

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  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Основы проектирования приборов и систем*

---

*название дисциплины*

для направления подготовки

12.03.01 Приборостроение

---

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

**Приборы и методы контроля качества и диагностики**

---

Форма обучения: заочная

**г. Обнинск 2023 г.**

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Основы проектирования приборов и систем»:

<b>Коды компетенций</b>	<b>Результаты освоения ООП</b> <i>Содержание компетенций*</i>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**</b>
ПК-3	Способен проектировать и конструировать оптические, оптико-электронные, механические блоки, узлы и детали, определять номенклатуру и типы комплектующих изделий	<b>знать:</b> принципы классификации и функционирования приборов, основные параметры измерительных сигналов, способы преобразования измерительной информации, основные этапы разработки и внедрения приборов и систем на АЭС; <b>уметь:</b> определять необходимые параметры контрольно-измерительных приборов, осуществлять рациональный выбор преобразователей и приборов для систем диагностирования технического состояния АЭС, определять основные этапы проектирования систем диагностирования технического состояния АЭС; <b>владеть:</b> расчета и оценки параметров контрольно-измерительных приборов, обоснования выбора конкретного измерительного преобразователя для решения поставленной задачи.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина реализуется в рамках базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Электротехника», «Физические основы получения информации», «Информатика», «Электроника и микропроцессорная техника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Основы автоматического управления», «Компьютерные технологии в технической диагностике», «Экономика и управление приборостроительным производством».

Дисциплина изучается на 4 курсе.

**3. 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**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 академических часов.

**3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)**

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)				
	Заочная				
	Курс				
	№ 4				Всего
	Количество часов на вид работы:				
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	17				17
В том числе:					
лекции (лекции в интерактивной форме)	4				4
практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)	9				9
лабораторные занятия	4				4
<b>Промежуточная аттестация</b>					
В том числе:					
зачет	-				-
Экзамен	+				+
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>					
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	91				91
В том числе:					
проработка учебного материала	23				23
подготовка отчетов по лабораторным работам	23				23
Подготовка к практическим занятиям	23				23
подготовка к зачету/экзамену	22				22
<b>Всего (часы):</b>	<b>108</b>				<b>108</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>3</b>				<b>3</b>

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. 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)				
		Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
<b>1.</b>	Особенности проектирования приборов и систем	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>30</b>
1.1.	Системный подход к проектированию приборов и систем	1	1	1		10
1.2.	Структурно-параметрический синтез прибора как средства измерения	0.5	1	0.5		10
1.3.	Основы конструирования электронной аппаратуры приборов	0.5	1	0.5		10
<b>2.</b>	Применение ГОСТ в проектах создания современных автоматизированных систем и приборов	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>30</b>
2.1.	Особенности проектов создания АС	0.4	1	0.5		10
2.2.	Стадии и этапы создания АС по ГОСТ	0.3	1	0.25		10
2.3.	Работа по ГОСТ: практические рекомендации и типичные ошибки	0.3	1	0.25		10
<b>3.</b>	Особенности систем контроля и диагностики ЯЭУ, принципы построения АСУТП АЭС	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>31</b>
3.1.	Роль систем контроля и диагностики в АСУ АЭС	0.4	1	0.5		10
3.2.	Состав, функции и принципы работы АСУТП АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и РБМК-1000	0.3	1	0.25		10
3.3.	Назначение, устройство и принципы действия систем диагностирования технического состояния АЭС	0.3	1	0.25		11
	<b>Итого за 4 курс:</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>4</b>		<b>91</b>

*Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся*

**4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)**

*Лекционный курс*

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	<b>Особенности проектирования приборов и систем</b>	

1.1.	Системный подход к проектированию приборов и систем	Основные характеристики прибора как технической системы Обобщенная функциональная модель прибора Структура проектных работ и этапы проектирования приборов
1.2.	Структурно-параметрический синтез прибора как средства измерения	Характеристики прибора как средства измерения. Построение метрологической модели прибора. Структурные методы повышения точности приборов. Метод отрицательной обратной связи. Метод вспомогательных измерений. Итерационные методы. Методы образцовых мер. Тестовые методы.
1.3.	Основы конструирования электронной аппаратуры приборов и систем	Иерархический подход к конструированию электронной аппаратуры. Модульный принцип конструирования электронной аппаратуры. Конструирование печатных плат.
<b>2.</b>	<b>Применение ГОСТ в проектах создания современных автоматизированных систем</b>	
2.1.	Особенности проектов создания АС	Описываются особенности проектов создания АС – как на основе платформы, так и современных (интеграционных). Выделяются основные риски (социальные, технические, лингвистические и др.), присущие интеграционным проектам; также анализируются причины, вызывающие эти риски. Экологическая ниша ГОСТ 34 в проектах создания современных АС. В соответствии с рисками и их причинами, формулируются требования к идеальной методологии, позволяющей управлять рисками проектов создания современных АС. Обозначаются "границы влияния" рекомендаций ГОСТ. "Экологическая ниша" ГОСТ 34. Что такое ГОСТ? ГОСТ-34. Особенности создания современных ИС. Что дает ГОСТ для проекта.
2.2.	Стадии и этапы создания АС по ГОСТ	Состав работ и выпускаемые документы. Описываются дополнительные риски проектов, вызываемые окружением проекта – в первую очередь из-за погрешностей в управленческих решениях. Показано каким образом ГОСТ управляет этими рисками. Стадии и этапы создания АС. Системный анализ. Прямая задача. Обратная задача. Стадии и этапы: общий замысел. ГОСТ: общий замысел. ГОСТ: стадии создания АС. Что дают стадии и этапы? ГОСТ и активные продажи. Стадии и этапы. Документация проекта. Формирование требований к АС. Техническое задание. Эскизный проект. Технический проект. Рабочая документация. Ввод в действие. Сопровождение АС.
2.3.	Работа по ГОСТ: практические рекомендации и типичные ошибки	Проводится сопоставительный анализ рисков проектов создания современных АС и рекомендаций ГОСТ. Показано, какие именно риски уменьшаются, и за счет чего при следовании рекомендаций ГОСТ-34. Краткий анализ. Инструмент решения задачи. Предсказуемость через этапность. Минимизация рисков проекта. Стоимость с учетом рисков. Обследование и изучение. Конкретика и вероятности. Практические рекомендации. ГОСТ: применяем творчески. Когда использовать? Соотношение усилий. Минимальный комплект документации. Трудоемкость проектирования. Разработка документации. Планирование качества.
<b>3.</b>	<b>Особенности систем контроля и диагностики ЯЭУ, принципы построения АСУТП АЭС</b>	
3.1.	Роль систем контроля и диагностики в АСУ АЭС	Основные задачи систем контроля и диагностики на ЯО. Что такое ядерно-опасный объект? Атомные станции. Объекты ядерно-оружейного комплекса. Объекты ядерного топливного цикла. Объекты атомной науки. Объекты утилизации атомных силовых установок.
3.2.	Состав, функции и принципы работы АСУ Предприятия АЭС	АСУ-Предприятия и основные подсистемы. Роль АСУ ТП в системе управления предприятия. Предпосылки и назначение АСУ-Предприятия АЭС. Общая архитектура АСУП и АСУТП.
3.3.	Системы диагностирования технического состояния АЭС	Назначение, устройство и принципы действия. Системы вибрационного и акустического контроля. Системы тепловизионного контроля. Системы радиационного контроля.

*Практические/семинарские занятия*  
Не предусмотрены

*Лабораторные занятия*

<b>№</b>	<b>Наименование раздела /темы дисциплины</b>	<b>Название лабораторной работы</b>
<b>1.</b>	<b>Акустические системы контроля</b>	
1.1.	<b>Тема 1</b>	Исследование объекта контроля
1.2.	<b>Тема 2</b>	Разработка ТЗ и макетирование системы
1.3.	<b>Тема 3</b>	Испытание системы и обработка результатов контроля
<b>2.</b>	<b>Системы тепловизионного контроля</b>	
2.1.	<b>Тема 1</b>	Исследование объекта контроля
2.2.	<b>Тема 2</b>	Разработка ТЗ и макетирование системы
2.3.	<b>Тема 3</b>	Испытание системы и обработка результатов контроля
<b>3.</b>	<b>Системы радиационного контроля</b>	
3.1.	<b>Тема 1</b>	Исследование объекта контроля
3.2.	<b>Тема 2</b>	Разработка ТЗ и макетирование системы
3.3.	<b>Тема 3</b>	Испытание системы и обработка результатов контроля

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Посещение лекционных занятий и конспектирование рассматриваемых на них материалов является недостаточным условием для усвоения необходимых знаний по предмету. Каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую литературу, заучивая базовые определения, классификации, схемы и типологии. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать, разобраться с информацией по теме, при необходимости обратиться к справочной литературе. Внимательное чтение и повторение прочитанного помогает в полном объеме усвоить содержание темы, структурировать знания.

Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно - по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. Именно поэтому большая часть самостоятельной работы приурочена к практическим занятиям. При подготовке к семинарам целесообразно прочитать материал изучаемой темы, попытавшись разобраться со всеми теоретическими положениями и примерами. Если возникли трудности, обратиться за помощью к учебной, справочной литературе или к преподавателю за консультацией.

Для получения более глубоких и устойчивых знаний студентам рекомендуется изучать дополнительную литературу, список которой приведен в рабочей программе дисциплины.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: поисковые сайты, базы данных химических соединений, электронные библиотеки.

1. Трофимов А.И. Приборы и системы контроля ядерных энергетических установок: Учебное пособие. — М.: Энергоатомиздат, 1999 (38 экз.)
2. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. — М.: Мир, 1985 (3 экз., электронный вариант)
3. Коллакот Р. Диагностика повреждений. — М.: Мир, 1989 (25 экз.)
4. Сергиенко А.В. Цифровая обработка. Уч. пособие для вузов. СПб, 2002 (20 экз.)
5. Маркин Н.С. Основы теории обработки результатов измерений — М.: Издательство стандартов, 1991 (электронный вариант)
6. Применение цифровой обработки сигналов / Под ред. Э. Оппенгейма. — М.: Мир, 1980 (2 экз., электронный вариант)
7. Аркадов Г.В., Павелко В.И., Усанов А.И. Виброшумовая диагностика ВВЭР / Под ред. А.А. Абагына. — М.: Энергоатомиздат, 2004 (2 экз., электронный вариант)

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
<b>Текущий контроль, 4 курс</b>			
1.	Разделы 1,2	ПК-3	Контрольная, отчеты по лабораторным работам
2.	Раздел 3	ПК-3	Контрольная, отчеты по лабораторным работам
<b>Промежуточный контроль, 4 курс</b>			
	Экзамен	ПК-3	Вопросы к экзамену

### **6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы**

#### **6.2.1. Экзамен**

а) типовые вопросы (задания):

1. Основные характеристики прибора как технической системы. Обобщенная функциональная модель прибора.
2. Структура проектных работ и этапы проектирования приборов.
3. Характеристики прибора как средства измерения.
4. Построение метрологической модели прибора.
5. Структурные методы повышения точности приборов.
6. Метод отрицательной обратной связи. Метод вспомогательных измерений.
7. Итерационные методы. Методы образцовых мер. Тестовые методы.
8. Иерархический подход к конструированию электронной аппаратуры.
9. Модульный принцип конструирования электронной аппаратуры.

10. Особенности проектов создания АС – как на основе платформы, так и современных (интеграционных).
11. Основные риски (социальные, технические, лингвистические и др.), присущие интеграционным проектам, причины, вызывающие эти риски.
12. Экологическая ниша ГОСТ 34 в проектах создания современных АС.
13. Требования к идеальной методологии, позволяющей управлять рисками проектов создания современных АС.
14. Границы влияния рекомендаций ГОСТ. Экологическая ниша ГОСТ 34.
15. Особенности создания современных ИС по ГОСТ-34. Что дает ГОСТ для проекта?
16. Состав работ и выпускаемые документы при проектировании АС.
17. Дополнительные риски проектов, вызываемые окружением проекта. Каким образом ГОСТ управляет такими рисками?
18. Стадии и этапы создания АС. Системный анализ в проектировании. Прямая задача. Обратная задача.
19. ГОСТ: общий замысел. ГОСТ: стадии создания АС. Что дают стадии и этапы? ГОСТ и активные продажи. Стадии и этапы.
20. Документация проекта.
21. Формирование требований к АС.
22. Техническое задание.
23. Эскизный проект и Технический проект.
24. Рабочая документация.
25. Ввод в действие и сопровождение АС.
26. Анализ рисков проектов создания современных АС и рекомендаций ГОСТ. Основные рекомендации в ГОСТ-34. Краткий анализ.
27. Инструменты решения задач. Предсказуемость через этапность. Минимизация рисков проекта.
28. Обследование и изучение. Стоимость с учетом рисков. Конкретика и вероятности.
29. Практические рекомендации. Когда нужно использовать ГОСТ? Соотношение усилий при проектировании. Минимальный комплект документации.
30. Расчет трудоемкости проектирования. Разработка документации. Планирование качества.
31. Информационные измерительные системы, их классификация.
32. Основные задачи систем контроля и диагностики на ЯО.
33. Что такое ядерно-опасный объект? Атомные станции. Объекты ядерно-оружейного комплекса. Объекты ядерного топливного цикла. Объекты атомной науки. Объекты утилизации атомных силовых установок.
34. АСУ-Предприятия и основные подсистемы. Роль АСУ ТП в системе управления предприятия.
35. Предпосылки создания и назначение АСУ-Предприятия АЭС.
36. Общая архитектура АСУП и АСУТП АЭС.
37. Системы внутриреакторного контроля.
38. Системы радиационного контроля АЭС



39. Системы теплотехнического и тепловизионного контроля.
40. Системы контроля каналов РБМК-1000.
41. Системы виброшумовой диагностики.
42. Системы обнаружения протечек теплоносителя.
43. Системы обнаружения свободных предметов.
44. АСУТП АЭС, ее состав и функции.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

На экзамене студенту предлагается выбрать билет, в который включены 3 теоретических вопроса по одному из каждого модуля и выбор одного из трех разработанных технических заданий на систему контроля и диагностики, выполненных на лабораторных работах.

в) описание шкалы оценивания:

По итогам ответа оценка неудовлетворительно ставится, если студент не смог ответить на предлагаемые вопросы и продемонстрировать ключевые теоретические знания и навыки по данной дисциплине.

Оценка удовлетворительно ставится, если студент продемонстрировал ключевые теоретические знания и навыки, но не смог продемонстрировать углубленное понимание в проектировании по ГОСТ 34, что может выражаться в отсутствии гипотез при решении предлагаемых практических задач. Оценка хорошо ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, углубленное понимание механизмов проектирования систем и приборов, но не смог предложить рационального способа решения задачи проектирования системы контроля или диагностики.

Оценка отлично ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, углубленное понимание механизмов проектирования автоматизированных систем и смог предложить рациональное решение предлагаемых задач.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

***а) основная учебная литература:***

1. Трофимов А.И. Приборы и системы контроля ядерных энергетических установок: Учебное пособие. — М.: Энергоатомиздат, 1999 (38 экз.)
2. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. — М.: Мир, 1985 (3 экз., электронный вариант)
3. Коллакот Р. Диагностика повреждений. — М.: Мир, 1989 (25 экз.)
4. Сергиенко А.В. Цифровая обработка. Уч. пособие для вузов. СПб, 2002 (20 экз.)
5. Щепетов А. Г. Теория, расчет и проектирование измерительных устройств : монография : в 2 ч./ А. Г. Щепетов. -М. : Стандартиформ Ч. 1 : Теория измерительных устройств. -2006.-248 с.. -ISBN 5-7050-0487-7 (7 экз.)

6. Щепетов А. Г. Основы проектирования приборов и систем : учеб. для студ. вузов/ А. Г. Щепетов. -М.: Академия, 2011.-368 с. :а-ил.. -(Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). -731.50 р. ГРНТИ 59.14 УДК 681.2
7. Аполлонский, С. М. Электрические аппараты автоматики [Электронный ресурс] [Текст] : учебное пособие / Аполлонский С. М., Куклев Ю. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 228 с. <https://e.lanbook.com/book/121463>

**б) дополнительная учебная литература:**

1. Маркин Н.С. Основы теории обработки результатов измерений — М.: Издательство стандартов, 1991 (электронный вариант)
2. Применение цифровой обработки сигналов / Под ред. Э. Оппенгейма. — М.: Мир, 1980 (2 экз., электронный вариант)
3. Аркадов Г.В., Павелко В.И., Усанов А.И. Виброшумовая диагностика ВВЭР / Под ред. А.А. Абагына. — М.: Энергоатомиздат, 2004 (2 экз., электронный вариант)
4. Щепетов А. Г. Теория, расчет и проектирование измерительных устройств : монография : в 2 ч./ А. Г. Щепетов. -М. : Стандартинформ. Ч. 1 : Теория измерительных устройств. -2006.-248 с.. -ISBN 5-7050-0487-7: 1711 р. ГРНТИ 59.14.02 УДК 681.2.08 59.03.05

**8. Перечень ресурсов\* информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. ГОСТ 34 в проектах создания современных АС:  
[http://www.intuit.ru/studies/educational\\_groups/997/info](http://www.intuit.ru/studies/educational_groups/997/info)

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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.

Практикум / лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ в УМК дисциплины.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Интернет-портал по курсу «Основы проектирования приборов и систем». <http://td.oiate.ru>
2. Консультирование посредством электронной почты.
3. Интерактивное общение с помощью с помощью интернет портала *intuit.ru*. Прохождение курсов и тестов:  
[http://www.intuit.ru/studies/educational\\_groups/997/info](http://www.intuit.ru/studies/educational_groups/997/info)
4. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных занятий.
5. Программное обеспечение *Scilab* и *Scicos* (свободное ПО, лицензия *GPL*).
6. *Matlab* или *Octave*, *R*, *Dyalog APL*

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекций:

аудитория, оснащенная компьютером, проектором для демонстрации презентаций, программное лицензионное обеспечение.

Для проведения лабораторных работ:

- учебно-исследовательские лаборатории отделения ядерной физики и технологий, в которых имеется необходимая компьютерная техника, установки и стенды, воспроизводящие и имитирующие различные системы управления, контроля и диагностики.
- Компьютерный класс с операционной системой *Windows/Linux*, учебный класс с экраном и проектором.



Программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение.

Программу составил:

\_\_\_\_\_ П.А. Белоусов, доцент, к.т.н., доцент отделения ЯФиТ(О)

Рецензент:

\_\_\_\_\_ А.В. Нахабов, к.т.н., доцент отделения ЯФиТ(О)