

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Математические основы общей теории  
и конечных автоматов»

**Направление подготовки**

«27.03.04 Управление в технических системах»

**Основная профессиональная образовательная программа**

«Управление и информатика в технических системах»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

## Цель освоения учебной дисциплины

Цель преподавания дисциплины: Сформировать у студентов в систематизированной форме понятие об общей теории систем управления и конечных автоматах, а также углубленное изучение математических основ описания систем автоматического управления. Дать студентам теоретическую и практическую основу для построения математических моделей систем управления.

Задачи изучения дисциплины:

- Формирование у студентов навыков составления математических уравнений описывающих работу объектов различной природы;
- Изучение методов математического описания различных сигналов;
- Изучение различных средств описания систем;
- Знакомство с методами математического описания многомерных систем;
- Изучение основ теории случайных процессов в непрерывных системах;
- Изучение теории конечных автоматов.

Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».

## Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Математические основы общей теории и конечных автоматов» является дисциплиной по выбору вариативной части профессионального модуля.

Дисциплина «Математические основы общей теории систем и конечных автоматов» изучается студентами на втором году обучения и является основанием для изучения дисциплин «Теория автоматического управления», «Идентификация и диагностика систем управления», «Цифровые системы автоматического управления».

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Численные методы», «Теория вероятности и математическая статистика», «Информатика».

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции: В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

## Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
<b>Универсальные:</b>		
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З- УКЕ-1 Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У- УКЕ-1 Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В- УКЕ-1 Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных дан-

		ных, методами работы с прикладными программными продуктами
УКЦ-1	Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей.	<p>З-УКЦ-1 Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий</p> <p>У-УКЦ-1 Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий</p> <p>В-УКЦ-1 Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий</p>

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Постановка, проведение и обработка экспериментальных исследований над объектами профессиональной деятельности	Системы и средства автоматизации, управления, контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	ПК-1 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности работы систем управления	<p>З-ПК-1 Знать: методы исследования систем и элементов систем</p> <p>У-ПК-1 Уметь: систематизировать полученные данные, составлять описание проводимых исследований, подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений</p> <p>В-ПК-1 Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации</p>

**Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	Создание условий, обеспечи-	Использование воспитательного потенциала учебных	Вовлечение в разнoплановую внеучеб-
------------------	-----------------------------	--	-------------------------------------

	<b>вающих</b>	<b>дисциплин</b>	<b>ную деятельность</b>
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности <b>(В16)</b>	Использование воспитательно-го потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических студенческих исследований современных производственных систем; проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 4-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Классификация систем управления. Способы описания систем.	8	2		4	4	КЛ1	25
	2	Математические модели элементов и систем управления.	20	4		4	10		
	3	Типовые входные воздействия. Математическое описание систем структурными схемами.	20	4		4	12		
	4	Основные понятия и определения теории графов.	22	2		4	16		
	5	Общая теория конечных автоматов.	20	4		4	12		
	6	Математические модели объ-	28	4		4	20		

		ектов в пространстве состояний.							
2	7	Математическое описание стохастических объектов.	16	2		4	10	<b>КЛ2</b>	<b>25</b>
	8	Гармонический анализ функций и сигналов.	16	2		4	10		
	9	Представление непериодических сигналов интегралом Фурье.	18	2		4	12		
	10	Спектральный анализ и синтез в управлении.	28	2		4	12		
	11	Анализ качества систем управления.	16	2		4	10		
	12	Математическое описание многомерных систем.	14	2		4	8		
Вид промежуточной аттестации			<b>216</b>	<b>32/10</b>		<b>48/16</b>	<b>136</b>	<b>Экзамен</b>	<b>50</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
Э	Экзамен

### Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Классификация систем управления. Способы описания систем.</b> Основные понятия. Математическое описание непрерывных динамических систем.	2	1-9
<b>Математические модели систем управления.</b> Математические модели взаимодействующих объектов различной физической природы. Передаточная функция системы. Различные формы записи.	4	1-9
<b>Типовые входные воздействия. Математическое описание систем структурными схемами.</b> Типовые входные воздействия на систему, реакции систем на воздействия различного типа. Правила составления структурных схем, примеры получения математических моделей систем описанных структурными схемами.	4	1-9
<b>Основные понятия и определения теории графов.</b> Матричное описание графов. Оптимизации графов. Использование графов для описания систем.	2	1-9
<b>Общая теория конечных автоматов.</b> Основные понятия теории конечных автоматов. А, Q - схемы построения автоматов. Таблицы переходов.	4	1-9
<b>Математические модели объектов в пространстве состояний.</b> Описание объектов в пространстве состояний. Методика формирования динамической модели по дифференциальному уравнению и по	4	1-9

передаточной функции. Методика идентификации передаточной функции объекта в пространстве состояний.		
<b>Математическое описание стохастических объектов.</b> Численные характеристики вероятностных систем управления. Статистические методы оценки стохастических систем управления.	2	1-9
<b>Гармонический анализ функций и сигналов.</b> Разложение сигналов по системе ортогональных и ортонормальных функций. Разложение периодических сигналов в ряд Фурье. Частные случаи разложений.	2	1-9
<b>Представление непериодических сигналов интегралом Фурье.</b> Функциональные преобразования интеграла Фурье. Комплексная форма, частные случаи интеграла Фурье.	2	1-9
<b>Спектральный анализ и синтез в управлении.</b> Основные понятия о спектральном составе сигналов. Спектральный анализ и синтез систем управления. Спектральные характеристики.	2	1-9
<b>Анализ качества систем управления.</b> Методика построения временных и частотных характеристик объектов. Прямые и косвенные оценки качества объектов и систем управления.	2	1-9
<b>Математическое описание многомерных систем.</b> Математическое модели многомерных систем. Передаточная функция многомерных систем. Правила построения структурных схем для многомерных объектов управления.	2	1-9
	<b>32</b>	

### Перечень практических занятий

Наименование практической работы. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Аналитический расчет математической модели объекта различной физической природы.	4	1-9
Нахождение передаточных функций объектов управления.	4	1-9
Построение структурных схем объектов. Способы преобразования структурных схем.	4	1-9
Математическое описание объектов или систем с помощью графов.	4	1-9
Построение конечных автоматов Мили и Мура.	4	1-9
Построение модели объектов или систем в пространстве состояний.	4	1-9
Расчет численных характеристик стохастических объектов или систем.	4	1-9
Гармонический анализ сигналов при помощи разложения периодической функции в ряд Фурье.	4	1-9
Применение интеграла Фурье для анализа гармонических сигналов	4	1-9
Изучение спектрального состава сигналов.	4	1-9
Анализ качества систем автоматического управления.	4	1-9
Построение структурных схем для многомерных объектов.	4	1-9
	<b>48</b>	

### Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом

### Задания для самостоятельной работы студентов

<b>Вопросы для самостоятельного изучения (задания)</b>	<b>Всего часов</b>	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Множества, основные понятия, операции над множествами. Способы матричного преобразования. Векторное и линейное пространство.	14	1-9
Определение экстремальных путей на графах. Орграфы. Фундаментальные циклы. Планарность графов.	40	1-9
Линейные, дискретные детерминированные системы в пространстве состояний. Быстрое преобразование Фурье. Применение быстрого преобразования для гармонического анализа функций. Частные случаи интеграла Фурье. Спектральные характеристики сигналов, зависящие от времени. Спектры некоторых функций. Построение фильтрующих элементов. Применение функций Уолша.	40	1-9
Создание эмпирических математических моделей объектов. Математические модели нелинейных систем. Регрессионный анализ. Планирование эксперимента для объектов, описанных уравнением 1 и 2 порядков. Методы оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования.	42	1-9
	<b>136</b>	

Самостоятельная работа студентов предполагает поиск информации по темам; представление их в виде презентации. Контроль СРС предполагается в виде представления презентации 1 раз в месяц.

### **Расчетно-графическая работа**

Не предусмотрена учебным планом

### **Курсовая работа**

Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы в 4 семестре.

План выполнения курсовой работы

Срок выполнения по неделям	Выполненная работа по проекту
1	Задание на курсовую работу.
2	Анализ электрической схемы как объекта управления. Составление дифференциальных уравнений для контуров электрической схемы по законам Кирхгофа.
3-4	Оценке состояний объекта управления, построение и расчёт математической модели в пространстве состояний.
4	Построение структурной схемы и сигнального графа объекта управления
5	Идентификация передаточной функции объекта управления при помощи формулы Мейсона
6-7	Построение переходной функции объекта управления и анализ качественных показателей объекта.
8	Провести синтез синхронного автомата Мура. Составление таблицы переходов и выходов и таблицы возбуждений.
9	Минимизация таблицы переходов и составление логической схемы автомата.
10	Провести синтез синхронного автомата Мили. Составление таблицы переходов и выходов и таблицы возбуждений.
13	Минимизация таблицы переходов и составление логической схемы автомата.
14	Оформление пояснительной записки и подготовка к защите
15	Исправление замечаний

16	Защита курсовой работы
<b>Итого</b>	<b>100 баллов</b>

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. По эквивалентной схеме объекта управления (рис.1), используя исходные данные (табл.1), провести идентификацию объекта управления, построив математическую модель в пространстве состояний.
2. По построенной модели составить оргграф.
3. Используя формулу Мейсона, найти передаточную функцию объекта управления.

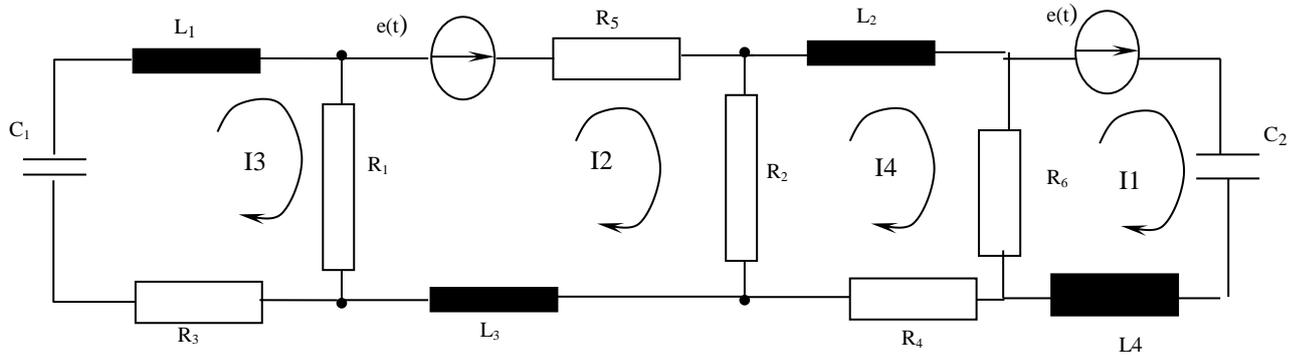


Рис. 1. Эквивалентная схема объекта управления

Таблица 1- Исходные данные

№ варианта	Параметры элементов эквивалентной схемы объекта управления												Выходная переменная
	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	R <sub>4</sub> , Ом	R <sub>5</sub> , Ом	R <sub>6</sub> , Ом	L <sub>4</sub> , Гн	L <sub>1</sub> , Гн	L <sub>2</sub> , Гн	L <sub>3</sub> , Гн	C <sub>1</sub> , мкФ	C <sub>2</sub> , мкФ	
1	2	3	4	5	6			7	8	9	10	11	I1
1	344	403	127	177	400	240	22	32	20	-	40300	-	
2	324	393	113	168	200	113	34	24	30	-	-	22487	I4
3	355	448	133	165	312	351	-	25	-	50	36017	19885	
4	376	384	116	175	120	450	31	27	-	51	-	24457	I3
5	374	423	142	223	310	100	26	44	-	-	40430	18373	
6	85	400	138	198	201	250	-	-	16	57	42290	22447	I2
7	306	400	128	249	155	360	36	-	23	43	-	17755	
8	345	375	127	244	216	250	25	-	-	47	40511	23007	I4
9	372	392	119	161	245	314	-	33	22	-	40635	21368	
10	328	395	118	215	214	214	30	24	24	-	-	19605	I3
11	36	407	126	239	200	220	-	20	-	51	38542	17789	
12	316	384	123	146	125	312	29	31	-	52	-	20513	I2
13	313	400	129	202	400	52	23	33	-	-	39504	15215	
14	330	389	112	176	198	112	-	-	23	49	42602	21555	I3
15	335	389	114	219	100	302	32	-	30	50	-	17180	
16	308	395	137	219	20	402	24	-	-	45	40582	23057	I1
17	339	408	110	197	55	346	-	25	19	-	37556	24321	
18	342	437	132	182	55	102	33	25	25	-	-	18839	I2
19	353	423	124	162	-	158	26	33	-	51	39253	-	
20	343	435	151	204	365	319	25	20	-	48	-	21421	
21	343	361	124	202	-	268	21	31	-	-	39564	26536	
22	343	378	119	233	140	223	-	-	23	47	43668	23467	
23	377	399	125	238	120	199	23	-	21	56	-	18770	

24	348	377	119	220	-	88	28	-	-	57	44129	18571	
25	346	405	109	198	46	165	-	27	22	-	37919	17899	

Для конечного автомата, заданного таблицей выходов и переходов (таблица 2), построить таблицу переходов и таблицу выходов, построить граф КА, провести анализ КА, задать входную последовательность самостоятельно не менее 7 состояний.

Таблица 2 – Таблица выходов и переходов

№ варианта	Выходы и переходы					№ варианта	Выходы и переходы				
	$u[kT]$						$u[kT]$				
1	$a[kT]$	0	1	2	3	2	$a[kT]$	0	1	2	3
	0	0/1	1/1	2/0	3/1		0	1/0	0/0	2/0	3/0
	1	0/0	2/1	3/1	1/0		1	2/0	0/0	3/1	1/0
	2	0/0	3/0	1/0	2/1		2	3/0	0/0	1/1	2/1
	3	0/0	3/0	2/1	1/1		3	3/1	0/0	1/0	2/0

№ варианта	Выходы и переходы					
3	$u[kT]/a[kT]$	0	1	2	3	4
	0	3/0	0/1	4/1	1/1	2/0
	1	2/1	4/1	1/2	0/0	2/1
	2	3/0	4/2	0/2	1/0	2/1
	3	2/2	0/1	1/1	4/2	3/1
	4	4/2	3/0	0/0	2/0	1/0

№ варианта	Выходы и переходы					
4	$u[kT]/a[kT]$	0	1	2	3	4
	0	3/0	4/2	2/1	1/1	0/0
	1	2/1	4/1	1/2	3/0	0/2
	2	3/0	4/1	0/2	1/0	2/0
	3	2/0	0/1	1/1	3/2	4/1
	4	4/2	3/0	2/0	0/1	1/0

№ варианта	Выходы и переходы					
5	$u[kT]/a[kT]$	0	1	2	3	4
	0	3/2	0/1	2/1	1/0	4/0
	1	2/0	4/2	1/2	0/1	3/1
	2	3/0	4/1	0/2	1/0	2/1
	3	0/2	4/1	1/1	2/2	3/1
	4	4/2	3/0	0/0	1/0	2/0

№ варианта	Выходы и переходы					
------------	-------------------	--	--	--	--	--

6	$u[kT]/a[kT]$	0	1	2	3
	0	3/0	0/1	2/1	1/1
	1	2/1	0/1	1/2	4/0
	2	2/0	3/0	0/2	1/0
	3	2/2	0/1	1/1	4/0
	4	4/2	3/0	0/1	1/0

№ варианта	Выходы и переходы				
7	$u[kT]/a[kT]$	0	1	2	3
	0	0/1	3/1	2/1	1/1
	1	2/1	0/1	1/0	4/0
	2	2/0	3/0	0/1	1/1
	3	2/0	0/1	1/1	4/0
	4	4/1	3/0	0/1	1/1

№ варианта	Выходы и переходы				
8	$u[kT]/a[kT]$	0	1	2	3
	0	0/3	3/1	2/1	1/1
	1	2/1	0/2	1/0	4/3
	2	2/0	3/3	0/1	1/0
	3	2/2	0/1	1/1	4/3
	4	4/1	3/0	0/1	1/2

№ варианта	Выходы и переходы					
9	$u[kT]/a[kT]$	0	1	2	3	4
	0	3/2	0/1	2/3	1/2	4/0
	1	2/0	4/3	1/2	0/1	3/1
	2	3/0	4/1	0/2	1/0	2/1
	3	0/2	4/1	1/3	2/2	3/1
	4	4/2	3/3	0/0	1/0	2/0

№ варианта	Выходы и переходы					
10	$u[kT]/a[kT]$	0	1	2	3	4
	0	2/2	0/1	2/3	1/2	4/0
	1	2/0	2/3	1/2	0/1	3/1
	2	3/1	4/1	0/2	1/1	3/1
	3	0/2	4/1	1/3	2/2	3/1
	4	4/2	3/3	0/0	1/2	2/2

В таблице используются следующие обозначения:

- $u = \{0, 1, 2, \dots, n\}$  – входной алфавит сигналов (множество значений входной переменной);
- $y = \{0, 1, \dots, m\}$  – выходной алфавит сигналов (множество значений выходной переменной);
- $a = \{0, 1, 2, \dots, r\}$  – алфавит состояний (множество состояний конечного автомата);

$y[kT] = f_a(u[kT], a[kT])$  – функция выходов;  $a[(k+1)T] = f_n(u[kT], a[kT])$  – функция переходов.

Итоговая оценка за курсовую работу представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий и по итогам защиты курсовой работы, выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за курсовую работу	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	D
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

## Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

### Образовательные технологии

Практическое занятие - это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно- теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения (вычислений, расчетов, использования таблиц, справочников, номограмм).

В процессе занятия, обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические работы – тренинги на темы указанные в п. Перечень практических работ. За каждую успешно выполненную практическую работу студент получает 2 балла. Итого за 6 работ по каждому разделу 12 баллов

Для научения и развития компетентностей в современном тренинге используются практически все интенсивные технологии, а именно:

- информация, сообщение, мини-лекция;
- мозговой штурм;
- коммуникативные задачи и упражнения;
- презентации и самопрезентации.

### Фонд 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 представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль	З – УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1 В- УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1	Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Математическое описание непрерывных сигналов.	З – УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1 У- УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1	Коллоквиум (письменно)

		В- УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1	
3	Математическое описание многомерных, дискретных и стохастических сигналов.	З – УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1 У- УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1 В- УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1	Коллоквиум (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	З–УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1 У- УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1 В- УКЕ-1, УКЦ-1, ПК-1	Вопросы к экзамену (письменно)

Входной контроль по дисциплине предусматривает краткие ответы на вопросы, проводится в письменной форме. На ответы дается 45 минут.

### Вопросы входного контроля

- 1 Методы решения СЛАУ.
- 2 Для чего используется преобразование Лапласа его свойства
- 3 Понятие и виды графов, способы задания, матричное описание.
- 4 Виды и способы решения дифференциальных уравнений
- 5 Методы решения определенных и неопределенных интегралов
- 7 Методы решения задач с частными производными
- 8 Основные законы алгебры-логики
- 9 Методы решения СНАУ

*За входной контроль студенту выставляется 3 балла в случае, если студент правильно ответил на вопросы.*

Текущий контроль по темам проводится в виде защиты практических работ, контроль по разделам – в виде коллоквиума в форме кратких ответов на вопросы. Коллоквиумы проводятся на 8 и 16 неделе обучения.

### Вопросы для коллоквиума раздела 1.

1. Стохастическая система -это
2. Степень вершины - это
3. Запишите вид операторной формы записи передаточной функции
4. Сток в графе - это
5. Внутреннее воздействие на систему - это
6. Структурная схема - это
7. Неориентированный граф - это
8. Дайте определение САУ
9. Хорда в графе - это
10. Переходная функция – определение
11. Запишите суть критерия устойчивости Ляпунова
12. Частота среза - это
13. Запишите выражения для определения переходной функции
14. Запишите выражение для определения весовой функции
15. Запишите общий вид передаточной функции при последовательном соединении звеньев в структурной схеме
16. Когда ставится 1 при составлении матрицы смежности для ориентированного графа.
17. Запишите область определения функции Хэвисайда
18. Объект управления – это
19. Контур- это
20. Простой путь – это
21. с многомерной системы

22. Внешнее воздействие - это
23. Время регулирования -это
24. Передаточная функция – это
25. Передаточная функция при встречно-параллельном соединении звеньев имеет вид ....
26. Управляющее воздействие - это
27. Полоса пропускания – методика определения.
28. Дайте определение дискретной системы
29. Что такое характеристическое уравнение системы
30. Граф-это
31. Дайте определение нелинейной системы
32. Время первого согласования - это.
33. Ориентированный граф -это.
34. Что изменить в структурной схеме если узел перенести ч/з звено против хода сигнала
35. Дайте определение детерминированной системы
36. Запишите область определения дельта –функции
37. Резонансная частота - это
38. Дайте определение устройства управления в САУ.
39. Дерево графа-это
40. Матрица инцидентности ориентированного графа -1 ставиться если....
41. Запишите вид передаточной функции при параллельном соединении звеньев.
42. Время нарастания - это
43. Показатель колебательности - это
44. Дайте определение статической системы
45. Весовая функция – это
46. Что изменить в структурной схеме, если сумматор перенести ч/з звено против хода сигнала
47. Петля –это..
48. Запишите стандартную форму записи передаточной функции
49. Перерегулирование –это..
50. Система с распределёнными параметрами –это..
51. Что изменить в структурной схеме, если перенести узла ч/з звено по ходу сигнала.
52. Цепь –это..
53. Назовите типы детерминированных входных воздействий на систему
54. Запишите выражение для определения АЧХ
55. Матрица смежности граф неориентированный – 1 ставиться если...
56. Динамическая система – это...
57. Исток – это..
58. Что изменить в структурной схеме, если перенести сумматор через узел.
59. Запишите выражение для определения ФЧХ
60. Запишите общий вид дифференциального уравнения для оценки ЛДС.
61. Дайте определение конечного автомата
62. Чем характеризуется автомат Мили
63. Что такое таблица переходов для конечного автомата
64. Чем автомат Мура отличается от автомата Мили
65. Как сформировать таблицу выходов автомата по его графической структуре
66. Какие известные вам законы электротехники используются для составления ММ объектов в пространстве состояний
67. Что показывает ММ объекта в пространстве состояний
68. Назовите основные достоинства ф. Мейсона
69. Что такое коэффициент передачи контура
70. Запишите формулу Мейсона для описания объектов в пространстве состояний

**Вопросы для коллоквиума раздела 2.**

1. Запишите СУ для описания многомерных объектов.
2. Формула дисперсии параметра оптимизации.
3. Запишите перед. Функцию многомерного объекта
4. Дайте определение случайной функции
5. Что характеризуют диагональные элементы матрицы А.
6. Как осуществляется переход от сумматора к узлу
7. Как определить количество опытов полного факторного эксперимента
8. Запишите выражение для дисперсии НСВ
9. Какие элементы СУ для описания МнОУ являются сумматорами в стр. схеме.
10. Запишите выражения для матрицы весовых функций МнОУ
11. Запишите дисперсию адекватности ММ
12. Из каких элементов состоит матрица Д.
13. Что такое реализация случайного процесса.
14. Дайте определения функции распределения вероятности.
15. Запишите формулу для описания математического ожидания
16. Что показывает матрица С.
17. Дайте определение плотности распределения вероятности СВ.
18. Запишите вид линейной модели МНК
19. Запишите выражение для интервала варьирования
20. Запишите выражение для определения плотности распределения вероятности

#### МнСВ

21. Выражение для корреляционной функции НСВ
22. Что такое коэффициент корреляции
23. Выражения для дисперсии коэффициентов регрессии
24. Как преобразуется СУ если многомерный объект имеет 1 выход.
25. Запишите основные свойства ФРВ непрерывной СВ
26. Запишите физический смысл дисперсии
27. Формулу для математического ожидания дискретной СВ
28. Запишите формулу критерия Фишера
29. Запишите формулу для определения коэффициентов линейной модели.
30. Запишите матрицу переходных функций для многомерного ОУ
31. Охарактеризуйте физический смысл корреляционной функции
32. Запишите формулу математического ожидания для дискретного ОУ
33. Запишите выражение для взаимной КФ
34. Приведите пример квантования по уровню
35. Приведите пример квантования по времени
36. Приведите пример квантования по уровню и времени
37. Запишите выражение для стационарности в узком смысле
38. Запишите выражение для стационарности в широком смысле
39. Запишите выражение для эргодичности по отношению к математическому ожида-

#### нию

40. Запишите выражение для эргодичности по отношению к дисперсии
41. Запишите выражение для эргодичности по отношению к корреляционной функции
42. В каком случае коэффициент корреляции равен нулю
43. Дайте определение центрированного случайного процесса
44. Дайте определение стационарно связанных случайных величин.
45. Дайте определение эргодичности.
46. Запишите тригонометрический ряд Фурье.
47. Свойство распределения энергии по гармоникам.
48. Выражение для  $a$  при разложении в ряд  $\Phi$  на интервале от  $-l$  до  $l$
49. Вид разложения для нечетной функции на интервале  $0-\Pi$ .
50. Формула для амплитудно частотного спектра

51. Вид обратного преобразования Фурье
52. Условие ортогональности функций
53. Выражение для  $a_n$  на промежутке от 0 до  $l$
54. Выражение для интеграла Фурье
55. Какую замену вводят для приведения функции к ортонормальному виду
56. Выражение для  $B_n$  на интервале от  $-l$  до  $l$
57. Свойство интегрирования спектра
58. Выражение для комплексной формы  $p$ . Фурье
59. Выражение для обобщённого коэффициента  $p$ . Фурье
60. Чему равен ФЧ спектр нечетной функции
61. Выражения для интеграла Фурье для четной функции
62. Какие коэффициенты  $p$ . Ф равны 0 при разложении четной функции
63. Выражение для  $A_n$  на пром  $-l$  до  $l$
64. Зарисуйте четное продолжение  $f$  – ции при разложении на интервале от 0 до  $\Pi$
65. Чему равен фазо-частотный спектр четной функции
66. Какую замену вводят для разложения в  $p$ . Фурье на произвольном промежутке.
67. Свойство масштабирования спектра
68. Как графически изобразить спектр функции
69. Комплексная форма интеграла Фурье
70. Свойство спектра для смещенной функции
71. Условие ортонормальности функций
72. Вид прямого преобразования Фурье
73. Вид разложения в  $p$ .Фурье непериодической функции
74. Выражения для коэффициента  $A_0$  от-  $\Pi$  до  $\Pi$

#### Система оценки аттестации разделов дисциплины

*Каждый коллоквиум оценивается в 10 баллов. Коллоквиум считается сданным, если студент правильно ответил на 60 процентов от заданных ему вопросов.*

Оценка	Количество верно данных ответов
10 баллов	66-70(74)
9 баллов	60-65
8 баллов	55-59
7 баллов	51-54
6 баллов	46-50
5 баллов	42-45
Менее 5 баллов	менее 42

Итоговые баллы за раздел выставляются в соответствии со шкалой оценки, приведённой ниже

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандарт- ная)	Требования к знаниям
23-25	«отлично»	Оценка «отлично» за раздел дисциплины выставляется студенту, если он получил за тест оценку “отлично”, выполнил на отлично и защитил практические работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показал отличные знания в области математического описания систем различного рода. Показывает отличные знания в области основ построения моделей цифровых автоматов и теории оптимального управления.

		Показывает отличные знания при построение математических моделей линейных, нелинейных, дискретных, непрерывных, стохастических сигналов и систем управления. Владеет навыками построения временных и частотных характеристик системы управления, различными методами построение моделей объектов и системы различного типа. Также умеет проводить качественный анализ системы управления. При этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
19-22	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “хорошо”, хорошо выполнил и защитил практические работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показывает хорошие знания при построение математических моделей, анализа качества систем управления. Показывает отличные знания при построение математических моделей линейных, нелинейных, дискретных, непрерывных, стохастических сигналов и систем управления. Владеет навыками построения временных и частотных характеристик системы управления. При этом не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
15-18	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “удовлетворительно”, выполнил основную часть практических работ, предусмотренные курсом в данном разделе, показывает удовлетворительные знания методов построения математических моделей объектов и системы управления. Показывает знания в области основ построения моделей цифровых автоматов и теории оптимального управления. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
менее 15	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил за тест оценку “неудовлетворительно”, не выполнил основную часть практических работ, предусмотренные курсом в данном разделе, не владеет знаниями по материалам курса.

Контроль итогов проводится в виде экзамена в письменной форме. Студенту необходимо ответить на теоретические вопросы и решить задачу. При решении задач используются навыки, приобретенные студентами в рамках практических занятий по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена и представляет собой устные ответы на вопросы.

### **Вопросы для экзамена**

1. Классификация САУ.
2. Математические модели динамических систем.
3. Линейные динамические системы.
4. Передаточные функции систем. Формы записи передаточной функции.
5. Основные воздействия на объект управления. Нахождение передаточных функций по управлению, возмущению, для замкнутых и разомкнутых систем.
6. Методика построения временных и частотных характеристик систем управления.
7. Типовые входные воздействия.
8. Математическое описание ОУ при помощи структурных схем.

9. Математическое описание непрерывных многомерных систем.
10. Передаточные функции многомерных систем.
11. Устойчивость систем автоматического управления. Критерий Ляпунова.
12. Прямые оценки качества САУ
13. Косвенные оценки качества САУ.
14. Конечные автоматы. Основные понятия принципы построения.
15. Минимизация конечных автоматов.
16. Случайные процессы. Функций распределения вероятностей.
17. Свойства функции и плотности распределения вероятности.
18. Числовые характеристики для случайных функций или процессов.
19. Классификация случайных процессов.
20. Спектральные характеристики случайных процессов.
21. Стационарные случайные функции.
22. Эргодические случайные функции.
23. Разложение периодической функции в ряд Фурье.
24. Определение коэффициентов ряда Фурье.
25. Частные случаи ряда Фурье.
26. Комплексная форма ряда Фурье.
27. Интеграл Фурье.
28. Спектры. Свойства непрерывного спектра.
29. Методика определения спектрального состава сигнала
30. Математическое описание объекта в пространстве состояний.
31. Идентификация передаточной функции объекта по формуле Мейсона.

Темы для решения задач на итоговом контроле знаний:

1. Преобразование форм записи передаточных функций ОУ.
2. Преобразование структурных схем систем управления.
3. Оптимизация графов, нахождение оптимального пути и экстремального дерева.
4. Построение конечных автоматов.
5. Проведение гармонического анализа функций по заданным коэффициентам разложения в ряд Фурье.
6. Построение орграфа системы по заданной модели в пространстве состояний.
7. Идентификация передаточной функции ОУ по формуле Мейсона.

Шкала оценки результатов итогового контроля (экзамен).

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к знаниям
50	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он показывает отличные знания по теории системы управления, знает математические модели сигналов и системы управления, Основы построения математических моделей сигналов. Применяет методы построения математических моделей сигналов в управлении, методы построения моделей для оптимально управления. Владеет навыками построения временных и частотных характеристик системы управления, навыками построения моделей объектов и системы различного типа. Навыками преобразований сигналов различного рода. Навыками построения оптимальных системы управления.

		При этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
40	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он хорошие знания в области основ построения математических моделей сигналов различного типа. Умеет четко объяснить логику построения математических моделей линейных, нелинейных, дискретных, непрерывных, стохастических сигналов и системы управления. Проводит качественный анализ системы управления. Применяет методы построения математических моделей сигналов в управлении. При этом не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
30	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет удовлетворительные знания по всем разделам дисциплины, может четко сформулировать методику построения математических моделей сигналов и системы управления, Владеет основными понятиями в области теории системы управления и конечных автоматов. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
Менее 30	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил оценку «неудовлетворительно» по разделам дисциплины, не владеет знаниями в областях теории управления, построения математических моделей системы и сигналов различного типа.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – <i>«отлично»</i>	90-100	A
4 – <i>«хорошо»</i>	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – <i>«удовлетворительно»</i>	65-69	
2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	60-64	E
	Менее 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям
---	-------------------------	----------------------

«отлично» – A	90 ÷ 100	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.
«хорошо» – C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	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.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	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.

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература

1. Гильванов, Р. Г. Основы теории автоматов : учебное пособие / Р. Г. Гильванов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2019. — 48 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/153584/#23>
2. Деев, Г. Е. Теория вычислительных устройств : учебное пособие / Г. Е. Деев. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 452 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/121461/#447>
3. Васюков, В. Н. Общая теория связи : учебник / В. Н. Васюков. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 580 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/118258/#43>
4. Федотов, А. В. Компьютерное управление в производственных системах : учебное пособие / А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 620 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/140775/#1>
5. Юревич Е. И. Теория автоматического управления. – 4-е изд., перераб. и доп. –СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 560 с. <https://ibooks.ru/bookshelf/353580/reading>
6. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 220 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/145842/#1>
7. Бажанов, В. Л. Теория автоматического управления : учебное пособие / В. Л. Бажанов. — Самара: СамГУПС, 2016. — 47 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/130266/#1>
8. Ефремова Т.А. Математические основы теории систем автоматического управления. /Учебно-методическое пособие. Саратов 2011- 92с.

9. Ефремова Т.А. Построение структурных схем для многомерных объектов систем управления. Мет. указ. к прак. раб., Балаково, 2011.

#### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

10. [http:// www.allmath.ru](http://www.allmath.ru)

11. <http://www.mathprofi.ru>

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в мультимедийном классе. Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием специализированного программного обеспечения для математических и инженерных вычислений.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

1) Следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью, выполнение индивидуальных заданий по темам практических работ на конец семестра, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала, индивидуальных заданий. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану, приведенному в Рабочей программе.

2) «Сценарий изучения дисциплины» предусматривает следующие схемы: по теоретическому курсу: ознакомление с тематикой лекции; изучение литературы по теме; прослушивание лекции; обсуждение вопросов.

По выполнению индивидуальных работ по темам практических занятий: подготовка к выполнению работы по методическим указаниям; работа на практическом занятии выполнение работы и оформление отчета; защита работы.

3) Изучение дисциплины требует непрерывной работы с литературой. Перед прослушиванием каждой лекции студент должен ознакомиться с материалом по списку, приведенному по теме лекции в рабочей программе. Перед выполнением индивидуальных занятий по темам практических работ необходимо изучить теоретические сведения, приведенные в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет, составляемый после выполнения работы, должен соответствовать варианту, выданному преподавателем в начале выполнения практической работы.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические

вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах.

Рабочую программу составил доцент



Ефремова Т.А.

Рецензент: доцент



Мefeldова Ю.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 27.03.04 Управление в технических системах.

Председатель учебно-методической комиссии



Мefeldова Ю.А.