

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЁТОВ В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

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-космическая техника
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	17	0	0	17	91	0	0	91	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: 2026

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____

Левихин Артем Алексеевич, к.т.н., доцент, 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 Саваровский А.А., к.т.н. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЁТОВ В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

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:

ПК-4 — Способен проводить работы по обработке, анализу результатов экспериментальных исследований, испытаний ракетных двигателей и их элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-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 РАСЧЁТОВ В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ** является дисциплиной **факультативного блока** 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, РАСЧЁТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАМЕР РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**.

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	Практические занятия		ПК-4
3	6	Раздел 1. Начало работы с MathCad. Интерфейс MathCad. Построение выражений и вычисления. Основные возможности MathCad.	22	2	2	20	35
3	6	Раздел 2. Вычисления в MathCad. Решение уравнений. Работа с векторами и матрицами. Символьные вычисления. Решение дифференциальных уравнений. Обработка экспериментальных данных. Математическая статистика.	57	11	11	46	40
3	6	Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad. Программирование. Дополнительные встроенные функции MathCad, построение графиков и их редактирование.	29	4	4	25	25
Всего за 6 семестр			108	17	17	91	100
Всего по дисциплине			108	17	17	91	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.	2
2	Раздел 2. Вычисления в MathCad.	Решение алгебраических уравнений и определение экстремумов.	2
3		Матричные вычисление и работа с матрицами.	2
4		Решение дифференциальных уравнений.	3
5		Обработка экспериментальных данных.	4
6	Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad.	Построение графиков и их редактирование.	2
7		Программирование в Mathcad.	2
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. Начало работы с MathCad.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	10
2		Проработка материалов практических занятий	10
3	Раздел 2. Вычисления в MathCad.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	23
4		Проработка материалов практических занятий	23
5	Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	12
6		Проработка материалов практических занятий	13
Всего за 6 семестр			91

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			ДЗ	ДР						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/> — 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 - 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. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Mathcad Education - University Edition Term.

6.2. 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 РАСЧЁТОВ В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ** является дисциплиной **факультативного блока** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-4 Способен 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 практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**91 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 17 ч. аудиторных занятий, и 91 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.	Д. А. Гурский. . Вычисления в MathCAD: Минск: Новое знание, 2003 (1-2)	10
Проработка материалов практических занятий		10
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Вычисления в MathCad.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	Е. Г. Макаров. . Инженерные расчёты в Mathcad 15: СПб.: Питер, 2011 (1-3)	23
Проработка материалов практических занятий		23
Итого по разделу 2		46
Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Ю. Е. Воскобойников, А. Ф. Задорожный. . Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-3)	12
Проработка материалов практических занятий		13
Итого по разделу 3		25

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд 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 3×3
- 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 Termogras из файла romario.rez перенести данные в Excele.

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

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 α ;
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

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	Практические занятия		ПК-4		
3	6	Раздел 1. Начало работы с MathCad.	22	2	2	20	35		Домашнее задание
3	6	Раздел 2. Вычисления в MathCad.	57	11	11	46	40		Домашнее задание
3	6	Раздел 3. Дополнительные возможности MathCad.	29	4	4	25	25		Домашнее задание
Всего за 6 семестр			108	17	17	91	100		
Всего по дисциплине			108	17	17	91	100		

Оценочные материалы по дисциплине СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЁТОВ В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

ПК-4 - Способен проводить работы по обработке, анализу результатов экспериментальных исследований, испытаний ракетных двигателей и их элементов

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Для образования новых матриц из уже существующих используются следующие функции?

- 1) augment(A, B)
- 2) stack(A, B)
- 3) submatrix (A, irows, jrows, icols, jcols)

а) объединяет матрицы A и B друг над другом. Матрицы должны иметь одинаковое число столбцов

б) создает матрицу, вырезанную из матрицы A.

в) создает обратную матрицу A и объединяет ее с матрицей B.

г) объединяет матрицы A и B бок о бок. Матрицы должны иметь одинаковое число строк

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Функции, относящиеся к матрицам и векторам:

- 1) cols(M)
- 2) last(M)
- 3) length(M)

а) число столбцов в матрице

б) индекс последнего элемента в векторе

в) число элементов вектора

г) число строк в матрице

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечислите последовательность аргументов функции "submatrix" для задания матрицы из уже существующей, вырезанной из матрицы A.

- 1) A
- 2) jrows
- 3) icols
- 4) irows
- 5) jcols

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечислите последовательность аргументов функции "CreateMesh", которая создаёт сетку на поверхности, определённой функцией, и возвращает массив координат.

- 1) x0
- 2) xgrid

- 3) F
- 4) y_0
- 5) ygrid
- 6) fmap
- 7) y_1
- 8) x_1

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая из приведенных функций не может быть использована для решения уравнений:

- 1) CreateMesh()
- 2) lsolve()
- 3) root()

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Функция convert to partial fraction выполняет следующую операцию

- 1) извлекает из под корня n -й степени
- 2) раскладывает рациональную дробь на простые
- 3) раскрывает скобки и приводит подобные
- 4) приводит дроби к общему знаменателю

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Для ввода производной функции в Mathcad необходимо использовать панель:

- 1) Calculus
- 2) Symbolic
- 3) Graph
- 4) Matrix

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Способ задания матрицы:

- 1) Через математическую панель
- 2) Через команду Insert → Matrix (Вставка → Матрица)
- 3) Комбинацией клавиш [Ctrl]+[m]
- 4) Комбинацией клавиш [Shift]+[Enter]

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какими символами можно определить переменную

- 1) :=
- 2) =
- 3) ≡

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответов

Какие функции для образования новых матриц из уже существующих используются для объединения двух матриц в одну?

1) augment

2) stack

3) submatrix

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Для численного решения уравнения с использованием функции `root()` в Mathcad необходимо задать

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При работе в Mathcad, что подразумевает собой тип графика 3D Scatter Plot функции двух переменных