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 20__

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 протекании 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:

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

B.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, технологически х 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 подразделением 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**
Профессиональное воспитание	- выработка ответственного отношения к осуществляемой работе в области проектирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетиче-	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-

	ских установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты и управления **(В31)**	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; Турбомашины; 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	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

Структура и содержание учебной дисциплины

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

Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1 раздел									
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.
2 раздел									
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.
Вид промежуточной аттестации			**108/16**	**16**	**32/8**	**16/8**	**44**	**Экзамен**	**50 б.**

Содержание лекционного курса

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

ной зоны.		
Показатели качества управления полями 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
Применение ЭВМ для управления ядерных реакторов и АЭС 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
Алгоритмы централизованного контроля реакторов Алгоритмы централизованного контроля реакторов. Машинные методы оптимизации поля энерговыделения. Эвристический алгоритм регулирования распределения энерговыделения и его реализация.	1	1-11
Алгоритмы анализа аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков Алгоритмы анализа аварийных ситуаций, восстановление показаний отказавших датчиков. Типовые алгоритмы советчика оператору.	1	1-11
Обеспечение надежной работы АСУТП АЭС 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
Анализ развития аварий на АЭС и выводы из этих аварий при построении систем управления и защиты 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
Способы повышения безопасности с применением ЭВМ 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 занятие	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1		
Передаточные функции ЯР в различных режимах. Передаточные функции ЯР в различных режимах.	2	1-11
САР мощности реактора, функции и назначение основных элементов. 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
Решение типовых задач по проектированию САР. Решение типовых задач по проектированию САР.	4	1-11
Типы аварийных ситуаций, аварийные сигналы. 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

Показатели надежности и инженерные методы их оценки. 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
Инженерные методики оценки надежности с учетом специфики ЯЭУ. Инженерные методики оценки надежности с учетом специфики ЯЭУ. Решение типовых задач по надежности АСУТП ЯЭУ.	2	1-11
Системы ЛАР. Системы локального автоматического регулирования полей (ЛАР). Проблема устойчивости ЛАР.	4	1-11
Инженерные методики расчета ЛАР. Инженерные методики расчета ЛАР.	4	1-11
Анализ функций и структур АСУТП ЯЭУ. Анализ функций и структур АСУТП ЯЭУ. Структура программного обеспечения и технических средств АСУТП.	4	1-11
Типовые алгоритмы и задачи АСУТП ЯЭУ 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**
1		
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**
1	**2**	**3**
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

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

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
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)

Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Раздел 1	ПК-8, ПК-9.1	коллоквиум (устно)
3	Раздел 2	ПК-8, ПК-9.1	коллоквиум (устно)
Промежуточная аттестация			
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 одногрупповом 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. 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 одногрупповом 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	*«отлично»*	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 выпол-

нению 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 заня-

тию. 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 от 15.11.2021 года, протокол №2.

Председатель учебно-методической комиссии Ляпин А.С.