

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 «Автоматизация ядерных энергетических установок»

### **Специальность**

«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Системы контроля и управления атомных станций»

### **Квалификация выпускника**

Инженер-физик

### **Форма обучения**

Очная

Балаково

## Цель освоения дисциплины

Подготовка к научно-исследовательской, производственно-технологической и проектной деятельности, связанной с автоматизацией ядерных энергетических установок.

Задачи изучения дисциплины формируются в соответствии с профессиональными стандартами:

«24.062.Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии».

«24.032. Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)»

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

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

При изучении курса «Автоматизация ядерных энергетических установок» к студенту предъявляются следующие требования: студент знает закономерности протекания процессов в реакторном, турбинном и другом оборудовании АЭС; назначение, устройство, технические характеристики и принцип действия датчиков, исполнительных устройств; назначение, принципы действия, алгоритмы работы систем автоматического управления; способен применять знание принципов работы и устройства автоматических регуляторов, приборов контроля, измерительных каналов, владеет принципами построения и систем автоматического управления, структур АСУ технологическими процессами.

Освоение дисциплины «Автоматизация ядерных энергетических установок» в последующем необходимо при прохождении производственной (эксплуатационной), производственной (научно-исследовательская работа) и производственной (преддипломной) практик, а также в рамках Государственной итоговой аттестации.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

V/01.7. Подготовка проектной документации по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

V.7. Обеспечение безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС

C.7. Контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ (по профилю подразделения).

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:  
Профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Разработка проектов Элементов оборудования, технологических систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим задани-	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, си-	ПК-8 Способен использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов,	З-ПК-8 Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при проектировании физических установок и систем; У-ПК-8 уметь применять Информационные технологии и

ем. С использованием средств автоматизации проектирования	стемы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	приборов и систем, готовностью осуществлять сбор, анализ и подготовку исходных данных для проектов ЯЭУ и их компонентов	прикладные пакеты используемые при проектировании физических установок и систем; В-ПК-8 владеть методами анализа и исходных данных для проектов ЯЭУ и их компонентов
Анализ процессов в ядерных энергетических установках с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы; обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивным и отходами на АЭС (и ЯЭУ).	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками. Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-9.1 Способен осуществлять контроль выполнения подразделениям комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ	З-ПК-9.1 Базовые знания в естественнонаучных и технических областях по профилю деятельности. Технологию и технологические системы АС, состав, функции и алгоритмы автоматизированной системы управления технологическими процессами АС, систем контроля и управления, регламента эксплуатации АС. Назначения, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и аппаратуры СУЗ АС. Технические характеристики оборудования КИПиА и аппаратуры СУЗ, их территориальное расположение на АС, устройство и принципы работы. У-ПК-9.1 Пользоваться конструкторской, технической, производственно-технологической и нормативной документацией. Использовать информационные технологии при реализации профессиональной деятельности. Принимать и осваивать вновь вводимые СИ, СА и аппаратуру СУЗ. В-ПК-9.1 Современными средствами, передовыми технологиями контроля и измерений и перспективами их развития. Принципами и методами контроля и обеспечения качества эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ.

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- выработка ответственного отношения к осуществляемой работе в области проектирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетических	Использование для формирования культуры ядерной и радиационной безопасности, выработки ответственного отношения к осуществляемой работе в области проектирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных	1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности 2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, кон-

	<p>ских установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты и управления <b>(В31)</b></p>	<p>энергетических установок воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин:  Математическое моделирование процессов в оборудовании АЭС;  Управление ядерными энергетическими установками; Ядерные энергетические реакторы;  Автоматизированное проектирование электронных элементов и систем;  Системы управления;  Исполнительные устройства систем управления;  Надежность технических систем  АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация);  Транспортные устройства АЭС;  Парогенераторы;  АСУ технологическими процессами АЭС;  Жизненный цикл и проектирование АСУ технологическими процессами;  Турбомшины;  Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС;  Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС;  Автоматизация ядерных энергетических установок;  Современные системы управления ЯЭУ;  Радиационная безопасность АЭС;  Дозиметрия ионизирующих излучений;  Производство ремонта и монтажа оборудования АЭС;  Ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического оборудования АЭС</p>	<p>курсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills.  3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях;  4. Участие в деятельности студенческого научного общества</p>
--	---	--	---

## Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 10-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часов.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста ция раз- дела (форма)	Макси маль- ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
<b>1 раздел</b>									
1	1	САР мощности реактора реализации элементов	6	1	2	1	2		
1	2	Принцип действия и устройство ионизационной камеры	6	1	2	1	2		
1	3	Расчет САР мощности с использованием передаточных функций и частотных характеристик.	8	1	2	1	4		
1	4	Режим пуска, двухканальная система автопуска.	6	1	2	1	2		
1	5	Способы повышения надежности систем защиты и управления	6	1	2	1	2		
1	6	Теплофизические поля и лимитирующие параметры реактора	8	1	2	1	4		
1	7	Проблема устойчивости ЛАР	8	1	2	1	4		
1	8	Регулирующие органы ядерных реакторов	6	1	2	1	2	Кл1	25 б.
<b>2 раздел</b>									
2	9	Системы контроля параметров в ядерных реакторах.	6	1	2	1	2		
2	10	Показатели качества управления полями	6	1	2	1	2		
2	11	Применение ЭВМ для управления ядерных реакторов и АЭС.	8	1	2	1	4		
2	12	Алгоритмы централизованного контроля реакторов	6	1	2	1	2		
2	13	Алгоритмы анализа аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков	6	1	2	1	2		

2	14	Обеспечение надежной работы АСУТП АЭС	8	1	2	1	4		
2	15	Анализ развития аварий на АЭС и выводы из этих аварий при построении систем управления и защиты	8	1	2	1	4		
2	16	Способы повышения безопасности с применением ЭВМ	6	1	2	1	2	Кл2	25 б.
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/16</b>	<b>16</b>	<b>32/8</b>	<b>16/8</b>	<b>44</b>	<b>Экзамен</b>	<b>50 б.</b>

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<b>САР мощности реактора</b> САР мощности реактора, функции и назначение основных элементов. Особенности реализации элементов	1	1-11
<b>Принцип действия и устройство ионизационной камеры</b> Принцип действия и устройство ионизационной камеры, гамма-компенсированной ионизационной камеры, датчиков прямой зарядки и других датчиков поля. Области применения датчиков в САР и ЛАР.	1	1-11
<b>Расчет САР мощности с использованием передаточных функций и частотных характеристик.</b> Расчет САР мощности с использованием передаточных функций и частотных характеристик. Вопросы устойчивости и выбор элементов САР.	1	1-11
<b>Режим пуска, двухканальная система автопуска.</b> Режим пуска, двухканальная система автопуска. Технические проблемы пуска. Режим выключения реактора. Типы аварийных ситуаций, аварийные сигналы. Идеология и структура систем защиты по превышению мощности и скорости ее нарастания. Типовые структуры защиты.	1	1-11
<b>Способы повышения надежности систем защиты и управления</b> Способы повышения надежности систем защиты и управления. Анализ показателей качества мажоритарных схем. Анализ показателей надежности типовых схем защиты.	1	1-11
<b>Теплофизические поля и лимитирующие параметры реактора</b> Теплофизические поля и лимитирующие параметры реактора. Задача управления реактором, как объектом с распределенными параметрами. Показатели качества и критерии управления. Системы ЛАР.	1	1-11
<b>Проблема устойчивости ЛАР</b> Проблема устойчивости ЛАР. Инженерная методика устойчивости ЛАР. Типовые схемы ЛАР. Способы построения задатчиков	1	1-11
<b>Регулирующие органы ядерных реакторов</b> Регулирующие органы ядерных реакторов. Регулирующие стержни, жидкостные регулирующие органы, газовые регулирующие органы.	1	1-11
<b>Системы контроля параметров в ядерных реакторах.</b> Системы контроля параметров в ядерных реакторах. Физические основы экспериментального контроля технологических параметров актив-	1	1-11

ной зоны.		
<b>Показатели качества управления полями</b> Показатели качества управления полями. Оценки коэффициентов неравномерности и коэффициентов запаса. Выбор числа внутри реакторных датчиков и оценки погрешности дискретного контроля. Необходимость использования ЭВМ.	1	1-11
<b>Применение ЭВМ для управления ядерных реакторов и АЭС</b> Применение ЭВМ для управления ядерных реакторов и АЭС. Этапы развития АСУТП на АЭС. Структура и функции АСУТП на АЭС. Проблемы разработки АСУТП на АЭС.	1	1-11
<b>Алгоритмы централизованного контроля реакторов</b> Алгоритмы централизованного контроля реакторов. Машинные методы оптимизации поля энерговыделения. Эвристический алгоритм регулирования распределения энерговыделения и его реализация.	1	1-11
<b>Алгоритмы анализа аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков</b> Алгоритмы анализа аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков. Типовые алгоритмы советчика оператору.	1	1-11
<b>Обеспечение надежной работы АСУТП АЭС</b> Обеспечение надежной работы АСУТП АЭС. Режимы с реконфигурацией, структурное резервирование. Методы оценки и анализ показателей надежности АСУТП. Структуры многомашинных комплексов и сетей в АСУТП АЭС.	1	1-11
<b>Анализ развития аварий на АЭС и выводы из этих аварий при построении систем управления и защиты</b> Анализ развития аварий на АЭС и выводы из этих аварий при построении систем управления и защиты. Проблема безопасности и учет влияния человеческого фактора.	1	1-11
<b>Способы повышения безопасности с применением ЭВМ</b> Способы повышения безопасности с применением ЭВМ. Информационное обеспечение оператора-технолога. Проблема создания дружественного интерфейса с оператором.	1	1-11

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1		
<b>Передаточные функции ЯР в различных режимах.</b> Передаточные функции ЯР в различных режимах.	2	1-11
<b>САР мощности реактора, функции и назначение основных элементов.</b> САР мощности реактора, функции и назначение основных элементов. Принцип действия и устройство ионизационной камеры, гамма-компенсированной ионизационной камеры, датчиков прямой зарядки, их области применения при управлении.	2	1-11
<b>Решение типовых задач по проектированию САР.</b> Решение типовых задач по проектированию САР.	4	1-11
<b>Типы аварийных ситуаций, аварийные сигналы.</b> Типы аварийных ситуаций, аварийные сигналы. Идеология и структура систем защиты по превышению мощности и скорости ее нарастания. Меры по повышению надежности системы защиты.	4	1-11

<b>Показатели надежности и инженерные методы их оценки.</b> Показатели надежности и инженерные методы их оценки. Способы повышения надежности систем управления, понятие о видах резервирования. Анализ мажоритарной схемы. Решение типовых задач.	2	1-11
<b>Инженерные методики оценки надежности с учетом специфики ЯЭУ.</b> Инженерные методики оценки надежности с учетом специфики ЯЭУ. Решение типовых задач по надежности АСУТП ЯЭУ.	2	1-11
<b>Системы ЛАР.</b> Системы локального автоматического регулирования полей (ЛАР). Проблема устойчивости ЛАР.	4	1-11
<b>Инженерные методики расчета ЛАР.</b> Инженерные методики расчета ЛАР.	4	1-11
<b>Анализ функций и структур АСУТП ЯЭУ.</b> Анализ функций и структур АСУТП ЯЭУ. Структура программного обеспечения и технических средств АСУТП.	4	1-11
<b>Типовые алгоритмы и задачи АСУТП ЯЭУ</b> Типовые алгоритмы и задачи АСУТП ЯЭУ (советчик оператору по выравниванию полей, анализ аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков, расчет показателей и т.п.).	4	1-11

### Перечень лабораторных работ

Тема лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторной работе	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
<b>1</b>		
Тема 1. Исследование характеристик ядерной энергетической установки в различных режимах работы и управления.	8	1-11
Тема 2. Системы автоматического управления и защиты ЯЭУ.	8	1-11
Тема 3. Управление ядерным реактором как объектом с распределенными параметрами.	8	1-11
Тема 4. Оценка показателей качества управления в различных технологических ситуациях и отработка индивидуальных навыков оператора. Элементы АСУТП.	8	1-11

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Проработать передаточные функции ЯР в различных режимах	4	1-11
Проработать основы применения передаточных функций для проектирования САР ЯР	4	1-11
САР мощности реактора, функции и назначение основных элементов.	4	1-11
Принцип действия и устройство ионизационной камеры, гамма-компенсированной ионизационной камеры, датчиков прямой зарядки, их области применения при управлении	4	1-11
Решение типовых задач по проектированию САР.	4	1-11



Типы аварийных ситуаций, аварийные сигналы. Идеология и структура систем защиты по превышению мощности и скорости ее нарастания. Меры по повышению надежности системы защиты.	4	1-11
Проработать показатели надежности и инженерные методы их оценки. Способы повышения надежности систем управления, понятие о видах резервирования. Анализ мажоритарной схемы.. Рассмотреть инженерные методики оценки надежности с учетом специфики ЯЭУ	4	1-11
Решение типовых задач. по надежности АСУТП ЯЭУ	4	1-11
Системы локального автоматического регулирования полей (ЛАР). Проблема устойчивости ЛАР.	4	1-11
Проработать инженерные методики расчета ЛАР	4	1-11
Анализ функций и структур АСУТП ЯЭУ. Структура программного обеспечения и технических средств АСУТП.	4	1-11
Типовые алгоритмы и задачи АСУТП ЯЭУ (советчик оператору по выравниванию полей, анализ аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков, расчет показателей).	4	1-11
Системы контроля полей в реакторе и использование ЭВМ	4	1-11

### Образовательные технологии

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 научно-педагогическую 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. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при изучении дополнительных тем курса.

### 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		Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Раздел 1	ПК-8, ПК-9.1	коллоквиум (устно)
3	Раздел 2	ПК-8, ПК-9.1	коллоквиум (устно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			

4	Экзамен	ПК-8, ПК-9.1	Вопросы к экзамену (устно)
---	---------	--------------	----------------------------

### **Оценочные средства для входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации (аннотация)**

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

В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение лабораторных и практических работ и устный опрос по результатам их выполнения.

В качестве оценочного средства аттестации разделов проводятся коллоквиумы 1 и 2 соответственно, а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.

По итогам обучения проводится экзамен.

#### **Вопросы входного контроля**

1. Основные типы исполнительных устройств систем управления.
2. Обозначения элементов на принципиальных электрических схемах. Примеры.
3. Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации.
4. Виды измерительных устройств.
5. Основное оборудование реакторного отделения АСЭ.
6. Основное оборудование турбинного отделения АЭС.

#### **Вопросы для аттестации раздела 1 (коллоквиум Кл1)**

1. Модели ФЭУ (общая характеристика)
2. Понятие об АСУТП ФЭУ. Понятие о подсистемах АСУТП
3. Особенности ФЭУ, как объекта управления
4. Характеристики ФЭУ
5. Структура и типовые элементы САР и АСУТП ФЭУ.
6. Принцип действия и устройство ионизационной камеры, гамма-компенсированной ионизационной камеры, датчиков прямой зарядки, их области применения при управлении
7. Уравнения точечной кинетики ядерного реактора
8. Уравнение обратных часов и его анализ.
9. Уравнения динамики ядерного реактора в одноклассовом приближении и анализ решений.
10. Единицы реактивности и градуировка стержней.
11. Статика и динамика подкритического реактора. Прогнозирование «критики».
12. Энергетический режим работы реактора. Эффекты и коэффициенты реактивности. Анализ переходных процессов.
13. Программы регулирования и статические характеристики ЯЭУ. Анализ особенностей и реализации программ
14. Передаточные функции ЯР в различных режимах
15. Основы применения передаточных функций для проектирования САР ЯР
16. САР мощности реактора, функции и назначение основных элементов.

#### **Вопросы для аттестации раздела 2 (коллоквиум Кл2)**

1. Типы аварийных ситуаций, аварийные сигналы. Идеология и структура систем защиты по превышению мощности и скорости ее нарастания. Меры по повышению надежности системы защиты.
2. Показатели надежности и инженерные методы их оценки. Способы повышения надежности систем управления, понятие о видах резервирования. Анализ мажоритарной схемы.
3. Инженерные методики оценки надежности с учетом специфики ЯЭУ
4. Системы локального автоматического регулирования полей (ЛАР). Проблема устойчивости ЛАР.

5. Инженерные методики расчета ЛАР
6. Анализ функций и структур АСУТП ЯЭУ. Структура программного обеспечения и технических средств АСУТП.
7. Типовые алгоритмы и задачи АСУТП ЯЭУ (советчик оператору по выравниванию полей, анализ аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков, расчет показателей).
8. Системы контроля полей в реакторе и использование ЭВМ

#### **Теоретические вопросы на экзамен.**

1. Модели ФЭУ (общая характеристика)
2. Понятие об АСУТП ФЭУ. Понятие о подсистемах АСУТП
3. Особенности ФЭУ, как объекта управления
4. Характеристики ФЭУ
5. Структура и типовые элементы САР и АСУТП ФЭУ.
6. Уравнения точечной кинетики ядерного реактора
7. Уравнение обратных часов и его анализ.
8. Уравнения динамики ядерного реактора в одноклассовом приближении и анализ решений.
9. Единицы реактивности и градуировка стержней.
10. Статика и динамика подкритического реактора. Прогнозирование «критики».
11. Энергетический режим работы реактора. Эффекты и коэффициенты реактивности. Анализ переходных процессов.
12. Программы регулирования и статические характеристики ЯЭУ. Анализ особенностей и реализации программ
13. Передаточные функции ЯР в различных режимах
14. Основы применения передаточных функций для проектирования САР ЯР
15. САР мощности реактора, функции и назначение основных элементов.
16. Принцип действия и устройство ионизационной камеры, гамма-компенсированной ионизационной камеры, датчиков прямой зарядки, их области применения при управлении
17. Типы аварийных ситуаций, аварийные сигналы. Идеология и структура систем защиты по превышению мощности и скорости ее нарастания. Меры по повышению надежности системы защиты.
18. Показатели надежности и инженерные методы их оценки. Способы повышения надежности систем управления, понятие о видах резервирования. Анализ мажоритарной схемы.
19. Инженерные методики оценки надежности с учетом специфики ЯЭУ
20. Системы локального автоматического регулирования полей (ЛАР). Проблема устойчивости ЛАР.
21. Инженерные методики расчета ЛАР
22. Анализ функций и структур АСУТП ЯЭУ. Структура программного обеспечения и технических средств АСУТП.
23. Типовые алгоритмы и задачи АСУТП ЯЭУ (советчик оператору по выравниванию полей, анализ аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков, расчет показателей).
24. Системы контроля полей в реакторе и использование ЭВМ

#### **Шкалы оценки образовательных достижений**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к знаниям
45-50	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по дисциплине, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний по общим вопросам автоматизации ядерно-энергетических установок.

36-44	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал по дисциплине, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы экзаменационного билета.
30-35	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала по дисциплине, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
0-29	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала по дисциплине, допускает существенные ошибки, оставляет не раскрытыми вопросы экзаменационного билета.

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Зверков, В. В. Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография / В. В. Зверков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 560 с. — ISBN 978-5-7262-1918-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103223>
2. Зверков, В. В. Программно-технические комплексы АСУТП АЭС. Функциональные и структурные решения : учебное пособие / В. В. Зверков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2018. — 132 с. — ISBN 978-5-7262-2455-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126661>

:

### Дополнительная литература:

3. Гаврилов, А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-4584-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122190>.
4. Тугов, В. В. Проектирование автоматизированных систем управления : учебное пособие / В. В. Тугов, А. И. Сергеев, Н. С. Шаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3858-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123695>
5. Музипов, Х. Н. Программно-технические комплексы автоматизированных систем управления : учебное пособие / Х. Н. Музипов. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-3133-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108458>.
6. Интегрированные системы проектирования и управления. SCADA : учебное пособие / Х. Н. Музипов, О. Н. Кузяков, С. А. Хохрин [и др.] ; под редакцией Х. Н. Музипова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-3265-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110934>.
7. Схемные решения и принципы работы пассивных систем аварийного охлаждения различных типов ЯЭУ : учебное пособие / А. В. Морозов, О. В. Ремизов, Ю. А. Маслов, В. С. Харитонов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 176 с. — ISBN 978-5-7262-2161-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119472> .
8. Лебедев, В. А. Ядерные энергетические установки : учебное пособие / В. А. Лебедев. —

Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1868-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/67466>.

9. Гордон, Б. Г. Безопасность ядерных объектов : учебное пособие / Б. Г. Гордон. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-7262-1953-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103215>.

10. Климанов, В. А. Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие / В. А. Климанов, Е. А. Крамер-Агеев, В. В. Смирнов ; под редакцией В. А. Климанова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 740 с. — ISBN 978-5-7262-2096-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126644>.

11. Казанский, Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику : учебное пособие / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 300 с. — ISBN 978-5-7262-1696-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75770>.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <https://rasu.ru/> - сайт АО "Русатом Автоматизированные системы управления"
2. <https://www.atomic-energy.ru/> - Информационный портал «Атомная энергия 2.0»
3. <https://rosatom.ru/> - официальный сайт корпорации Росатом.

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

Для проведения лекционных занятий используется учебная аудитория, предназначенная для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена мультимедийным комплексом для проведения занятий с помощью презентаций.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, практические занятия в аудиториях, оснащенных компьютерами.

### **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) Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Получить задание у преподавателя на выполнение лабораторной работы. Изучить методическое указание по ее выполнению. Выполнить предусмотренные измерения и оформить отчет в письменном виде в соответствии с требованиями методических указаний. Отчет сдать на проверку преподавателю и отчитаться устно, отвечая на вопросы преподавателя.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4) 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 практическому 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 занятий.

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

Заблаговременно проверить работоспособность лабораторных установок. Наличие методических указаний к проведению лабораторных работ. Подготовить индивидуальное задание по установке режимов работы лабораторных установок для каждого студента, в соответствие со списком студентов.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

### 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 специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Рабочую программу составил Сарычев Ю.В.

Рецензент: доцент Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т. А..