


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаков Л. П.  
ФИО  
« 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ 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	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)

### 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Левихин Артем Алексеевич, к.т.н., заведующий кафедрой



Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Гашевский Егор Михайлович, старший преподаватель



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ**

## **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-2 — способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
ПСК-4 — способность проводить работы по обработке, анализу результатов экспериментальных исследований, испытаний ракетных двигателей и их элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-2**

*знания:*

использование информационных и компьютерных технологий при проектировании двигателей летательных аппаратов;

*умения:*

аналитическая и техническая разработка двигателей летательных аппаратов с учетом технических, эксплуатационных и производственно-экономических параметров;

*навыки:*

анализ результатов испытаний с подготовкой необходимых отчетов и заключений.

### **ПСК-4**

*знания:*

разработка методик расчета, оптимизации параметров двигательных установок летательных аппаратов и составляющих их элементов;

*умения:*

проведение компьютерных исследований объектов с применением современных математических методов, технических и программных средств;

*навыки:*

подготовка научно-технических отчетов по результатам выполненных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД, ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 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-2	ПСК-4
3	6	Раздел 1. Начало работы с MathCad. Интерфейс MathCad. Построение выражений и вычисления. Основные возможности MathCad.	15	6	2	4	9	40	0
3	6	Раздел 2. Вычисления в MathCad. Решение уравнений. Работа с векторами и матрицами. Символьные вычисления. Решение дифференциальных уравнений. Обработка экспериментальных данных. Математическая статистика.	64	32	10	22	32	40	50
3	6	Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad. Программирование. Дополнительные встроенные функции MathCad, построение графиков и их редактирование.	29	13	5	8	16	20	50
Всего за 6 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. Начало работы с MathCad.	Построение выражений и вычисления.	4
2	Раздел 2. Вычисления в MathCad.	Решение алгебраических уравнений и определение экстремумов.	4
3		Матричные вычисление и работа с матрицами.	4
4		Решение дифференциальных уравнений.	6
5		Обработка экспериментальных данных.	8
6	Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad.	Программирование в Mathcad.	3
7		Построение графиков и их редактирование.	5
Всего за 6 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Начало работы с MathCad.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	4
2		Проработка материалов практических занятий	5
3	Раздел 2. Вычисления в MathCad.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	12
4		Проработка материалов практических занятий	20
5	Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
6		Проработка материалов практических занятий	10
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					ДЗ	ДР				ДР	ДЗ					ДР	ДЗ, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Д. А. Гурский. . Вычисления в MathCAD. Минск: Новое знание, 2003, 10 экз.
2. Е. Г. Макаров. . Инженерные расчёты в Mathcad 15. СПб.: Питер, 2011, 27 экз.
3. Ю. Е. Воскобойников, А. Ф. Задорожный. . Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <http://www.library.voenmeh.ru/> — 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](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. Mathcad Education - University Edition Term.

### 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. Mathcad Education - University Edition Term.

### **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 **СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-2 способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их при решении задач профессиональной деятельности;

ПСК-4 способность проводить работы по обработке, анализу результатов экспериментальных исследований, испытаний ракетных двигателей и их элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением современных расчетных компьютерных программ и электронных моделей изделий при расчете, конструировании и проектировании двигательных установок летательных аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее 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. Начало работы с MathCad.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	Е. Г. Макаров. . Инженерные расчёты в Mathcad 15: СПб.: Питер, 2011 (1-2)	4
Проработка материалов практических занятий		5
Итого по разделу 1		9
Раздел 2. Вычисления в MathCad.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	Е. Г. Макаров. . Инженерные расчёты в Mathcad 15: СПб.: Питер, 2011 (3-8) Ю. Е. Воскобойников, А. Ф. Задорожный. . Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-4)	12
Проработка материалов практических занятий		20
Итого по разделу 2		32
Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Инженерные расчёты в Mathcad 15: СПб.: Питер, 2011 (8-15) Д. А. Гурский. . Вычисления в MathCAD: Минск: Новое знание, 2003 (1-5)	6
Проработка материалов практических занятий		10
Итого по разделу 3		16

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее 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.

#### Домашнее задание

Предусмотрено выполнение трех индивидуальных домашних заданий по темам соответствующих разделов программы дисциплины:

1) задание №1 Простейшие вычисления. Макс. 15 баллов:

1. Разложить числа 1567855, 5642, 6790 на простые множители. - 3 балла
2. Упростить, вычислить, развернуть, факторизовать выражение. - 3 балла
3. Вычислить (интеграл, производная, предел функции) - 4 балла
4. Заданы функции и значения переменных - 5 баллов

- Создать матрицы M1 и M2 из функций  $F1(x,y)$  и  $F2(x,y)$ ;
  - создать матрицу M3 из матриц M1 и M2 объединив их «бок о бок»
  - создать матрицу M4 из матриц M1 и M2 объединив их «друг на другом»
  - создать квадратную матрицу M5 из матрицы M4 размерностью  $3 \times 3$
  - создать вектор-столбец V1 из столбца матрицы M3
  - создать вектор-строку V2 из строки матрицы M4
- Используя ранее созданные матрицы и векторы:
- вычислить определитель матрицы M3
  - перемножить векторы V1 и V2 (в том числе поэлементно)
  - сложить и перемножить матрицы M1 и M2
  - определить максимальное значение элемента вектора V1 и минимальное значение вектора V2 и сложить их.

2) задание №2 Решение уравнений. Макс. 15 баллов:

1. Функция одной переменной - 3 балла

Дано уравнение:

Задание:

- постройте график функции в диапазоне  $x:=-3..13$ ;
- численно определить корни уравнения с помощью функции `root` и `polyroots`;
- найти максимум и минимум функции двумя способами.

2. Функция двух переменных - 3 балла

Дано уравнение:

Задание:

- построить график функции в диапазоне  $x$  и  $y$  от -10 до 10;
- с помощью функции `find` найти значения  $x$  и  $y$ , обращающие функцию в ноль;
- найти максимальное и минимальное значения функции в диапазоне от  $-1 < x < 1$  и  $-1 < y < 1$  с помощью функций `Maximize` и `Minimize`.

3. Решение системы уравнений - 3 балла

Дана система уравнений

Задание:

- Построить графики функций  $f3(x,y)$  и  $f4(x,y)$ ;
- найти решение системы уравнений.

#### 4. Решение системы уравнений - 3 балла

Дана система уравнений:

Задание: решить систему линейных уравнений

- матричным способом и используя функцию Isolve;
- метод: методом Крамера;
- метод: методом Гаусса.

#### 5. Построение графиков - 3 балла

Построить трехмерный график двумя способами:

- Используя функцию CreateMesh;
- Задав массив численных значений функции.

#### 3) задание №3 Графические зависимости. Макс. 10 баллов.

Состоит из 2 задач, каждая по 5 баллов.

1) По результатам термодинамического расчета из полученных данных в Termogas из файла romario.rez перенести данные в Excele.

Создать 4 строки (столбца) из значений по параметрам: P, Iуд, T,  $\alpha$ .

Перенести эти данные из Excele в MathCad с помощью команды «ввод и вывод данных». Получив 4 массива значений по 10-15 значений, необходимо построить зависимости:

1. Iуд от  $\alpha$ ;
2. Iуд от P;
3. Iуд от T.

2) По известным массивам данных построить:

1. кубическую сплайн-интерполяцию;
2. линейное предсказание;
3. одномерную регрессию.

#### **Зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К сдаче зачета допускаются обучающиеся, выполнившие три индивидуальные задания. Сдача зачета проходит в форме итогового тестирования. Тест состоит из 20 вопросов к дифференцированному зачету, каждый вопрос оценивается в 1 балл. Тестирование считается пройденным при получении не менее 60% правильных ответов на вопросы теста. Максимальное количество баллов - 20.

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-2	ПСК-4	
3	6	Раздел 1. Начало работы с MathCad.	15	6	2	4	9	40	0	Домашнее задание
3	6	Раздел 2. Вычисления в MathCad.	64	32	10	22	32	40	50	Домашнее задание
3	6	Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad.	29	13	5	8	16	20	50	Домашнее задание
Всего за 6 семестр			108	51	17	34	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100	