

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании  
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 30.08.2022 № 1-8/2022

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизированные системы управления технологическими процессами  
ядерных энергетических установок

---

*Шифр, название дисциплины*

для студентов специальности/направления подготовки

14.04.02 Ядерная физика и технологии

---

*Шифр, название специальности/направления подготовки*

профиля

*Физика и технологии реакторов на быстрых нейтронах*

---

*Шифр, название специализации/профиля*

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины

является усвоение студентами принципов построения систем автоматического управления атомных энергетических установок, в том числе систем автоматического управления технологическим процессом энергоблоков атомных электрических станций АСУ ТП АЭС

### Задачи дисциплины

- формировать широкий кругозор в вопросах управления технологическим процессом ЯЭУ.
- освоить основные вопросы управления сложным объектом, каким является ЯЭУ, базовый материал теории систем автоматического управления (САУ), методы безопасного управления реакторами АЭС, основы конкретной технической реализации, схемных решений, а также опыт эксплуатации АЭС стран СНГ и зарубежных АСУ ТП АЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля (дисциплина по выбору).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения общенаучных дисциплин.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-20.2	Способен организовывать и контролировать выполнение работ, связанных с учетом и контролем ядерных материалов и обеспечением ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	З-ПК-20.2 знать методы расчета защиты; правовые и международные аспекты ядерного нераспространения; основные библиотеки ядерных данных; основные системы управления и защиты ядерных энергетических установок; автоматизированные системы управления технологическими процессами ядерных энергетических установок У-ПК-20.2 уметь моделировать состояний атомных электрических станций в аварийных и переходных режимах; В-ПК-20.2 владеть физическими расчетами ядерных реакторов с жестким спектром нейтронов

## 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках освоения ОП магистратуры программа воспитания не реализуется.

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

<b>Вид работы</b>	<b>Количество часов на вид работы в семестре:</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
<b>Аудиторные занятия (<i>всего</i>)</b>	<b>48</b>
В том числе:	
<i>лекции</i>	16
<i>практические занятия</i>	32
<i>лабораторные занятия</i>	-
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>экзамен</i>	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>24</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>108</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>3</b>

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
<b>1.</b>	<b>Название раздела 1</b>					
1.1.	Вводный	2	-			2
1.2.	АСУ ТП на АЭС	4	7			4
1.3.	Основные подсистемы АСУ на АЭС и их назначение	2	5			4
1.4.	Система внутриреакторного контроля (СВРК)	2	5			4
1.5.	Человеческий фактор в управлении и обеспечении безопасности эксплуатации АЭС	2	5			4
1.6.	Щиты управления на АЭС и энергоблоке	2	5			3
1.7.	Особенности наладки оборудования СВРК	2	5			3
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>			<b>24</b>

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

### 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

#### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	<b>Вводный</b>	Цель и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. Ее значение в формировании специалиста. Основные задачи, выполняемые АСУ ТП АЭС. Основные понятия и определения АСУ ТП АЭС. Общие требования к АСУ ТП АЭС.
2.	<b>АСУ ТП на АЭС</b>	Уровни управления на АЭС. Функции оперативного персонала АЭС. Требования к АСУ ТП АЭС со стороны технологического оборудования. Щиты управления на АЭС, их особенности и назначение.
3.	<b>Основные подсистемы АСУ на АЭС и их назначение</b>	Подсистема контроля особо ответственных параметров. Подсистема дистанционного управления. Подсистема автоматического управления. Подсистема технологических защит. Устройства контроля нейтронного потока. Система радиационного контроля. Подсистема управления турбинной установкой. Устройства диагностики состояния активной зоны и оборудования.
4.	<b>Система внутриреак-</b>	Назначение и состав системы внутриреакторного контро-

	<b>торного контроля (СВРК)</b>	ля (СВРК) на примере реакторов типа ВВЭР-1000. Основные технические характеристики СВРК, структурная схема. Контроль теплотехнических и нейтронно-физических параметров в СВРК. Математико-программное обеспечение СВРК. Алгоритмы определения основных расчетных параметров в СВРК. Система диагностики термоконтроля и энерговыделения СВРК. Особенности систем внутриреакторного контроля реакторов типа РБМК и БН.
5.	<b>Человеческий фактор в управлении и обеспечении безопасности эксплуатации АЭС</b>	Основные процессы, выполняемые оперативным персоналом при нормальной эксплуатации и при аварийной ситуации на АЭС. Автоматические системы информационной поддержки операторов. Экспертные системы поддержки оператора.
6.	<b>Щиты управления на АЭС и энергоблоке</b>	Основные положения компоновки щитов и постов управления АЭС. Структура и компоновка БЩУ, РЩУ, МЩУ АЭС. Обязанности оперативного персонала. Исполнительные автоматы и механизмы, их характеристики и особенности эксплуатации. Описание автоматизированного рабочего места СИУР, СИУТ, ЗНСС. Описание электронно-лучевого индикатора на щитах управления. Типовые измерительные каналы и каналы управления.
7.	<b>Особенности наладки оборудования СВРК</b>	Особенности наладочных работ на СВРК реактора ВВЭР. Особенности метрологического обеспечения АСУ ТП АЭС

#### *Практические/семинарские занятия*

<b>№</b>	<b>Наименование раздела /темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
1.	<b>АСУ ТП на АЭС</b>	Физические эффекты и принципы построения ионизационных камер и датчиков прямого заряда
2.	<b>Основные подсистемы АСУ на АЭС и их назначение</b>	Способы соединения термометров сопротивления и термопар с вторичными приборами. Измерительные мосты и потенциометры.
3.	<b>Система внутриреакторного контроля (СВРК)</b>	Методы измерения давления
4.	<b>Человеческий фактор в управлении и обеспечении безопасности эксплуатации АЭС</b>	Расчет сужающего устройства
5.	<b>Щиты управления на АЭС и энергоблоке</b>	Методы измерения уровня
6.	<b>Особенности наладки оборудования СВРК</b>	Методы измерения влажности

#### **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Зорин В.М. Атомные электростанции. М.: Изд. дом МЭИ. 2012. – 672с (50экз)
2. Апеэ В.А., Шмелев А.Н., Куликов Е.Г. Ядерные технологии М.: Изд. дом МЭИ. 2013. – 127с (40экз)
3. Афанасьев А.А., Погодин А.А., Схиртладзе А.Г. Физические основы измерений, М.: Академия, 2010. – 240с. (10 экз)

4. Арнольд М.Н., Каржавин В.А., Трорфимов А.И. Основы метрологического обеспечения температурного контроля реакторных установок М.: Изд. дом МЭИ. 2012. – 248с (50экз)
5. Елохин А.П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 316с (10экз)
6. Трофимов А.И., Минин С.И., Трофимов М.А. Неразрушающий контроль сварных соединений технологического оборудования АЭС. М.: НИЯУ МИФИ, 2014 – 136с (50экз)
7. Трофимов А.И., Приборы и системы контроля ядерных энергетических установок. М: Энергоатомиздат, 1999 г.-40 экз.
8. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать интернет-ресурсы электронно-библиотечной системы НИЯУ МИФИ [www.library.mephi.ru](http://www.library.mephi.ru)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
<b>Текущий контроль</b>			
1.	Вводный	3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Устный опрос
2.	АСУ ТП на АЭС	3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Лабораторная работа №1
3.	Основные подсистемы АСУ на АЭС и их назначение	3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
4.	Система внутриреакторного контроля (СВРК)	3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Лабораторная работа №2
5.	Человеческий фактор в управлении и обеспечении безопасности эксплуатации АЭС	3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Лабораторная работа №3
6.	Щиты управления на АЭС и энергоблоке	3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Лабораторная работа №4, устный опрос
7.	Особенности наладки оборудования СВРК	3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Коллоквиум
<b>Промежуточный контроль, 3 семестр</b>			
	Экзамен	3-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Вопросы экзаменационного билета

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

#### 8.2.1. Экзамен

- а) типовые вопросы:
  1. Основные контролируемые параметры реактора типа ВВЭР
  2. Основные контролируемые параметры петли первого контура ЯЭУ с реактором типа ВВЭР
  3. Основные контролируемые параметры реактора типа РБМК
  4. Основные контролируемые параметры петли первого контура ЯЭУ с реактором типа РБМК

5. Структурная схема поканального контроля расхода воды в реакторе типа РБМК
6. Система контроля целостности технологических каналов реактора типа РБМК
7. Технологический контроль ЯЭУ с реактором типа БН
8. АСУ ТП ЯЭУ с реактором типа ВВЭР. Структурная схема система ВРК.
9. Структурная схема система ЯЭУ с реактором типа РБМК «Скала».
10. Измерение ядерно-физических параметров реакторов. Пусковой канал контроля: токовый и импульсный.
11. Каналы контроля и регулирования реактора на энергетических уровнях мощности
12. Системы контроля энергораспределения в реакторах типа РБМК
13. Ионизационные камеры
14. Компенсированная ионизационная камера.
15. Детекторы прямого заряда
16. Термометры расширения (стеклянные и дилатометрические)
17. Манометрические термометры
18. Термоэлектрические термометры
19. Магнитоэлектрические милливольтметры
20. Потенциометры. Принципиальная схема
21. Автоматические потенциометры
22. Термометры сопротивления. Принципиальные основы
23. Устройство термометров сопротивления. Уравновешенные измерительные мосты
24. Автоматические уравновешенные мосты
25. Неуравновешенные измерительные мосты
26. Магнитоэлектрические логометры
27. Жидкостные манометры (двухтрубные и однотрубные)
28. Деформационные манометры. Перечислить типы упругих элементов
29. Приборы давления с дифференциально-трансформаторными преобразователями
30. Приборы давления с преобразователями на принципе компенсации магнитных потоков
31. Приборы давления с преобразователями на принципе силовой компенсации
32. Приборы давления с преобразователями на основе структурного вибратора
33. Приборы давления типа «Сапфир»
34. Дифференциальные манометры колокольного типа
35. Дифференциальные манометры поплавкового типа
36. Дифференциальные манометры с мембранной коробкой
37. Дифференциальные манометры с вялой мембраной
38. Дифференциальные манометры с сильфоном
39. Дифференциальные манометры типа «Сапфир»
40. Расходомеры переменного перепада давления
41. Сужающие устройства для расходомеров
42. Расходомеры постоянного перепада давления (ротаметры)
43. Расходомеры постоянного перепада давления (поршневые)
44. Расходомеры на основе метода динамического напора (трубка Пито)
45. Тахометрические расходомеры
46. Электромагнитные расходомеры
47. Вихревые расходомеры
48. Тепловые расходомеры
49. Ультразвуковые расходомеры
50. Уровнемеры с визуальным отсчетом
51. Пьезометрические уровнемеры
52. Гидростатические уровнемеры
53. Поплавковые уровнемеры
54. Радиоизотопные уровнемеры
55. Емкостные уровнемеры
56. Индуктивные уровнемеры
57. Резонансные уровнемеры

58. Ультразвуковые уровнемеры
59. Ультразвуковые уровнемеры с изменяющимся импедансом акустической среды
60. Измерение уровня сыпучих материалов
61. Психрометрический метод измерения влажности
62. Измерение влажности методом «точки росы»
63. Гигрометрический метод измерения влажности
64. Объемные газоанализаторы
65. Тепловые газоанализаторы
66. Магнитные газоанализаторы
67. Оптические газоанализаторы
68. Хроматографические газоанализаторы
69. Электрические газоанализаторы
70. Кондуктометрический метод анализа жидкости
71. Потенциометрический метод анализа жидкости
72. Оптический метод анализа жидкости
73. Измерение концентрации растворенных в воде газов
74. Организация эксплуатации и ремонта приборов контроля ЯЭУ
75. Организационная структура цеха ТАИ

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

на экзамене студенту предлагается выбрать билет, в который включены 3 вопроса

в) описание шкалы оценивания:

- оценка **отлично** ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, углубленное понимание физических основ и принципов построения приборов контроля и смог сделать обзор всех других принципов построения приборов для измерения данных параметров ЯЭУ
- оценка **хорошо** ставится, если студент продемонстрировал углубленное понимание физических основ измерительных преобразователей и принципов построения измерительных схем приборов контроля ЯЭУ, но не смог дать сравнительные характеристики с приборами, основанными на других физических принципах;
- оценка **удовлетворительно** ставится, если студент продемонстрировал ключевые теоретические знания и навыки, но не смог продемонстрировать углубленное понимание физических основ измерительных преобразователей и принципов построения вторичных схем приборов контроля параметров ЯЭУ;
- оценка **неудовлетворительно** ставится, если студент не имеет четкого понимания принципов построения приборов контроля ЯЭУ.

### 8.2.2. ИДЗ

#### Допуск к выполнению ИДЗ

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Для чего предназначены нормирующие преобразователи типа НП-ПЗ, в каких инженерных задачах их можно применить?
2. Какую вспомогательную функцию выполняет узел гальванической развязки, установленный во вторичной обмотке датчика?
3. Какой тип обратной связи используется в ОУ, входящем в состав преобразователя напряжение-ток?
4. Определите напряжение в диагонали выходного моста нормирующего преобразователя при нажатии кнопок «Л1», «Л2», «Лн» пульта контроля.
5. Опишите структуру преобразователя.
6. От чего зависит частота импульсов, управляющих модулятором? Чему она равна?
7. Опишите работу преобразователя напряжение-ток, используемого в данном приборе. Чему равен коэффициент преобразования?
8. Опишите принцип работы временного модулятора. Какой формы сигнал на входе и выходе устройства.



9. Опишите структуру источников питания, которые используются в блоке.
10. Для чего предназначены показывающие приборы КД-140М?
11. Для чего в устройстве используется фазочувствительный фильтр?
12. Представьте в выводах результаты эксперимента рядом с результатами расчетов. Если есть различия, укажите наиболее вероятную причину их возникновения.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Для получения допуска студент должен показать понимание физических основ измерительных преобразователей и вторичных измерительных схем приборов контроля ЯЭУ.

в) описание шкалы оценивания:

студент допускается к выполнению лабораторной работы, если студент понимает основы измерительных преобразователей и вторичных схем, а так же знает правила техники безопасности.

### **Защита ИДЗ**

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Назовите причины отличия реальных осциллограмм электрических процессов от идеализированных, приведенных в теоретическом описании данной работы.
2. Совпадает ли напряжение определенное теоретические в точке К1 с измеренным значением, если нет то назовите наиболее вероятные причины различия?
3. Сравнить частоту импульсов модуляции усилителя МДМ, полученную практическим путем с расчетным значением. Совпадают ли эти частоты? Если нет, то что является причиной погрешности, ответ обоснуйте.
4. Сравнить экспериментальное значение напряжения стабилизатора питания с теоретическим. Совпадают ли эти значения? Если нет, то что является причиной погрешности, ответ обоснуйте.
5. Сравнить работу гальванической развязки с теоретическими данными. Совпадает ли эксперимент с теорией, если нет то почему?
6. Выполняет ли демодулятор свою функцию: интегрирование входного сигнала? Исходя из какого критерия можно сделать такой вывод.
7. Сравните экспериментальные данные о работе амплитудного модулятора с теоретическими. Совпадают ли они?
8. Сравните экспериментальные данные о работе временного модулятора с теоретическими. Совпадают ли они?
9. Выполняет ли БИК1 свою функцию? Какова погрешность выходного результата? Отчего она зависит?
10. Сравнение теоретических и экспериментальных результатов. Дать объяснение возможным расхождениям между ними.
11. Объяснить снятые осциллограммы во всех контрольных точках прибора
12. Совпадет ли полученный расчетным способом коэффициент усиления усилителя УН-1 с измеренным. Если нет то почему, ответ обоснуйте.
13. Совпадет ли полученный расчетным способом коэффициент усиления предварительного усилителя ОУ ДАЗ с измеренным. Если нет то почему, ответ обоснуйте.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

студент должен написать отчет и ответить на вопросы, приведенные в описании к лабораторной работе.

в) описание шкалы оценивания:

работа считается защищенной, если студент представил грамотно оформленный отчет и ответил на поставленные в описании к лабораторной работе вопросы.

### **8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	<b>Контрольная точка № 1</b>	20	30
	ИДЗ 1		
	ИДЗ 2		
	ИДЗ 3		
	<b>Контрольная точка № 2</b>	10	20
	ИДЗ 4		
Промежуточный	<b>Экзамен</b>	30	50
	Экзаменационный билет		
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		60	100

#### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в из-
60-64		E	

			ложении программного материала
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная учебная литература:

1. Зорин В.М. Атомные электростанции. М.: Изд. дом МЭИ. 2012. – 672с (50экз)
2. Апеэ В.А., Шмелев А.Н., Куликов Е.Г. Ядерные технологии М.: Изд. дом МЭИ. 2013. – 127с (40экз)
3. Афанасьев А.А., Погодин А.А., Схиртладзе А.Г. Физические основы измерений, М.: Академия, 2010. – 240с. (10 экз)
4. Арнольдов М.Н., Каржавин В.А., Трорфимов А.И. Основы метрологического обеспечения температурного контроля реакторных установок М.: Изд. дом МЭИ. 2012. – 248с (50экз)
5. Елохин А.П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 316с (10экз)
6. Трофимов А.И., Минин С.И., Трофимов М.А. Неразрушающий контроль сварных соединений технологического оборудования АЭС. М.: НИЯУ МИФИ, 2014 – 136с (50экз)

### б) дополнительная учебная литература:

1. Трофимов А.И., Приборы и системы контроля ядерных энергетических установок. М: Энергоатомиздат, 1999 г.-40 экз.
2. Трофимов А.И., Трофимов М.А. Измерительные преобразователи светового и теплового излучения в системах контроля и диагностики. ИАТЭ, 2004. – 102с (50экз)
3. Трофимов А.И. Физические основы генераторных измерительных и энергетических преобразователей. М.: Физматлит, 2004 – 384с (50экз)
4. Трофимов М.А. Методы контроля динамических напряжений в элементах конструкций ЯЭУ, М.: Энергоатомиздат, 2005 - 204с (50экз)
5. Трофимов А.И., Минин С.И., Трофимов М.А. Методы контроля и снятия напряжений в основном металле и сварных соединениях конструкций АЭС. М.: Энергоатомиздат, 2005 - 270с (50экз)
6. Трофимов А.И. Автоматика, телемеханика и вычислительная техника в химических производствах. М.: Энергоатомиздат 1983 г.
7. Трофимов А.И., Балдин В.Д., Григорьев М.В., Диагностика и ремонт активной зоны энергетических ядерных реакторов РБМК-1000. М: Энергоатомиздат, 2003 г.
8. Трофимов А.И. Ультразвуковые системы контроля технологических каналов РБМК-1000. М: Энергоатомаиздат, 1994 г.
9. Тепловы и атомные электрические станции. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1989. - с. 409-488
10. Трофимов А.И. Приборы и методы контроля ЯЭУ, ИАТЭ, 1991. С.-.225-232  
Контроль: Рефераты. Прием рефератов на практических занятиях.
11. Трофимов А.И. Приборы контроля ядерных энергетических установок. Обнинск, ИАТЭ,

1991 г.-160 экз.

12. Трофимов А.И., Рошкетаяев Б.М., Методы и приборы контроля качества технологических вод атомных электростанций. Обнинск, ИАТЭ, 1997 г.- 50 экз.
13. Трофимов А.И. Сборник вопросов и задач по приборам контроля ЯЭУ, ИАТЭ, 1991-147 экз.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронно-библиотечная система eLibrary( [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru))
2. Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com))
3. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ [www.library.mephi.ru](http://www.library.mephi.ru)

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Лабораторные занятия	При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.
Доклад	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.

Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Индивидуальное домашнее задание	При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

### ***12.1. Перечень информационных технологий (при необходимости)***

- Использование электронных презентаций при чтении лекций.
- Использование научно-популярных фильмов

### ***12.2. Перечень программного обеспечения***

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «WindowsMediaPlayer»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («MicrosoftPowerPoint»).

## **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для проведения лекций имеются оснащенные мультимедийным проектором аудитории.

Для проведения лабораторных работ имеются лаборатории, оснащенные современными приборами и элементами автоматики. При оснащении лабораторий особое внимание уделялось на приобретение тех приборов, которые используются на действующих АЭС.

1. Действующий гидравлический специализированный стенд с обвязкой приборами, применяемыми на АЭС.
2. Измерительные преобразователи и вторичные приборы в разобранном и собранном видах, применяемые на АЭС.
3. Специализированная информационно-вычислительная система имитирующая функции АСУ ТП АЭС.

## 14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

### 14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Измерение ядерно-физических параметров	семинары	2	дискуссия
2.	Измерение температур	семинары	4	дискуссия
3.	Измерение давлений	семинары	4	дискуссия
4.	Измерение расхода	семинары	4	дискуссия
5.	Измерения уровня	семинары	2	дискуссия
6.	Измерение влажности	семинары	2	дискуссия

### 14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

темы, выносимые для самостоятельного изучения:

1. Типы ядерно-энергетических установок и основные параметры, необходимые для контроля
2. Организация метрологического надзора
3. Организация цеха ТАИ.

### 14.3. Краткий терминологический словарь

**Физическая величина** – свойство, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для конкретного объекта

**Единица физической величины** – физическая величина, которой присвоено числовое значение, равное единице

**Средство измерения** – техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики

**Результат измерения** – значение физической величины, найденное путем ее измерения

**Истинное значение** физической величины – значение физической величины, идеальным образом отражающее в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта

**Действительное значение** физической величины – значение физической величины, найденное экспериментальным путем, максимально приближенное к истинному значению и используемое вместо него

**Принцип измерений** – совокупность физических явлений, на которых основано измерение

**Метод измерений** – совокупность примеров использования принципов и средств измерений

**Погрешность измерения** – отклонение результатов измерения от истинного значения

**Метрология** – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности

**Мера** – средства измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера

**Эталоны** – предназначены для воспроизведения и хранения единиц физических величин с целью передачи их размера другим средствам измерений

**Образцовые меры** – служат для проверки и градуировки рабочих средств измерений

**Рабочие меры** – служат для измерений

**Измерительный прибор** – средства измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателя

**Измерительный преобразователь** – средство измерений, предназначенное для преобразования сигналов измерительной информации

**Измерительное устройство** – средство измерений, состоящее из измерительных преобразователей и приборов

**Информационно-измерительная система (ИСС)** – совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и других вспомогательных технических средств, служащая для получения измерительной информации, ее преобразования, обработки в целях представления потребителю в требуемом виде

## **15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

**Для лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий

может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составил:**

\_\_\_\_\_ Нахабов А.В., к.т.н., доцент

**Рецензент:**

\_\_\_\_\_ Самохин Д.С., к.т.н., доцент