводности. Методы аппроксимации производных. Явная схема. Алгоритм и программная реализация. Оценка точности и устойчивости. Неявная схема. Алгоритм и программная реализация. Оценка точности и устойчивости.	9	3	3	0	6	15
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Численные методы решения трансцендентных уравнений.	Сравнение эффективности решения трансцендентных уравнений различными методами	2
2	Раздел 3. Решение задач в пакете Maple.	Работа в пакете Wolfram Mathematica. Элементы программирования	4
3		Решение уравнений и систем уравнений	2
4		Работа с массивами и матрицами	2
5		Производные, интегралы и дифференциальные уравнения. Решение динамических задач	4
6		Построение графиков и полей функций двух переменных. Решение задач оптимизации	3
Всего за 6 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Работа в среде Python.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение разделов курса «Информатика». Самостоятельное изучение языковых конструкций, программной реализации и интерфейса среды Python Jupyter	8
2	Раздел 2. Численные методы решения трансцендентных уравнений.	Подготовка к аудиторному и лабораторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение методов простых итераций, половинного деления, секущих и Ньютона	5
3		Подготовка к лабораторной работе №1	5
4		Подготовка к контрольной работе №1	2
5		Подготовка к контрольной работе №2	2
6	Раздел 3. Решение задач в пакете Maple.	Подготовка к контрольной работе №3	2
7		Подготовка к контрольной работе №4	2
8		Подготовка к контрольной работе №5	2
9		Подготовка к контрольной работе №6	2
10	Раздел 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала и темы «метод Гаусса»	3
11	Раздел 5. Решение систем нелинейных уравнений.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала	5
12	Раздел 6. Численные методы оптимизации.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение тем «Метод покоординатного спуска» и «Метод наискорейшего спуска» по учебной литературе	4
13	Раздел 7. Вычисление определенных интегралов.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение тем «Метод прямоугольников», «Метод трапеций» и «Метод Симпсона» по учебной литературе	3
14	Раздел 8. Решение дифференциальных уравнений в полных производных и их систем (задача Коши).	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение тем «Метод Эйлера для одного дифференциального уравнения. Основное соотношение и геометрический смысл», «Метод Эйлера для систем дифференциальных уравнений», «Метод Эйлера-Коши. Его геометрический смысл» и «Метод Рунге-Кутты» по учебной литературе	3
15		Подготовка к контрольной работе №2	3
16	Раздел 9. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.	Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение тем «Дифференциальное уравнение теплопроводности» и «Типовые граничные условия к дифференциальному уравнению теплопроводности» по учебной литературе	6
Всего за 6 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
6				ЛР		ДР		ЛР		ДР		ЛР		Контр.Р.		ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;

- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контрольная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Численное решение нелинейных уравнений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. . Численные методы. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.
3. . Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
4. А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 66 экз.
5. В. А. Гончаров. . Методы оптимизации. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
6. В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. . Информатика и математика. Решение уравнений и оптимизация в Mathcad и Maple. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
7. В. Б. Барахнин, В. П. Шапеев. . Введение в численный анализ. СПб.: Лань, 2005, 7 экз.
8. Г. В. Прохоров, М. А. Леденев, В. В. Колбеев. . Пакет символьных вычислений Maple V. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , эл. рес.
9. Е. С. Баранова, Е. А. Исакова, А. М. Попов. . Линейная алгебра. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 64 экз.
10. Е. С. Баранова, П. М. Винник, Т. В. Винник. . Интегральное исчисление. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 221 экз.
11. М. Н. Кирсанов. . Maple и Maple. Решения задач механики. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
12. С. Равичандиран. . Глубокое обучение с подкреплением на Python. OpenAI Gym и TensorFlow для профи. Санкт-Петербург: Питер, 2020, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Вычислительная математика. Численные методы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 0 экз.
2. Ю. Е. Нестеров. Введение в выпуклую оптимизацию. М.: Изд-во МЦНМО, 2010, 0 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://python.ru/> — Python.ru;
2. <https://www.opennet.ru/mp/python/> — нЙОЙ-РПТФБМ Python;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
4. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<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. Python 3.4;
2. Maple.

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. Лабораторные занятия:

1. Проектор;
2. Python 3.4;
3. Maple.

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 **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-01 способность использовать CALS-технологии и определять внешний облик изделий, разрабатывать состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим моделированием и решением задач проектирования на компьютере:

- 1) решение вычислительных задач в пакете Maple и среде программирования Python;
- 2) знакомство с численными методами и алгоритмами;
- 3) обучение их программной реализации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контрольная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 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. Работа в среде Python.		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение разделов курса «Информатика». Самостоятельное изучение языковых конструкций, программной реализации и интерфейса среды Python Jupyter	С. Равичандиран. . Глубокое обучение с подкреплением на Python. OpenAI Gym и TensorFlow для профи: Санкт-Петербург: Питер, 2020 (1,2,4)	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Численные методы решения трансцендентных уравнений.		
Подготовка к аудиторному и лабораторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение методов простых итераций, половинного деления, секущих и Ньютона	. Численные методы: Москва: Юрайт, 2019 (2,3) . Численное решение нелинейных уравнений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1,2)	5
Подготовка к лабораторной работе №1		5
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Решение задач в пакете Maple.		
Подготовка к контрольной работе №1	Г. В. Прохоров, М. А. Леденев, В. В. Колбеев. . Пакет символьных вычислений Maple V: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (1,2,3)	2
Подготовка к контрольной работе №2	В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. . Информатика и математика. Решение уравнений и оптимизация в Mathcad и Maple: Москва: Юрайт, 2020 (2,3,4,6)	2
Подготовка к контрольной работе №3		2
Подготовка к контрольной работе №4		2
Подготовка к контрольной работе №5	М. Н. Кирсанов. . Maple и MapleT. Решения задач механики: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1,2,3,4,5)	2
Подготовка к контрольной работе №6		2
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее	. Численные методы:	3

изученного материала и темы «метод Гаусса»	Москва: Юрайт, 2019 (5) Е. С. Баранова, Е. А. Исакова, А. М. Попов. . Линейная алгебра: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1,2,3)	
Итого по разделу 4		3
Раздел 5. Решение систем нелинейных уравнений.		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала	. Численное решение нелинейных уравнений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1,2,3) В. Б. Барахнин, В. П. Шапеев. . Введение в численный анализ: СПб.: Лань, 2005 (3,4)	5
Итого по разделу 5		5
Раздел 6. Численные методы оптимизации.		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение тем «Метод покоординатного спуска» и «Метод наискорейшего спуска» по учебной литературе	В. А. Гончаров. . Методы оптимизации: Москва: Юрайт, 2020 (1,2,4) Ю. Е. Нестеров. Введение в выпуклую оптимизацию: М.: Изд-во МЦНМО, 2010 (1,2,4,5) В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. . Информатика и математика. Решение уравнений и оптимизация в Mathcad и Maple: Москва: Юрайт, 2020 (2,3,4,6)	4
Итого по разделу 6		4
Раздел 7. Вычисление определенных интегралов.		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение тем «Метод прямоугольников», «Метод трапеций» и «Метод Симпсона» по учебной литературе	Е. С. Баранова, П. М. Винник, Т. В. Винник. . Интегральное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1,4) . Численные методы: Москва: Юрайт, 2019 (4)	3
Итого по разделу 7		3
Раздел 8. Решение дифференциальных уравнений в полных производных и их систем (задача Коши).		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение тем «Метод Эйлера для одного дифференциального уравнения. Основное соотношение и геометрический смысл», «Метод Эйлера для систем дифференциальных уравнений», «Метод Эйлера-Коши. Его геометрический смысл» и «Метод Рунге-Кутты» по учебной литературе	. Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2,3) . Численные методы:	3
Подготовка к контрольной работе №2	Москва: Юрайт, 2019 (5,6)	3
Итого по разделу 8		6
Раздел 9. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.		
Подготовка к аудиторному практикуму. Повторение ранее изученного материала. Самостоятельное изучение тем «Дифференциальное уравнение теплопроводности» и	А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики:	6

«Типовые граничные условия к дифференциальному уравнению теплопроводности» по учебной литературе	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1,2,3) . Вычислительная математика. Численные методы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4,5)	
Итого по разделу 9		6

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольная работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный 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.

Контрольная работа

Каждая контрольная работа содержит два теоретических вопроса и две задачи. Ответ на теоретические вопросы даются преподавателю устно. Задачи подразумевают получение результатов решения посредством реализации программного кода на языке Python или в среде Maple. Контрольная работа считается сданной, если студент дал правильный ответ на оба вопроса, а результаты численного решения задач отличаются от эталонного не более, чем на 2%. Варианты контрольных работ представлены в УМК дисциплины.

Лабораторная работа

Допуск к выполнению лабораторной работы происходит, при условии наличия у студента печатной версии титульного листа отчета по лабораторной работе, в форме устного собеседования по тематике лабораторной работы. Ответы на более 50% вопросов является допуском к лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном для отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Правильные ответы на более 50% вопросов являются защитой лабораторной работы.

Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Допуском к сдаче дифференцированного зачета является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины. Дифференцированный зачет по дисциплине проходит в форме устного собеседования и ответов на вопросы к дифференцированному зачету. Преподаватель задает четыре вопроса. Правильный ответ на два вопроса является основанием для получения студентом оценки "зачтено-удовлетворительно" по дисциплине. Правильный ответ на три вопроса является основанием для получения студентом оценки "зачтено-хорошо" по дисциплине. Правильный ответ на четыре вопроса является основанием для получения студентом оценки "зачтено-отлично" по дисциплине. Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК 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	Лабораторный практикум		ПСК-01	
3	6	Раздел 1. Работа в среде Python.	11	3	3	0	8	10	Контрольная работа
3	6	Раздел 2. Численные методы решения трансцендентных уравнений.	17	7	5	2	10	10	Контрольная работа, Лабораторная работа
3	6	Раздел 3. Решение задач в пакете Maple.	35	23	8	15	12	10	Контрольная работа, Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.	6	3	3	0	3	10	Контрольная работа
3	6	Раздел 5. Решение систем нелинейных уравнений.	8	3	3	0	5	10	Контрольная работа
3	6	Раздел 6. Численные методы оптимизации.	7	3	3	0	4	10	Контрольная работа
3	6	Раздел 7. Вычисление определенных интегралов.	6	3	3	0	3	10	Контрольная работа
3	6	Раздел 8. Решение дифференциальных уравнений в полных производных и их систем (задача Коши).	9	3	3	0	6	15	Контрольная работа
3	6	Раздел 9. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.	9	3	3	0	6	15	Контрольная работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Критерии оценивания

ПСК-01

Вопросы открытого типа:

- № 1 Опишите порядок решения задачи методом Ритца
- № 2 При помощи какого модуля в Ansys выполняется изотермический квазистационарный анализ прочности конструкции?
- № 3 Посредством какого инструмента следует задавать жесткое закрепление по всем степеням свободы?
- № 4 Как обозначается модуль, соответствующий геометрическому препроцессору в workbench?
- № 5 Опишите порядок работы в среде workbench для анализа прочности конструкции
- № 6 Как называется тип контактов, при котором контактные поверхности жестко прикрепляются одна к другой?
- № 7 Как называется тип контакта, при котором поверхности скрепляются в направлении нормалей, но допускается смещение в тангенциальных направлениях?
- № 8 Как называется тип контакта, при котором поверхности скрепляются в тангенциальных направлениях, но допускается смещение в направлении нормалей?
- № 9 Как называется явление, соответствующее бесконечному возрастанию напряжений на определенном участке тела при уменьшении размера конечных элементов?
- № 10 При помощи какого граничного условия следует закреплять узлы конструкций, моделируемых балочными элементами?

Вопросы закрытого типа:

№ 1

Чему с точки зрения правил вычислений в пакете Wolfram Mathematica равен результат следующего действия? $a=2\pi$

a

6.283185307179586

2π

6.28319

№ 2 Одиночные квадратные скобки – [...] – используются в Wolfram Mathematica для:

Перечисления аргументов стандартных и пользовательских функций

Перечисления элементов списка

Указания индекса элемента(ов)списка

Изменения стандартного порядка выполнения математических операций

№ 3

Какое средство Wolfram Mathematica целесообразно использовать для

упрощения выражения? $\frac{x^2 + 2xy + y^2}{x + y}$

$$\text{NumberForm}\left[\frac{x^2 + 2xy + y^2}{x + y}\right]$$

$$N\left[\frac{x^2 + 2xy + y^2}{x + y}\right]$$

$$\text{Simplify}\left[\frac{x^2 + 2xy + y^2}{x + y}\right]$$

$$\frac{x^2 + 2xy + y^2}{x + y}$$

№ 4

Какое средство Wolfram Mathematica целесообразно использовать для

определения числового значения выражения? $\sqrt{\frac{2\pi}{e^2}}$

$$\sqrt{\frac{2\pi}{e^2}}$$

$$\text{NumberForm}\left[\sqrt{\frac{2\pi}{e^2}}, 10\right]$$

$$\text{Simplify}\left[\sqrt{\frac{2\pi}{e^2}}\right]$$

$$N\left[\sqrt{\frac{2\pi}{e^2}}\right]$$

№ 5 Что происходит в Wolfram Mathematica в результате выполнения операции? $b =$.

Переменной b присваивается нулевое значение

Переменной b присваивается значение из предыдущей ячейки

Переменная b становится неопределенной

Переменной b присваивается значение, которое она имела до последнего ее определения
№ 6 Каково будет значение переменной a в результате операции в Wolfram Mathematica?

$$a = \text{If}[x > y, z, t]$$

Если x больше, чем y и z – примет значение t ; иначе сохранит прежнее значение

Если x больше, чем y – примет значение t ; иначе примет значение z

Если x больше, чем y , z и t – примет значение определенное в операторе, следующем после If; иначе сохранит прежнее значение

Если x больше, чем y – примет значение z ; иначе примет значение t

№ 7 В чем основное различие циклов Do и For в Wolfram Mathematica?

В цикле Do проверка условия выхода из цикла происходит до выполнения тела цикла, а в цикле For – после

Выполнение цикла For управляется значением переменной цикла, которая изменяется с постоянным шагом фиксированное число раз, а выход из цикла Do происходит при выполнении определенного условия

В цикле Do переменная цикла, может быть не только целой, но и действительной, а в цикле For она может быть только целой

Выполнение цикла Do управляется значением переменной цикла, которая изменяется с постоянным шагом фиксированное число раз, а выход из цикла For происходит при выполнении определенного условия

№ 8 Какую функцию Wolfram Mathematica следует использовать, если необходимо определить все корни сложного алгебраического уравнения с корнями и дробными степенями?

Evaluate

Solve

FindRoot

Root

№ 9 Результатом выполнения функции Solve в Wolfram Mathematica при ее успешном выполнении является:

Список корней уравнения (по числу корней)

Структура, содержащая корень уравнения

Число – корень уравнения

Список структур, содержащих корни уравнения (по числу корней)

№ 10 В чем основная практическая сложность использования функции FindRoot в Wolfram Mathematica для решения уравнений и систем?

Необходимость проверки результата

Громоздкая запись

Необходимость задания начального приближения

Невозможность определить корень неалгебраических уравнений