

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 «Датчики и детекторы физических 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

Цель освоения дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: получение знаний по принципам действия и конструкции датчиков и детекторов, используемых в системах автоматизации физических установок атомных станций; приобретение навыков по расчету характеристик датчиков различного типа.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

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

24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий.

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

24.032. Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение).

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к профессиональному модулю дисциплин, является основой для изучения других дисциплин цикла. Студент должен быть знаком с разделами физики: общей физикой; электричество и магнетизм; волны и оптика, атомная и ядерная физика. С разделами математики: векторно-тензорный анализ; дифференциальное и интегральные исчисление, теория функций комплексных переменных, математическим анализом, метрологией, стандартизацией и сертификацией, электротехникой, теорией переноса нейтронов, электротехническими измерениями в объеме программ для технических вузов. Данная дисциплина может служить основой для изучения дисциплин: АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация), АСУ технологическими процессами АЭС, Дозиметрия радиационных излучений, Основы эксплуатации реакторного оборудования.

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

– в соответствии с профессиональным стандартом «24.078. Специалист исследователь в области ядерно-энергетических технологий»: В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий;

- в соответствии с профессиональным стандартом «24.062. Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии» - В/01.7. Подготовка проектной документации по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии ; В/02.7. Определение потребности в технических средствах в проектах по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии; А/01.6. Выполнение работ по подготовке к проектированию вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии;

– в соответствии с профессиональным стандартом «24.032. Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)»: В/01.7. Обеспечение взаимодействия в процессе инженерно-технической поддержки при эксплуатации реакторного оборудования, технологических систем, основных фондов реакторного отделения АЭС;

– в соответствии с профессиональным стандартом «24.033. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»: С/01.7. Организация и

контроль выполнения производственным подразделением работ по обеспечению эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	ПК-1 Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок	З-ПК-1 знать современную Техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок У-ПК-1 уметь использовать научно-техническую информацию для проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок В-ПК-1 владеть методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-3 Способен к проведению исследований физических процессов в ядерных энергетических установках в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации	З-ПК-3 знать методы проведения исследований физических процессов У-ПК-3 уметь проводить исследования и испытания оборудования ядерных энергетических установок В-ПК-3 владеть методиками испытаний оборудования при его монтаже и наладке
Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы	ПК-6 Способен к конструированию и проектированию узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием и требованиями безопасной работы с	З-ПК-6 Знать: требования безопасной работы, предъявляемые к узлам и элементам систем; У-ПК-6 Уметь: конструировать и проектировать элементы систем в соответствии с техническим заданием;

работ	автоматизированного управления ядерно-физическими установками. Ядерно-энергетическое, тепломеханическое, транспортно-технологическое и иное оборудование атомных станций.	использованием средств автоматизации проектирования	В- ПК-6 Владеть: средствами автоматизации проектирования.
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 радиоактивными 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 Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	З-ПК-9 Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; У-ПК-9 уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ; В-ПК-9 владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	– формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (В30)	Использование для формирования культуры ядерной и радиационной безопасности, выработки ответственного отношения к	1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров

		<p>осуществляемой работе в области проектирования, создания и эксплуатации атомных станций (АС) и других ядерных энергетических установок воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин:</p> <p>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; Турбомашинны; Режимы работы и эксплуатации оборудования АЭС; Основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС; Автоматизация ядерных энергетических установок; Современные системы управления ЯЭУ;</p>	<p>по вопросам профессиональной деятельности</p> <p>2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального 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>
--	--	---	---

		Радиационная безопасность АЭС; Дозиметрия ионизирующих излучений; Производство ремонта и монтажа оборудования АЭС; Ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического оборудования АЭС	
--	--	--	--

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 7-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)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Ведение. Основные определения. Измерительные каналы на АЭС. Физические основы построения датчиков.	6	4			12	КЛ1	30
	2	Датчики давления, уровня, концентрации, влажности, температуры, датчики механических величин	6	12	10		12		
2	3	Датчики расхода, гидро и пневмостатических величин. Оптические датчики	12	8	4		16	КЛ2	30
	4	Датчики и детекторы ядерного излучения	14	8	2		20		
Вид промежуточной аттестации			108	32	16/8		60	3	40

* - сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
3	Зачет

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<p>Лекция 1. Введение. Основные определения. Измерительные каналы на АЭС.</p> <p>1. Структурная схема (упрощенная) АЭС с реактором типа ВВЭР и физические параметры, подлежащие измерению и контролю.</p> <p>2. Датчики нейтронного потока, установленные с внешней стороны корпуса реактора; термопары на выходе из активной зоны, установленные внутри корпуса.</p>	2	1-3
<p>Лекция 2. Физические основы построения датчиков. Назначение и место измерительного преобразователя (датчика) в АСУТП АЭС.</p> <p>Основные определения теории измерительных преобразователей.</p> <p>Принципы классификации датчиков. Источники погрешностей.</p> <p>Основные статические и динамические характеристики измерительных преобразователей.</p> <p>Классификация датчиков.</p>	2	1-3
<p>Лекция 3 Датчики давления.</p> <p>Механические датчики давления, пьезоэлектрические датчики, косвенные методы измерения давления. Тензометрический метод. Пьезорезистивный метод. Емкостной метод. Резонансный метод. Индуктивный метод. Ионизационный метод.</p>	2	1-3
<p>Лекция 4 Датчики влажности. Резистивные и емкостные гигрометры. Психометры.</p>	2	1-3
<p>Лекция 5. Датчики температуры. Термоэлектрические эффекты. Шкалы температур.</p> <p>Термоэлектрические преобразователи. Основные определения. Материалы для термопар. Промышленные термопары. Характеристики. Градуировочные таблицы.</p> <p>Влияние температуры холодного спая и его учет. Другие источники погрешностей.</p> <p>Терморезисторы. Материалы, градуировочные зависимости. Сравнение металлических и полупроводниковых терморезисторов. Промышленные термометры сопротивлений и их характеристики.</p> <p>Полупроводниковые термочувствительные элементы.</p> <p>Принцип действия и их характеристики.</p>	4	1-3

<p>Лекция 6. Датчики механических величин. Датчики линейных и угловых перемещений. Резистивные, емкостные и индуктивные датчики. Электромагнитные датчики, датчики деформаций (тензометры). Струнные датчики. Датчики Холла. Пьезоэлектрические датчики. Датчики угловых и линейных скоростей, тахогенераторы, тахометры, тахометрический мост. Датчики виброускорения и виброскорости. Классификация и принцип действия. Основные параметры и характеристики. Применение датчиков ускорения для виброшумовой диагностики на АЭС.</p>	4	1-3
<p>Лекция 7. Датчики гидро-пневмостатических величин. Датчики расхода и скорости потока. Расходомеры постоянного и переменного давления, ротаметры, турбинные и вихревые расходомеры. Электромагнитные расходомеры. Тепловые измерители скорости и расхода. Чашечные и крыльчатые анемометры. Измерение расхода с помощью радиоактивных добавок. Измерители массового расхода, использующие силу Кориолиса.</p>	4	1-3
<p>Лекция 8. Оптические датчики. Фотометрия. Фоторезисторы, фотодиоды, лавинные фотодиоды, фототранзисторы.</p>	4	1-3
<p>Лекция 9. Детекторы ядерного излучения. Детекторы нейтронного потока, применяемые на АЭС Виды ядерного излучения и единицы дозиметрии. Газоразрядные детекторы. Классификация и принцип действия. Основные параметры и характеристики. Детекторы на основе ионизации газов. Ионизационные камеры для регистрации нейтронов: камеры деления, токовые камеры. Счетчики: пропорциональные, коронные, Гейгера-Мюллера. Детекторы радиационного контроля.</p>	8	1-3

Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Изучение принципа действия и устройства термометров сопротивления термоэлектрических преобразователей. Построение математической модели датчиков температуры.	2	1-3
Изучение принципа действия и устройства счетчиков вихревых ультразвуковых. Расчет характеристик датчиков расхода и скорости потока.	4	1-3
Изучение принципа действия и устройства преобразователя Сапфир -22ДИ	2	1-3
Изучение приборов для измерения уровня жидкости	2	1-3
Изучение работы датчиков концентрации	2	1-3
Расчет характеристик детекторов ядерного излучения	2	1-3
Расчет характеристик индукционного датчика перемещений	2	1-3
	16	

Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Всего Часов	Учебно-методическое обеспечение
Генераторные и параметрические датчики. Конструктивные и схемные методы компенсации и уменьшения погрешностей.	12	1-3
Термометры, использующие эффект расширения материалов. Биметаллические пластины. Жидкостные термометры. Источники погрешностей. Металлические термометры с манометром Бурдона. Характеристики, источники погрешностей. Способы компенсации. Газовый термометр. Принцип действия. Характеристики. Погрешности. Термометр по давлению пара. Принцип действия. Характеристики. Погрешности. Электромагнитные тахометры линейной скорости, гироскопические датчики угловой скорости.	12	1-3
Детекторы прямого заряда: родиевые, серебряные, гафниевые. Сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы гамма-излучения. Полупроводниковые детекторы.	16	1-3
Фотоэмиссионные датчики, вакуумные фотоэлементы, газонаполненные фотоэлементы, фотоэлектронные умножители (ФЭУ). Использование ФЭУ в сцинтилляционных детекторах ядерных излучений	20	1-3
	60	

Самостоятельная работа студентов предполагает поиск информации по темам; представление их в виде рефератов. Контроль СРС предполагается в оценке рефератов 1 раз в две недели.

Образовательные технологии

В соответствии с требованиями образовательного стандарта ВО НИЯУ «МИФИ» по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» реализация компетентного подхода в процессе изучения дисциплины предполагает организацию интерактивных занятий. Интерактивные занятия проводятся в виде практических занятий, во время которых обучающиеся в непосредственном контакте с преподавателем осваивают практические навыки владения методами теории принятия решений при решении профессиональных задач.

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. Интерактивная лекция представляет собой выступление лектора с демонстрацией слайдов (презентация) по темам.

При текущем контроле успеваемости используются следующий вид оценочных средств:

ЛР - лабораторная работа: техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом. По результатам выполнения лабораторной работы проводится оценка текущей успеваемости, которая суммируется к результатам аттестации разделов.

На этапе аттестации разделов используется:

Кл – коллоквиум: средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

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	Теория и методы принятия решений	З – ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. У- ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. В- ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. В-30	Коллоквиум (письменно)
3	Методы решения оптимизационных задач	З – ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. У- ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. В- ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. В-30	Коллоквиум (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	З – ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. У- ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. В- ПК-1, ПК-3, ПК-6, ПК-9. В-30	Вопросы к зачету (письменно)

Входной контроль по дисциплине предусматривает краткие ответы на вопросы. Входной контроль включает 6 вопросов, проводится в письменной форме. На ответы дается 25 минут.

Вопросы входного контроля по дисциплине:

1. Что называют физической величиной?
2. Какие виды измерений существуют?

3. Что называют единицей физической величины?
4. Что называют системой физических величин?
5. Что называют системой единиц физических величин?
6. Какие системы единиц физических величин существуют?
7. Назовите основные единицы системы СИ.
8. Что называют средством измерений?
9. Что такое вольт-амперная характеристика?
10. Что такое передаточная функция и ее формы.
11. Что такое абсолютная погрешность измерений?
12. Что такое относительная погрешность измерений?
13. Какие виды погрешностей измерений вы знаете?

Текущий контроль по темам проводится в виде отчета в устной форме по практическим работам, рефератов по темам СРС; по разделам – в виде коллоквиума.

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. Контроль физ. Величины – это
2. Измерительный преобразователь это
3. Входная величина – это
4. Выходная величина – это
5. Какую вых. Величину имеют генераторные преобразователи
6. Какую вых. Величину имеют параметрические преобразователи
7. Что такое функция преобразования ИП
8. Что такое чувствительность преобразователя
9. Как определить погрешность ИП
10. Систематическая погрешность ИП
11. Прогрессирующая погрешность ИП
12. Случайная погрешность ИП
13. Погрешность измерения
14. Нелинейность – это
15. Разрешающая способность это
16. Порог чувствительности
17. Диапазон измерений – это
18. Что такое быстродействие
19. Полоса пропускания
20. Как определить постоянную времени датчика
21. Как определить относительную погрешность датчика
22. Какие датчики относятся к генераторным
23. В чем суть термоэлектрического эффекта
24. Пирозэлектрического эффекта
25. Внешнего фотоэффекта
26. Внутреннего фотоэффекта
27. Пьезоэлектрического эффекта
28. Явление электромагнитной индукции
29. Суть эффекта Холла

30. Термопара – это
31. Какие способы измерения температуры вы знаете
32. На чем основан принцип действия термопары
33. Перечислите признаки по которым можно проводить классификация термопар
34. В чем разница между горячим и холодным спаем термопары
35. Для чего необходимы компенсационные провода при использовании термопар
36. Как осуществляется защита термопар от влияния высоких температур
37. Перечислите виды термопар
38. Принцип измерения давления заключается в следующем...
39. Что является чувствительным элементом ДД
40. Перечислите 3 вида давления в движущейся жидкости

Вопросы коллоквиума раздела 2

1. Суть тензометрического способа измерения давления
2. Пьезорезистивного способа измерения давления
3. Емкостной метод – суть
4. Резонансный метод
5. Индуктивный метод
6. Ионизационный метод
7. Датчики линейных и угловых перемещений
8. Индуктивные преобразователи перемещений
9. Датчики перемещений с усилением потокосцепления
10. Сельсины
11. Оптические датчики
12. Основные понятия при измерении влажности
13. Конденсационный гигрометр
14. Сорбционный гигрометр
15. Гигрометр резистивного типа
16. Емкостной гигрометр
17. Виды ядерного излучения (α, β, γ)
18. Нейтронное излучение
19. Единицы дозиметрии излучения
20. Детекторы на основе ионизации газов.
21. Ионизационная камера.
22. Пропорциональный счетчик
23. Счетчик Гейгера – Мюллера
24. Сцилляционные детекторы
25. Полупроводниковые детекторы
26. Расходомеры с сужающим устройством
27. Расходомеры с лопастью
28. Турбинные расходомеры
29. Вихревые расходомеры
30. Электромагнитные расходомеры
31. Термоанемометры с постоянным током
32. Термоанемометры с постоянной температурой
33. Чашечные и крыльчатые анемометры

34. Лазерные анемометры
35. Ультразвуковые анемометры
36. Расходомер на основе радиоактивных добавок
37. Тензометрический способ измерения давления
38. Пьезорезистивный способ измерения давления
39. Емкостной способ измерения давления
40. Резонансный метод
41. Индуктивный метод
42. Ионизационный метод

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	39-40
9 баллов	36-38
8 баллов	33-35
7 баллов	30-32
6 баллов	27-29
5 баллов	24-26
Менее 5 баллов	менее 24

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

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к знаниям
26-30	«отлично»	Оценка «отлично» за раздел дисциплины выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку «отлично», выполнил на отлично и защитил лабораторные работы, предусмотренные курсом в данном разделе, показал отличные знания в области раздела дисциплины. При этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
22-25	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку «хорошо», хорошо выполнил и защитил 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.
18-21	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за коллоквиум оценку «удовлетворительно», выполнил основную часть лабораторных работ, предусмотренных 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 18	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил за коллоквиум оценку «неудовлетворительно», не выполнил основную часть лабораторных работ, предусмотренных курсом в данном разделе, не владеет знаниями по материалам курса.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета и представляет собой ответы на вопросы письменно.

Вопросы к зачету по дисциплине.

1. Что называют средством измерений?
2. Как можно классифицировать средства измерений?
3. Что называют датчиком?
4. Как можно классифицировать датчики?
5. Что называют точностью результата измерений?
6. Что называют погрешностью измерений?
7. Какие погрешности существуют?
8. Что называют передаточной функцией датчика?
9. Что называют чувствительностью датчика?
10. Что называют разрешающей способностью датчика?
11. Что показывает амплитудно-частотная характеристика датчика?
12. Что называют постоянной времени датчика?
13. Что называют демпфированием?
14. Какие датчики называют пассивными?
15. Какие датчики называют активными?
16. Что называют калибровкой?
17. Что называют гистерезисом?
18. Что называют надежностью датчика?
19. В чем заключается эффект Холла?
20. В чем заключается эффект Зеебека?
21. Начертите схему моста Уитстона.
22. Что называют потенциометром?
23. Поясните принцип действия емкостного датчика перемещений.
24. Поясните принцип действия индуктивного датчика перемещений.
25. Поясните принцип действия магниторезистивного датчика перемещений.
26. Поясните принцип действия магнитострикционного датчика перемещений.
27. Поясните принцип действия оптического датчика перемещений.
28. Поясните принцип действия ультразвукового датчика перемещений.
29. Поясните принцип действия поляризационного детектора приближения.
30. Поясните принцип действия волоконно-оптического датчика приближения.
31. Что называют измерительным прибором?
32. Что называют измерительным преобразователем?
33. Что называют измерительной установкой?
34. Что называют измерительной системой?
35. Что называют тахометром?
36. Что называют акселерометром?
37. Что представляет собой тензодатчик?
38. Поясните принцип действия пьезорезистивного датчика давления.
39. В чем особенность датчиков абсолютного давления?
40. В чем особенность датчиков дифференциального давления?
41. В чем особенность датчиков манометрического давления?
42. Поясните принцип действия емкостного датчика давления?
43. Поясните устройство ультразвукового расходомера.
44. Поясните устройство электромагнитного расходомера.
45. Перечислите виды акустических детекторов.
46. Что называют абсолютной влажностью?
47. Что называют относительной влажностью?
48. Что называют точкой росы?

49. Что называют насыщенным паром?
50. Поясните принцип действия емкостного датчика влажности.
51. Поясните принцип действия резистивного датчика влажности.
52. Поясните принцип действия термисторного датчика влажности.
53. Поясните принцип действия оптического гигрометра.
54. Поясните принцип действия вибрационного гигрометра.
55. Какие датчики температуры называют абсолютными?
56. Какие датчики температуры называют относительными?
57. Поясните принцип действия терморезистивного датчика температуры.
58. Что называют термистором?
59. Поясните принцип действия термистора с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления.
60. Назовите типы термопар.
61. Поясните принцип действия датчиков температуры на основе p-n перехода.
62. Поясните принцип действия флуоресцентного датчика температуры.
63. Поясните устройство каталитического детектора газа.
64. Что называют внешним фотоэффектом?
65. Что называют внутренним фотоэффектом?
66. Что называют потоком излучения?
67. Что называют силой излучения?
68. Что называют облученностью?
69. Что называют энергетической светимостью?
70. Что называют энергетической яркостью?
71. Что называют радиационной температурой?
72. Что называют эквивалентной температурой?
73. Что называют яркостной температурой?
74. Что называют цветовой температурой?
75. Что называют люминесценцией?
76. Что называют фотолюминесценцией?
77. Что называют световым вектором?
78. Что называют поляризацией света?
79. Какие виды поляризации света существуют?
80. Что называют фотодетектором?
81. Какие фотодетекторы называют квантовыми?
82. Какие фотодетекторы называют термодетекторами?
83. Объясните эффект Томсона.
84. Объясните эффект Зинера.
85. Что называют вынужденным излучением?
86. Что называют инверсной заселенностью?
87. Поясните эффект Дембера.
88. В чем заключается явление радиоактивности?
89. Поясните закон радиоактивного распада.
90. Что называют α -частицами?
91. Что называют β -частицами?
92. Что называют γ -излучением?
93. Что называют экспозиционной дозой?
94. Что называют поглощенной дозой?
95. Поясните устройство ионизационной камеры.
96. Поясните устройство пропорционального счетчика.
97. Поясните принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера.
98. Поясните устройство сцинтилляционного детектора.
99. Поясните устройство и типы полупроводниковых детекторов радиоактивности.

Шкала оценивания на зачете

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

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов	Требования к знаниям на зачете
<i>зачтено</i>	36 - 40	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные.
	30 - 35	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала
	24-29	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал существенные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы
<i>Не зачтено</i>	менее 24	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:

Сумма баллов за разделы и зачет	Оценка ECTS
90-100	A
85-89	B
75-84	C
70-74	D
65-69	
60-64	E
Менее 60	F

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Королев, С. А. Датчики и детекторы физико-энергетических установок : учебное пособие / С. А. Королев, В. П. Михеев. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 232 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/75706/#3>

Дополнительная литература:

2. Елохин, А. П. Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды : монография / А. П. Елохин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 520 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/103213/#5>

3. Неразрушающий контроль в производстве и испытаниях кремниевых фотоэлектрических модулей : монография / А. В. Юрченко, А. В. Козлов, М. В. Китаева, А. В. Охорзина. — Томск : ТПУ, 2012. — 184 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/10316/#4>

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в мультимедийном классе, предназначенном для проведения занятий лекционного типа, практических, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с использованием специализированного программного обеспечения комплекса виртуальных лабораторных работ по темам. Для проведения лабораторных работ применяются виртуальные лабораторные стенды.

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.

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 работ. Отчет, составляемый после

выполнения работы, должен соответствовать варианту, выданному преподавателем в начале выполнения 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 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 лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к лекции.

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

2. 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.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

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

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Рабочую программу составил доцент Ефремова Т.А.

Рецензент: доцент Грицюк С.Н.

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

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т.А.