

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Автоматизации и управления»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №11 от 11 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Направление: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Системы и средства автоматизации в промышленности

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Овсюков
Александр Евгеньевич
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Елшин Виктор
Владимирович
Дата подписания: 26.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Математические основы теории автоматического управления» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК ОС-1.12, ОПК ОС-1.14

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.12	Способен применять аналитические и/или численные методы моделирования к конкретным явлениям или процессам, решать дифференциальные уравнения разными способами	Знать Методы численного моделирования, элементы операционного исчисления применительно к решению дифференциальных уравнений Уметь решать дифференциальные уравнения разными способами Владеть навыками применения пакетов прикладных программ для решения задач моделирования явлений и процессов
ОПК ОС-1.14	Способен проводить классификацию систем управления по особенностям их математического описания, решать задачи связанные с анализом объектов и систем управления, их частотных и временных характеристик	Знать методы численного моделирования, элементы операционного исчисления применительно к решению дифференциальных уравнений Уметь решать дифференциальные уравнения разными способами Владеть навыками применения пакетов прикладных программ для решения задач моделирования явлений и процессов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Математические основы теории автоматического управления» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Теория автоматического управления»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семес тр № 3	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	108
Аудиторные занятия, в том числе:	80	32	48
лекции	32	16	16
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	48	16	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	64	40	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Экзамен	Зачет	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Решение линейных дифференциальн ых уравнений	1	2			1	2	1, 2, 3	6	Решение задач
2	Понятие комплексного числа	2	2			2	2	1, 2, 3	5	Решение задач
3	Основы операционного исчисления.	3	2			3	3	1, 2, 3	7	Решение задач
4	Применение преобразования Лапласа в инженерных задачах	4	3			4	2	1, 2, 3	5	Решение задач
5	Частотные методы исследования САУ.	5	2			5	2	1, 2, 3	5	Решение задач
6	Преобразование структурных схем систем управления	6	2			6	2	1, 2, 3	5	Решение задач

7	Пространство состояний в теории управления	7	3			7	3	1, 2, 3	7	Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				16		40	

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Нелинейные системы управления	1	3			1	3	1, 2	2	Решение задач
2	Разностные уравнения	2	2			2	2	1, 2	2	Решение задач
3	Дискретные системы	3	4			3, 4	4	1, 2	2	Решение задач
4	Теория графов.	4	2			5	2	1, 2	2	Решение задач
5	Основы оптимального управления	5	2			6	2	1, 2	2	Решение задач
6	Управляемость и наблюдаемость линейных систем	6	2			7	2	1, 2	2	Решение задач
7	Программное обеспечение при исследовании систем управления	7	1			8	17	1, 2	12	Решение задач
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16				32		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Решение линейных дифференциальных уравнений	Рассматриваются решения дифференциальных уравнений встречающихся при описании систем управления
2	Понятие комплексного числа	Дается понятие комплексного числа. Геометрическое представление комплексных чисел на плоскости. Основные действия над комплексными числами. Функции комплексного переменного
3	Основы операционного исчисления.	Преобразование Лапласа, его свойства. Применение операционного исчисления, функции оригинал и изображение, свойства преобразования Лапласа: линейность, подобие, сдвиг, затухание, запаздывание, дифференцирование оригинала.

4	Применение преобразования Лапласа в инженерных задачах	Решение дифференциальных уравнений с применением преобразования Лапласа, разложение рациональных дробей, передаточная функция системы управления, свойства передаточной функции
5	Частотные методы исследования САУ.	Частотные характеристики. Определение частотных характеристик. Получение частотных характеристик из передаточной функции
6	Преобразование структурных схем систем управления	Преобразование структурных схем САУ: последовательное соединение, параллельное, встречно параллельное, перенос точек ветвления и сумматоров, принцип суперпозиции
7	Пространство состояний в теории управления	Основные правила работы с матрицами. Основные понятия функциональных матриц, действия с функциональными матрицами, запись систем дифференциальных уравнений в матричной форме, понятие состояний в теории автоматического управления.

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Нелинейные системы управления	Определение нелинейных систем, типы нелинейных звеньев, методы линеаризации.
2	Разностные уравнения	Основы разностных уравнений. Понятие разности и сумм. Решение разностных уравнений
3	Дискретные системы	Прямое и обратное преобразование Лапласа, свойства функции оригинала, свойства дискретного преобразования Лапласа, Z-преобразование Лапласа. Получение дискретной передаточной функции
4	Теория графов.	Основные понятия. Представление структурной схемы САУ в виде сигнального графа Основные понятия теории графов, преобразование структурных схем САУ в сигнальный граф, использование формулы Мэйсона для определения передаточной функции
5	Основы оптимального управления	Понятие оптимального управления. Классификация задач оптимального управления. Методы решения задач оптимального управления.
6	Управляемость и наблюдаемость линейных систем	Основные положения. Критерий управляемости и наблюдаемости систем. Канонические формы
7	Программное обеспечение при исследовании систем управления	Обзор программных продуктов применяемых для исследования систем управления

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Решение линейных дифференциальных уравнений	2
2	Понятие комплексного числа. Функции комплексного переменного	2
3	Основы операционного исчисления. Преобразование Лапласа, его свойства	3
4	Решения дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа	2
5	Частотные методы исследования САУ. Частотные характеристики	2
6	Преобразование структурных схем систем управления	2
7	Понятие состояния, представление линейных дифференциальных уравнений состояния при помощи матриц	3

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Линеаризация нелинейных систем	3
2	Решение разностных уравнений.	2
3	Дискретное преобразование Лапласа	2
4	Определение z-преобразования. Использование D- преобразования и z-преобразования	2
5	Преобразование структурных схема САУ в сигнальные графы. определение передаточной функции	2
6	Задачи оптимального управления	2
7	Управляемость и наблюдаемость линейных систем	2
8	Применение прикладных программ для исследования систем управления	17

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	7
2	Подготовка к практическим занятиям	14
3	Проработка разделов теоретического материала	19

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	13
2	Проработка разделов теоретического материала	11

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Компьютерные симуляции

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Семестр №3

Практическая работа № 1. Решение линейных дифференциальных уравнений

Цель работы: получить навыки решения типовых дифференциальных уравнений, описывающих объекты систем управления

Порядок выполнения работы:

- изучение теоретического материала;
- выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 2. Понятие комплексного числа. Функции комплексного переменного

Цель работы: научиться выполнять действия с комплексными числами, работать с функциями комплексной переменной, находить аргумент и модуль комплексного числа.

Порядок выполнения работы:

- изучение теоретического материала;
- выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 3. Основы операционного исчисления. Преобразование Лапласа, его свойства

Цель работы: познакомиться с основами преобразования Лапласа

Порядок выполнения работы:

- изучение теоретического материала;
- выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 4. Решения дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа

Цель работы: получить навыки применения операционного исчисления в решении инженерных задач, получение передаточной функции.

Порядок выполнения работы:

- изучение теоретического материала;
- выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 5. Частотные методы исследования САУ. Частотные

характеристики

Цель работы: получить навыки получения и построения частотных характеристик используя передаточную функцию

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;

выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 6. Преобразование структурных схем систем управления

Цель работы: научиться преобразовывать структурные схемы систем управления

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;

выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 7. Понятие состояния, представление линейных дифференциальных уравнений состояния при помощи матриц

Цель работы: научиться получать описание объектов в терминах пространства состояния

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;

выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Семестр №4

Практическая работа № 1. Линеаризация нелинейных систем

Цель работы: научиться проводить линеаризацию уравнений описывающих объекты управления

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;

выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 2. Решение разностных уравнений.

Цель работы: научиться решать разностные уравнения

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;

выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 3 Дискретное преобразование Лапласа

Цель работы: научиться выполнять дискретное преобразование Лапласа

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;

выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 4 Определение z-преобразования. Использование D-преобразования и z-преобразования

Цель работы: научиться выполнять дискретное преобразование Лапласа

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;
выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 5 Дискретное преобразование Лапласа

Цель работы: научиться выполнять дискретное преобразование Лапласа

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;
выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 6 Преобразование структурных схема САУ в сигнальные графы.
определение передаточной функции.

Цель работы: научиться выполнять дискретное преобразование Лапласа

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;
выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 7 Управляемость и наблюдаемость линейных систем

Цель работы: научиться выполнять дискретное преобразование Лапласа

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;
выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практическая работа № 9 Основы работы в пакете SimInTech

Цель работы: научиться выполнять дискретное преобразование Лапласа

Порядок выполнения работы:

изучение теоретического материала;
выполнение заданий

Практические работы выполняются в тетрадях для практических занятий.

Практические работа № 8, 10, 11, 12, 13

Теоретические основы, задания на данные практической работы, порядок их выполнения, требования к содержанию и оформлению отчетов и контрольные вопросы приведены в следующих пособиях:

Информационные технологии в расчётах и моделировании объектов автоматизации: методические указания по выполнению лабораторных работ для бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" / сост. А. Е. Овсяков. - [Б. м. : б. и.], 2018.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим работам:

Главной целью лабораторных работ по дисциплине является закрепление теоретических навыков

В каждой работе студенту необходимо ознакомиться с теоретическим материалом,

разобрать предоставленный пример и самостоятельно произвести решение и задачи с учетом индивидуального варианта.

Подготовка к практическим работам включает в себя: изучение теоретического материала

Подготовка к зачёту

Необходимо иметь собственный конспект лекций, повторить пройденный материал и темы практических работ и ответить на контрольные вопросы/ вопросы.

Подготовка к экзамену

Необходимо иметь собственный конспект лекций, повторить пройденный материал и темы практических работ и ответить на контрольные вопросы/ вопросы экзаменационного билета.

Проработка отдельных разделов теоретического курса.

Согласно темам раздела(см. п. 4.2) найти информацию в рекомендуемой литературе (пункты 7 и 8).

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Решение задач

Описание процедуры.

Задачи по рассмотренному материалу. Решаются в аудитории самостоятельно, с дальнейшим разбором

Критерии оценивания.

Оценивается понимание пройденного материала обучающимся

6.1.2 семестр 4 | Решение задач

Описание процедуры.

Задачи по рассмотренному материалу. Решаются в аудитории самостоятельно, с дальнейшим разбором

Критерии оценивания.

Оценивается понимание пройденного материала обучающимся

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
---	----------------------------	--

ОПК ОС-1.12	Знает методы моделирования процессов и явлений; способен провести решение дифференциального уравнения; владеет навыками применения математических пакетов прикладных программ для моделирования различных процессов	Устный опрос или тестирование, решение задач
ОПК ОС-1.14	Знает методы моделирования процессов и явлений; способен провести решение дифференциального уравнения; владеет навыками применения математических пакетов прикладных программ для моделирования различных процессов	Устный опрос или тестирование, решение задач

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачёт проводится в виде теста

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
60-100% правильных ответов	0-59 % правильных ответов

6.2.2.2 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в виде теста

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
89-100% правильных ответов	73-88 % правильных ответов	60-72% правильных ответов	0-59 % правильных ответов

7 Основная учебная литература

1. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" (направление подготовки дипломированных специалистов "Автоматизированные технологии и производства") / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко, 2017. - 463.

2. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный, 2011. - 602.

3. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный, 2010. - 602.

4. Ротач В. Я. Теория автоматического управления : учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в (энергетика)" ... / В. Я. Ротач, 2005. - 399.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Математические основы теории автоматического регулирования [Текст] : учеб. пособие для втузов: в 2 т. / В. А. Иванов и др.; под ред. Б. К. Чемоданова. Т. 1, 1977. - 366.

2. Математические основы теории автоматического регулирования [Текст] : учеб. пособие для втузов: в 2 т. / В. А. Иванов и др.; под ред. Б. К. Чемоданова. Т. 2, 1977. - 454.

3. Иванов В. А. Математические основы теории автоматического регулирования : для вузов / В. А. Иванов, Б. К. Чемоданов, В. С. Медведев, 1971. - 807.

4. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный, 2014. - 602.

5. Деруссо П. М. Пространство состояний в теории управления : для инженеров / П. М. Деруссо, Р. Рой, Ч. Клоуз; пер. с англ. Р. Т. Янушевского; под ред. М. В. Меерова, 1970. - 620.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. SiminTech Academic Classroom

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в

том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.