

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Высшей математики и информационных технологий»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПАКЕТЫ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Автоматизация технологических процессов и производств в химико-  
технологической и энергетической отраслях**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	4	144	0	0	48	36	96	Экз.
Итого	4	144	0	0	48	36	96	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Математические пакеты для инженерных расчетов» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», образовательной программы «Автоматизация технологических процессов и производств в химико-технологической и энергетической отраслях».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

**1) знать:**

- 3.1 современные тенденции развития технического прогресса;
- 3.2 инженерные расчеты для решения поставленных задач;
- 3.3 инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности;
- 3.4 элементарную базу и их функциональное назначение и устройство, применительно к объектам управления;

**2) уметь:**

- У.1 применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;
- У.2 четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности;
- У.3 применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере;
- У.4 применять и производить выбор оборудования систем управления;

**3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

- В.1 навыками использования справочной литературы.
- В.2 навыками анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем;
- В.3 методами расчета параметров электроэнергетических устройств и электроустановок систем электроснабжения.

### **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Математические пакеты для инженерных расчетов» являются:

обучение студентов основам численных методов решения инженерных и научных задач в интерактивных системах MATHCAD и MATLAB

Основными задачами дисциплины являются:

- овладеть навыками работы в математических пакетах
- дать информацию о возможностях современных численных методов
- овладеть основами вычислений с помощью численных методов

### **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Математические пакеты для инженерных расчетов» (Б1.В.ДВ.2.1) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

### 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ОПК-4</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<b>З-ОПК-4</b> Знать: современные информационные технологии и программные средства <b>У-ОПК-4</b> Уметь: использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов <b>В-ОПК-4</b> Владеть: современными информационными технологиями и программными средствами при моделировании технологических процессов
<b>ОПК-13</b> Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	<b>З-ОПК-13</b> Знать: методы расчета проектирования систем автоматизации технологических процессов и производств <b>У-ОПК-13</b> Уметь: применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств <b>В-ОПК-13</b> Владеть: методами расчета проектирования систем автоматизации технологических процессов и производств

### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Математические пакеты для инженерных расчетов» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

### 5 Структура и содержание учебной дисциплины

#### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», образовательной программе «Автоматизация технологических процессов и производств в химико-технологической и энергетической отраслях».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 4, 144 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 5.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Основы инженерных расчетов»
- раздел 2 – «Аппроксимация и решение уравнений и систем уравнений»
- раздел 3 – «Решение дифференциальных уравнений»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>5 семестр (18 недель)</b>								
1	Основы инженерных расчетов			12	22	1/ЛР1, 2/ЛР2, 3/ЛР3	12/КИ1, 12/Т1	17
2	Аппроксимация и решение уравнений и систем уравнений			18	26	4/ЛР4, 5/ЛР5, 6/ЛР6, 7/Зд1, 7/Зд2, 8/Зд3	14/КИ2, 14/Т2	20
3	Решение дифференциальных уравнений			18	12	8/ЛР7, 10/ЛР8, 12/ЛР9, 14/ЛР10, 16/ЛР11	16/КИ3, 16/Т3	23
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 5 семестр:</b>				48	96			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: современные информационные технологии и программные средства ( <b>З-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИ3, Т3, Экзамен (5 сем.)
– Уметь: использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов ( <b>У-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИ3, Т3, Экзамен (5 сем.)

– Владеть: современными информационными технологиями и программными средствами при моделировании технологических процессов ( <b>В-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИЗ, Т3, Экзамен (5 сем.)
– Знать: методы расчета проектирования систем автоматизации технологических процессов и производств ( <b>З-ОПК-13</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИЗ, Т3, Экзамен (5 сем.)
– Уметь: применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств ( <b>У-ОПК-13</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИЗ, Т3, Экзамен (5 сем.)
– Владеть: методами расчета проектирования систем автоматизации технологических процессов и производств ( <b>В-ОПК-13</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИЗ, Т3, Экзамен (5 сем.)

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Лекционный курс по дисциплине в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

## 5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 3 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Основы инженерных расчетов</b>	
<b>1.1 Решение уравнений средствами Mathcad.</b> Численное решение нелинейных уравнений. Нахождение корней полинома. Решение систем уравнений. Символьное решение уравнений.	4

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>1.2 Основы работы с MathCAD.</b> Математические выражения. Операторы. Типы данных. Функции.	4
<b>1.3 Символьные вычисления.</b> Выделение выражений для символьных вычислений. Символьные операции. Стиль представления результатов вычислений. Операторы вычисления пределов функций.	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>12</i>
<b>Раздел 2 Аппроксимация и решение уравнений и систем уравнений</b>	
<b>2.1 Исследование разомкнутой линейной системы.</b> Методы анализа одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды Matlab	4
<b>2.2 Проектирование регулятора для линейной системы.</b> Методы проектирования регулятора для одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды Matlab.	4
<b>2.3 Моделирование систем управления в пакете Simulink.</b> Методы моделирования линейных систем в пакете Simulink.	4
<b>2.4 Аппроксимация и решение уравнений и систем уравнений.</b> Методы анализа одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды Matlab	2
<b>2.5 Аппроксимация и решение уравнений и систем уравнений.</b> Методы проектирования регулятора для одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды Matlab	2
<b>2.6 Аппроксимация и решение уравнений и систем уравнений.</b> Методы моделирования линейных систем в пакете Simulink	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>18</i>
<b>Раздел 3 Решение дифференциальных уравнений</b>	
<b>3.1 Моделирование нелинейных систем управления.</b> Методы моделирования нелинейных систем в пакете Simulink.	2
<b>3.2 Программирование в среде Matlab.</b> Методы программирования в среде Matlab.	4
<b>3.3 Оптимизация нелинейных систем.</b> Методы оптимизации нелинейных систем в среде Matlab.	4
<b>3.4 Цифровая реализация непрерывного регулятора.</b> Методы переоборудования непрерывных регуляторов для реализации на цифровом компьютере.	4
<b>3.5 Notebook: назначение и применение.</b> Создание интерактивной книги.	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>18</i>
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>48</b>

#### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Практические/семинарские занятия в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

#### 5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

## 6 Образовательные технологии

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта, Проектный метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 36 час.

## 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-4	З-ОПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИ3, Т3, Экзамен (5 сем.)
ОПК-4	У-ОПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИ3, Т3, Экзамен (5 сем.)
ОПК-4	В-ОПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИ3, Т3, Экзамен (5 сем.)
ОПК-13	З-ОПК-13	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИ3, Т3, Экзамен (5 сем.)
ОПК-13	У-ОПК-13	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИ3, Т3, Экзамен (5 сем.)
ОПК-13	В-ОПК-13	ЛР1, ЛР2, ЛР3, КИ1, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Зд1, Зд2, Зд3, КИ2, Т2, ЛР7, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЛР11, КИ3, Т3, Экзамен (5 сем.)

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

**Аттестация в 5 семестре:**

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР1	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР2	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР3	Лабораторная работа	3	1.8
КИ1	Контроль по итогам	3	1.8
Т1	Тестирование	5	3
ЛР4	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР5	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР6	Лабораторная работа	3	1.8
Зд1	Задание (задача)	1	0.6
Зд2	Задание (задача)	1	0.6
Зд3	Задание (задача)	1	0.6
КИ2	Контроль по итогам	3	1.8
Т2	Тестирование	5	3
ЛР7	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР8	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР9	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР10	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР11	Лабораторная работа	3	1.8
КИ3	Контроль по итогам	3	1.8
Т3	Тестирование	5	3
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



### **Вопросы для Экзамена (5 семестр):**

- 1 Источники погрешности. Абсолютная и относительная погрешности.
- 2 Графический метод отделения корней нелинейных уравнений.
- 3 Аналитический метод отделения корней нелинейных уравнений.
- 4 Метод дихотомии решения нелинейных уравнений.
- 5 Метод касательных решения нелинейных уравнений.
- 6 Метод секущих решения нелинейных уравнений.
- 7 Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
- 8 Метод простых итераций решения систем линейных уравнений.
- 9 Постановка задачи интерполяции.
- 10 Интерполяционный полином Лагранжа.
- 11 Интерполяционный полином Ньютона для равных промежутков.
- 12 Постановка задачи аппроксимации функций. Метод наименьших квадратов.
- 13 Формулы численного дифференцирования для первой производной.
- 14 Формулы численного дифференцирования для второй производной.
- 15 Формула прямоугольников.
- 16 Формула трапеций.
- 17 Формула Симпсона.
- 18 Метод Эйлера решения дифференциальных уравнений первого порядка.
- 19 Методы Рунге-Кутты решения дифференциальных уравнений первого порядка.
- 20 Численное решение задачи Коши для системы двух дифференциальных уравнений первого порядка.
- 21 Численное решение задачи Коши для дифференциальных уравнений второго порядка.
- 22 Численное решение задачи Коши для системы двух дифференциальных уравнений второго порядка.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Охорзин В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD [Текст]: учебное пособие / В. А. Охорзин - Санкт-Петербург: Лань, 2016 - 349 с.

Л1.2 Охорзин В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD [Электронный ресурс] / Охорзин В. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 352 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека - Москва: ООО "РУНЭБ", 2021

Л2.2 Благовещенский В. В. Компьютерные лабораторные работы по физике в пакете MathCad [Текст]: учебное пособие / В. В. Благовещенский - Санкт-Петербург: Лань, 2013 - 95 с.

Л2.3 Омельченко В.П. Информатика. Практикум: практикум / Омельченко В.П.; Демидова А.А. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016 - 336 с.

Л2.4 Ракитин В. И. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD [Электронный ресурс] / Ракитин В. И. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005 - 264 с.

Л2.5 Мельникова Н. А. Численное решение нелинейных уравнений [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе / Н. А. Мельникова, М. М. Немирович-Данченко ; Министерство науки и высшего образования РФ. ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский

## 9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## 10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лабораторные работы.** Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в лабораториях Информационно-вычислительного центра.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях ИВЦ запрещается находиться в верхней одежде. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## 11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Подготовка к лабораторным работам
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): В.Н. Брендаков