

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 «Основы технической диагностики»

### **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 диагностике систем управления, а также углубленное изучение математических основ и диагностики систем автоматического управления. Дать студентам теоретическую и практическую основу для диагностики.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение методов наименьших квадратов;
- изучение дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа и их применения для построения и оценки адекватности математических моделей объектов управления по результатам активных и пассивных экспериментов;
- освоение основ построения диагностических моделей;
- изучение прогнозирования изменения состояния объектов.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

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

24.033. «Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»

## Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Основы технической диагностики» изучается студентами на третьем году обучения.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Математические основы общей теории систем и конечных автоматов», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическое описание сигналов и систем».

После изучения данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать следующие трудовые функции:

В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований («40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»)

В/01.6. Обеспечение эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС

## 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 поставлен-	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

	ных задачах	расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
--	-------------	---

#### 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	З-ПК-1 Знать: методы исследования систем и элементов систем 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 В-ПК-1 Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации
Эксплуатация контрольно-измерительных приборов и автоматики АС	Оборудование систем автоматизации, управления, контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	ПК-2.1 Способен осуществлять контроль технического состояния и безопасной эксплуатации оборудования КИПиА и аппаратуры СУЗ атомной станции	З-ПК-2.1 Знать: назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и оборудования систем управления; иметь базовые знания в естественнонаучных и технических областях по профилю деятельности. У-ПК-2.1 Уметь: анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы измерительной аппаратуры, СИ, СА; пользоваться технической и нормативной документацией. В-ПК-2.1 Владеть: навыками обходов и диагностики состояния закрепленного оборудования; обеспечением метрологической поверки и паспортизации СИ и СА.

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

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разнотипную внеучебную деятельность
Профессио-	- формирование	1.Использование воспитательного	1. Организация

нальное воспитание	способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)	<p>потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</li> </ul>	<p>научного подхода и чувства «Все в одной команде» через участие студентов в проведении круглых столов и семинаров.</p> <p>2. Формирование вертикальных связей и формальных правил жизни при проведении студенческих курсов</p>
Профессиональное воспитание	— формирование профессиональной ответственности в области исследования, проектирования, разработки, настройки, тестирования и эксплуатации современных систем и средств контроля, технического диагностирования и управления (B36)	<p>1. Использование для формирования чувства личной ответственности в области исследования, проектирования, разработки, настройки, тестирования и эксплуатации современных систем и средств контроля, технического диагностирования и управления воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин:</p> <p>Элементы и устройства автоматики; Конструирование, технологии, изготовление и эксплуатация электронной аппаратуры; Проектирование систем управления и контроля; Физические основы электронной техники;</p>	<p>1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности</p> <p>2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профес-</p>

		<p>Микроконтроллеры и микропроцессоры в системах управления;          Электрический привод;          Вычислительные машины, системы и сети;          Программирование микроконтроллеров;          Цифровая обработка сигналов;          Цифровые системы автоматического управления;          Информационные технологии в проектировании сложных систем;          Робототехнические системы и комплексы;          Системы управления базами данных;          Методы оптимизации и оптимального управления;          Методы принятия решений;          Моделирование процессов и систем          Основы моделирования систем;          Основы технической диагностики;          Идентификация и диагностика систем автоматического управления;          Система научной организации труда производства и управления.</p> <p>2. Развитие навыков творческого мышления путем содействия и поддержки участия студентов в научно-практических мероприятиях внутриузовского регионального и/или всероссийского уровня в области автоматизированных и автоматических систем управления.</p>	<p>сионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills.</p> <p>3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях;</p> <p>4. Участие в деятельности студенческого научного общества</p>
--	--	--	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 6-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 ак. часа

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттес тация раз- дела (форма)	Мак- си маль- ный балл за раз- дел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Введение. Идентификация объектов и систем.	10	2			16	КЛ1	25
	2	Математические модели	14	2		4	16		

		сигналов.							
	<b>3</b>	Статические, динамические модели, модели в пространстве состояния.	<b>14</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>16</b>		
	<b>4</b>	Характеристики случайных процессов и случайных величин.	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>16</b>		
<b>2</b>	<b>5</b>	Идентификация динамических характеристик объектов.	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>16</b>	<b>КЛ2</b>	<b>25</b>
	<b>6</b>	Методы планирования эксперимента.	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>		
	<b>7</b>	Техническая диагностика систем управления.	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>16</b>		
	<b>8</b>	Способы диагностики объектов управления.		<b>2</b>		<b>4</b>	<b>20</b>		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>180</b>	<b>16</b>	<b>16/6</b>	<b>16/6</b>	<b>132</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:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КЛ	Коллоквиум
Э	Экзамен

### Содержание лекционного курса

<b>Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>Введение. Идентификация объектов и систем.</b> Постановка задачи идентификации. Структурная и параметрическая идентификация. Описание модели при взаимодействии с внешней средой. Степень изученности (определенности) объекта управления, адекватность математической модели. Структурный анализ системы управления, объекта управления.	2	1-6
<b>Математические модели сигналов.</b> Модели возмущений; математическое описание детерминированных сигналов, характеристики и модели стохастических сигналов. Определение характеристик стохастических сигналов, генерация стохастических сигналов с заданными характеристиками. Характеристики стохастических сигналов. Прохождение случайного сигнала через линейное звено.	2	1-6
<b>Характеристики случайных процессов и случайных величин.</b> Математическое ожидание, дисперсия, автокорреляционная и взаимная корреляционная функции случайных процессов.	2	1-6
<b>Идентификация динамических характеристик объектов.</b> Построение математических моделей объектов и систем по	2	1-6

экспериментальным данным. Метод наименьших квадратов, адекватность моделей, дисперсионный анализ, корреляционный анализ. Методы построения линейных, нелинейных статистических модели. Построение динамических моделей		
<b>Методы планирования эксперимента.</b> Построение оптимальных планов. Примеры структурного анализа объектов. Построение и обработка планов полного факторного эксперимента, дробных реплик.	2	1-6
<b>Техническая диагностика систем.</b> Задачи технической диагностики систем. Методы диагностирования. Прогнозирование изменения состояния объектов.	2	1-6
<b>Способы диагностики объектов управления.</b> Типы дефектов оборудования. Алгоритмы поиска дефектов. Устройства для диагностики оборудования систем управления.	2	1-6
<b>Эксплуатация АЭС</b> - Методы идентификации оборудования ядерной энергетической установки. Методы диагностирования оборудования ядерной энергетической установки.	2	1-6
	<b>16</b>	

### Перечень практических занятий

Наименование практических работ Вопросы, отработанные на занятиях	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Генерация случайных процессов в пакете Excel	4	1-6
Мониторинг тепломеханического оборудования АЭС расчетно-экспериментальный метод. Расчет систем сбора и обработки информации	4	1-6
Идентификация объекта управления по экспериментальным данным	4	1-6
Построение алгоритмов для поиска дефектов объектов управления	4	1-6
	16	

### Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторных работ Вопросы, отработанные на занятиях	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Анализ характеристик случайных процессов	4	1-6
Построение линейной и нелинейной статической модели методом наименьших квадратов	4	1-6
Регрессионный анализ в пакете EXCEL	4	1-6
Построение моделей управления по экспериментальным переходным характеристикам.	4	1-6
	16	

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Построение динамической модели методом Симою.	16	1-6
Построение нелинейной статической модели методом нелинейного программирования.	16	1-6
Построение динамической модели объекта управления по экспериментальным частотным характеристикам.	16	1-6
Построение динамической модели по результатам пассивного эксперимента.	16	1-6
Построение адаптивной математической модели.	16	1-6
Исследование взаимосвязи входных факторов на параметры регрессионной модели.	16	1-6
Построение математической модели с применением метода планирования эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Квадратичные модели.	16	1-6
Прогнозирование изменения состояния объектов. Метрологическое обеспечение контроля технического состояния оборудования и систем АЭС	20	1-6
	132	

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** - Не предусмотрена учебным планом

**Курсовой проект** - Не предусмотрен учебным планом

#### **Образовательные технологии**

В процессе занятия, обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя, выполняют практические работы – тренинги на темы:

- Идентификация объекта управления в пространстве состояний;
- Построение математической модели методом наименьших квадратов;
- Построение математической модели методом планирования эксперимента.

Для 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.

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научную работу.



Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий с использованием ПК. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при выполнении домашних заданий.

### 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
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль	З – ПК-2.1, ПК-1, УКЕ-1, У- УКЕ-1 В- УКЕ-1	Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Идентификация статических и динамических объектов	З – ПК-2.1, УКЕ-1 У-ПК-1, УКЕ-1 В-ПК-1, ПК-2.1, УКЕ-1	Коллоквиум (письменно)
3	Техническая диагностика объектов управления	У- ПК-2.1 ПК-2.1	Коллоквиум (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Экзамен	УКЕ-1, ПК-1, ПК-2.1; У-УКЕ-1, ПК-1, ПК-2.1; В- УКЕ-1, ПК-1, ПК-2.1	Вопросы к экзамену (письменно)

**Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме.**

Входной контроль по дисциплине предусматривает краткие ответы на вопросы. Входной контроль включает 10 вопросов, проводится в письменной форме. На ответы дается 45 минут.

Вопросы входного контроля

1. Виды входных воздействий на объект управления.
2. Классификация объектов управления
3. Виды математических моделей объектов управления.
4. Способы математического описания линейных динамических объектов.
5. Способы математического описания дискретных объектов.
6. Способы математического описания стохастических объектов.
7. Методы и средства контроля измерительной техники.
8. Понятие и способы определения переходной характеристики.
9. Определение вероятности события.
10. Основные законы распределения случайной величины.

Текущий контроль по темам проводится в виде выполнения лабораторных и практических работ, выполняемых на ПК, направленные на решение конкретных задач индивидуально каждым студентом.

На этапе аттестации разделов используется: письменные ответы на вопросы коллоквиума (КЛ). Коллоквиум содержит вопросы по разделам дисциплины, проводится на 8 и 16 неделе обучения. На выполнение задания отводится 45 минут.

### **Вопросы коллоквиума раздела 1.**

1. Дайте определение идентификации объекта управления
2. Дайте определение математической модели
3. В какой форме может быть задана ММ одномерного объекта
4. В какой форме может быть задана ММ многомерного объекта
5. Запишите вид ММ динамического режима ОУ
6. Запишите вид ММ статического режима ОУ
7. Перечислите способы идентификации ОУ
8. В каком случае используется аналитическая идентификация
9. Запишите уравнение ОУ в статическом режиме
10. Запишите уравнение ОУ в динамическом режиме
11. Что является результатом аналитической идентификации
12. Дайте определение кривой разгона
13. Приведите пример идентификации ОУ по типовой кривой разгона
14. Запишите передаточную функцию усилительного звена
15. Запишите передаточную функцию апериодического звена
16. Запишите передаточную функцию запаздывающего звена
17. К чему сводится задача идентификации ОУ методом регрессионного анализа.
18. Что необходимо составить для нахождения коэффициентов модели регрессии.
19. Что характеризует математическое ожидание для случайной величины (СВ).
20. Как изменяется кривая разгона СВ при изменении математического ожидания.
21. Какова размерность математического ожидания.
22. Что характеризует СКО для СВ.
23. Приведите пример изменения кривой распределения СВ при изменении СКО.
24. Запишите формулу для расчета СКО.
25. Зарисуйте графически правило 3х сигм.
26. Какие функции используются при корреляционном анализе.
27. Запишите формулу автокорреляционной функции (АКФ).  
Что характеризует АКФ.
28. Запишите формулу взаимной корреляционной функции.
29. Запишите формулу для спектральной плотности входной величины.
30. Запишите формулу для спектральной плотности входной и выходной величины .
31. Запишите формулу для АФЧХ объекта управления.
32. Перечислите цели структурной идентификации .
33. Перечислите цели параметрической идентификации.
34. Назовите методы проверки адекватности модели.
35. Что понимают под идентификацией ОУ
36. Предметом теории идентификации являются...
37. Перечислите методы пассивного эксперимента:
38. Назовите группы пассивных методов идентификации объектов управления
39. Дайте понятие математического ожидания случайного процесса
40. Апостериорная информация это:

Какой закон распределения случайной величины имеет следующую функцию плотности распределения вероятности:

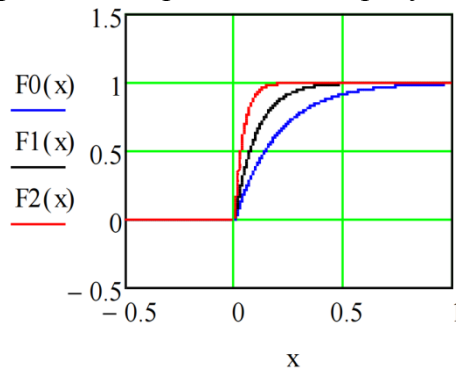
$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(x)-\ln(a))^2}{2\sigma^2}}$$

41. Автокорреляционная функция случайного процесса является характеристикой:

Какой закон распределения случайной величины имеет следующую функцию плотности распределения вероятности:

$$\varphi_{\sim}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$$

42. График какой функции распределения представлен на рисунке:



43. Дайте определение спектральной плотности случайного процесса

44. Неадаптивные методы идентификации включают в себя....

45. Коэффициент регрессии значим если:

46. Какую связь устанавливает основное уравнение дисперсионного анализа

47. В каком диапазоне должно находиться значение коэффициента множественной корреляции

48. Для экспериментального получения переходной характеристики элемента необходимо

49. Какие этапы включает в себя регрессионный анализ

50. Для оценки каких параметров объекта может использоваться коэффициент корреляции

## Вопросы коллоквиума раздела 2

1. Что представляет собой диагностическая модель в явном виде
2. Что должна выявлять система диагностики
3. Какой тип отказа диагностируемой системы обуславливает полное прекращение работы системы
4. Для построения доверительного интервала среднего, коэффициента корреляции используется:
5. При помощи каких характеристик можно адекватно представить исследуемый объект
6. Запишите критерий метода наименьших квадратов.
7. Как рассчитать число полных опытов для полного факторного эксперимента.
8. Этапом, какого метода идентификации является проверка адекватности модели
9. Как определить основной уровень фактора при идентификации экспериментальных данных МПЭ
10. Как определить дисперсию параметра оптимизации
11. Какие методы оценки адекватности модели вам известны
12. Как определить однородность дисперсий при идентификации объекта МПЭ
13. Что такое полный факторный эксперимент
14. Чем полный факторный эксперимент отличается от дробного эксперимента
15. Как определить дисперсию адекватности модели при факторном анализе
16. Для оценки какого параметра при построении факторного эксперимента используется критерий Стьюдента
17. Дайте определение Техническая диагностика – это
18. Дайте определение Объект технического диагностирования – это

19. Дайте определение Техническое состояние – это
20. Дайте определение Диагностирование по алгоритму – это
21. Дайте определение Система технического диагностирования – это
22. Назовите типы диагностических моделей
23. Запишите выражение для определения вероятности появления диагностического признака
24. Сформулируйте математическую постановку задачи технического диагностирования объекта
25. Какие задачи решаются при технической диагностике систем управления
26. Что называется работоспособным состоянием объекта
27. Что такое диагностическое обеспечение объекта
28. Какие типы диагностирование объекта управления проводятся на этапе его жизненного цикла
29. По каким внешним признакам можно диагностировать объект управления
30. Перечислите способы рабочего диагностирования объекта управления
31. Что такое тестовое диагностирование
32. Какие воздействия используются при тестовом диагностировании ссitem управления
33. Как определить область работоспособности объекта управления
34. Как накладываются условия работоспособности на параметры объекта
35. Как накладываются условия работоспособности на характеристики объекта
36. Перечислите методы контроля работоспособности объекта управления
37. Чем отличается запас работоспособности от степени работоспособности объекта управления
38. Какие действия необходимо выполнить при поиске дефектов объекта
39. Как представить алгоритм поиска дефектов в виде графа
40. Назовите основные аспекты последовательного алгоритма поиска дефектов
41. Что необходимо иметь при построении алгоритма поиска дефектов способом «время - вероятность»
42. Перечислите последовательность действий при анализе таблицы чувствительности функций передачи для построения алгоритма поиска дефектов
43. Как можно сократить число проверок для обнаружения всех дефектов при анализе таблицы состояний объекта управления
44. Перечислите основные приборы, используемые при ультразвуковом контроле дефектов
45. Перечислите основные приборы, используемые при телевизионном контроле дефектов
46. Перечислите основные приборы, используемые при вибрационном контроле дефектов
47. Перечислите основные приборы, используемые при акустическом контроле дефектов
48. Что включает в себя понятие частичного отказа объекта управления
49. Дайте определение надежности объекта управления
50. Дайте определение отказа системы управления

#### **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	47-50
9 баллов	44-46
8 баллов	41-43
7 баллов	37-40
6 баллов	34-36
5 баллов	30-33
Менее 5 баллов	менее 30

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

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к знаниям
23-25	«отлично»	Оценка «отлично» за раздел дисциплины выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку “отлично”, выполнил на отлично и защитил практические и лабораторные работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показал отличные знания в области раздела дисциплины. При этом не затрудняется с ответом при видеоизменении заданий.
19-22	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку “хорошо”, хорошо выполнил и защитил практические и лабораторные работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показывает хорошие знания при ответе на вопросы преподавателя. При этом не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
15-18	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку “удовлетворительно”, выполнил основную часть практических и лабораторных работ, предусмотренные курсом в данном разделе, показывает удовлетворительные знания по дисциплине в целом. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
менее 15	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил за коллоквиум оценку “неудовлетворительно”, не выполнил основную часть практических и лабораторных работ, предусмотренные курсом в данном разделе, не владеет знаниями по материалам курса.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена и представляет собой письменные ответы на вопросы студентов по темам дисциплины.

### Вопросы для экзамена

1. Идентификация, ее виды и задачи.
2. Оценка однородности и адекватности модели.
3. Основные показатели надежности невосстанавливаемых систем.
4. Математические модели внешних воздействий
5. Основные понятия работоспособности систем управления.
6. Математические модели технических систем.
7. Факторный эксперимент.
8. Непараметрическая идентификация. Идентификация инерционного объекта 2го порядка
9. Числовые характеристики случайных воздействий
10. Непараметрическая идентификация. Идентификация колебательного звена 2го порядка
11. Классификация отказов объектов управления.
12. Планирование эксперимента: понятие, виды, цель.
13. Диагностика систем управления основные определения. Методы диагностики
14. Математические модели внешних воздействий
15. Непараметрическая идентификация.
16. Идентификация апериодического звена порядка выше 2го.

17. Непараметрическая идентификация. Идентификация инерционного объекта 1го порядка.
18. Идентификация объекта методом наименьших квадратов.
19. Статистические показатели надежности для невосстанавливаемых систем.
20. Алгоритм проведения факторного эксперимента.
21. Методы диагностики оборудования
22. Построение динамических моделей систем управления
23. Диагностические приборы.
24. Дисперсионный анализ и корреляционный анализ систем управления
25. Методы оценки адекватности идентификационных моделей
26. Метод наименьших квадратов при проведении регрессионного анализа систем управления
27. Построение и обработка планов полного факторного эксперимента
28. Задачи технической диагностики систем
29. Типы дефектов оборудования
30. Алгоритмы поиска дефектов
31. Дробный факторный эксперимент
32. Прогнозирование изменения состояния объектов
33. Методы идентификации оборудования ЯЭУ
34. Методы диагностирования ЯЭУ

#### **Шкала оценивания на экзамене**

Экзамен проводится в виде письменного ответа по вопросам, сформированным в билеты. Оценка знаний на экзамене и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей:

<b>Оценка по 5-балльной шкале</b>	<b>Сумма баллов</b>	<b>Требования к знаниям на экзамене</b>
<i>«отлично»</i>	43 - 50	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные.
<i>«хорошо»</i>	36 - 42	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала
<i>«удовлетворительно»</i>	31 - 35	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал существенные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы
<i>«неудовлетворительно»</i>	менее 30	выставляется студенту, если допускал неправильные ответы на поставленные вопросы или не смог ответить на часть вопросов, не смог подтвердить знание значительной части материала.

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 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	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 твердо 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. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической диагностики: учебник / В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 588 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/115495/#2>
2. Карпов, К. А. Основы автоматизации производств нефтегазохимического комплекса: учебное пособие / К. А. Карпов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 108 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/115727/#4>
3. Основы технической диагностики : учебное пособие / Д. В. Швалов, В. Н. Прокопец, А. И. Кирюнин. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 76 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/134042/#1>

### Учебно-методические пособия

4. Построение динамической модели объекта управления в пространстве состояний [Текст] : метод. указ. к вып. практ. раб. по дисц. "Идентификация и диагностика систем управления", "Основы технической диагностики" для студ. напр. "Управление в технических системах" всех форм обуч. / сост. Ефремова Т. А.- Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. - 16 с.
5. Анализ характеристик случайных процессов [Текст] : метод. указ. к вып. лаб. раб. по дисц.: "Идентификация и диагностика систем управления", "Основы технической диагностики" для студ. напр. "Управление в технических системах" оч. и заоч. форм обуч. / сост. Ефремова Т.А., Мотков А.Г. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. - 20 с.

#### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

6. [http:// www.allmath.ru](http://www.allmath.ru)
7. <http://www.mathprofi.ru/>

### Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в мультимедийном классе. Практические и лабораторные занятия проводятся с использованием программного обеспечения MS Excel в аудиториях, оснащенных компьютерами.

Для изучения дисциплины используются электронные библиотеки:

- электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620735 от 01.08.2012 г.) без ограничения количества пользователей и без ограничения срока использования ресурсов;

- электронно-библиотечная система «Консультант студента» (общество с ограниченной ответственностью «Политехресурс»). Договор № 12-21-910 от 16.07.2021 г. на предоставление доступа к электронной библиотеке к комплектам «Медицина. Здравоохранение. Базовая коллекция», «Книги издательства «Феникс», «Издательский дом МЭМИ», «Книги издательства «Проспект»: «Иностранные языки»... по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Айбукс» (договор № 09-21-910 от 02.07.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 10-21-910 от 16.07.2021 г. только на книги издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Лань» (договор № 11-21-910 от 16.07.2021 г. на книги других издательств-партнёров издательства «Лань») на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» (договор № 13-21-910 от 30.08.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- электронно-библиотечная система «Консультант врача» (договор № 590KB/05-2021 от 01.06.2021 г.) на предоставление доступа по 06.08. 2022 г.;

- электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (договор № 56 от 21.06.2021 г.) на предоставление доступа по 31.08.2022 г.;

- научная электронная библиотека «elibrary» (договор № SU-353/2022 от 14.12.2021 г.) на предоставление доступа по 31.12. 2022 г.

- международный онлайн ресурс ProQuest (договор № 19-21-910 от 18.10.2021 г.) на предоставление доступа по 30.11. 2022 г.

### 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 для проведения лабораторных работ

Провести опрос о технике безопасности работы с лабораторным оборудованием.

Провести опрос основных понятий, необходимых для выполнения работы.

Дать возможность студентам провести исследования на лабораторном оборудовании, выполнить индивидуальные задания. Результаты свести в таблицы. Провести обработку результатов исследований. Оценку лабораторной работы провести с учетом выполненного отчета по работе.

### 4. 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.

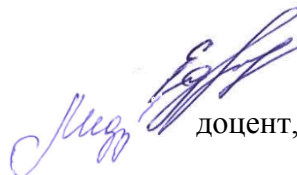
При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

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

Рецензент:

 Ефремова Т. А.  
доцент, Мефедова Ю. А.

Программа одобрена на заседании УМКН 27.03.04 Управление в технических системах от 31.08.2021 года, протокол №1.

Председатель учебно-методической комиссии

 Мефедова Ю.А.