

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

УТВЕРЖДАЮ


Зам. директора
Т.В.Труфанова
« 25 » июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЯДЕРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина посвящена изучению методов детектирования ионизирующих излучений, сравнительному анализу основных измерительных характеристик детекторов, рассмотрению их конструктивных, технологических и эксплуатационных особенностей, а также выбору оптимального типа детектора для решения конкретных практических задач.

1.1 Цели дисциплины

Изучить методы детектирования ионизирующих излучений, научить студентов сравнительному анализу основных измерительных характеристик детекторов, рассмотреть их конструктивные, технологические и эксплуатационные особенности, а также освоить особенности выбора оптимального типа детектора для решения конкретных практических задач.

1.2 Задачи дисциплины

- изучение принципов регистрации ионизирующих излучений;
- изучение конструктивных особенностей и характеристик различных детекторов;
- освоение методов обработки информации, поступающей с различных детекторов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Физические основы ядерного приборостроения» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (элективная дисциплина). (Базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин. «Физика (электричество и магнетизм)», «Электротехника», «Электроника». Дисциплина читается в 8 семестре.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Изучение дисциплины «Физические основы ядерного приборостроения» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

Универсальные компетенции (УК):

– способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

Универсальная компетенция естественнонаучная (УКЕ):

– Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации (З-УК-1);

– основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (З-УКЕ-1);

уметь:

– применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации (У-УК-1);

– использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи (У-УКЕ-1);

владеть:

– методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий (В-УК-1);

– методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами (В-УКЕ-1).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных

	мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для

	информационной безопасности (B23)	формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»: - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27); - формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемо- и системотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов радиоэлектронных средств» для формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов; 2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в 8 семестре составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 8									
1	Раздел 1	1-4	6	-	6	6	ДЗ1 – 3	Т1 – 4	10

2	Раздел 2	5-9	8	-	6	7	Д32 – 7	КР1 – 9	15
3	Раздел 3	10-13	6	-	6	6	Д33 – 11	Т2 – 13	10
4	Раздел 4	14-18	8	-	8	8	Т3 – 15	КР2 – 17	15
Итого			28	-	26	27			50
Экзамен			27						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1. Характеристики и режимы работы детекторов.

Общая схема включения детектора. Токовый и импульсный режимы работы детекторов. Амплитудный спектр импульсов. Функция отклика детектора. Энергетическое разрешение детектора. Эффективность регистрации излучений. Временное разрешение детекторов, мертвое время.

Раздел 2. Газовые ионизационные детекторы.

3.1. Ионизационный эффект в газах, вольтамперная характеристика газового промежутка. Теорема Рамо – Шокли. Ионизационные камеры (ИК). Устройство и особенности работы в токовом и импульсном режимах. Импульсная ИК, схема ее включения. Форма импульсов тока и напряжения в для плоской ИК. Индукционный эффект и способы его уменьшения. Энергетические и временные характеристики импульсной ИК. Области применения и примеры использования.

3.2. Пропорциональный счетчик (ПС), особенности его устройства и работы. Форма импульсов тока и напряжения в ПС. Временное и энергетическое разрешение ПС. Области применения и примеры использования.

3.3. Газоразрядные счетчики (ГС), их разновидности. Вторичные эффекты. Полный коэффициент газового усиления, механизм разряда. Особенности галогенных счетчиков. Временные характеристики, эффективность регистрации различных видов излучений.

3.4. Конструктивные особенности газовых ионизационных детекторов: охранные кольца, 2п - и 4п - геометрия, коррекция поля в месте крепления нити анода и т.п.

Раздел 3. Твердотельные (полупроводниковые) детекторы.

4.1. Механизм регистрации излучений, требования к материалу детектора. Однородные счетчики, их преимущества и недостатки.

4.2. Полупроводниковые детекторы на основе р-п перехода. Поверхностно-барьерные и диффузионные детекторы, схема их включения и технологические особенности. Толщина и емкость чувствительной области. Форма импульсов тока и напряжения. Основные факторы, определяющие энергетическое и временное разрешение детекторов. Области применения и примеры использования.

4.3. Полупроводниковые диффузионно – дрейфовые детекторы (р-і-п детекторы). Схема включения, технологические особенности. Форма импульсов тока и напряжения. Энергетическое и временное разрешение. Эффективность регистрации различных типов излучений.

4.4. Некоторые разновидности полупроводниковых детекторов: из сверхчистых материалов, на основе теллурида кадмия, арсенида галлия, дионида ртути и т.п. Области применения и примеры использования.

Раздел 4. Сцинтилляционные детекторы (СС).

Структура, принцип работы и основные характеристики СС. Сцинтилляторы, механизм высвечивания неорганических и органических сцинтилляторов. Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), его составные части, конструктивные особенности и характеристики. Схема включения и питания ФЭУ. Шумы ФЭУ. Одноэлектронный режим работы ФЭУ. Форма сцинтилляционных импульсов тока и напряжения. Временное и энергетическое разрешение СС. Эффективность регистрации различных видов излучений. Области применения и примеры использования.

4.2 Тематический план практических работ

1. Аппаратура для работы с детекторами, программное обеспечение.

2. Галогенный газоразрядный счётчик.

3. Газовый пропорциональный счётчик.

4. Поверхностно-барьерный детектор (р-п типа).

5. Детектор из сверхчистого германия.

6. Сцинтилляционный детектор с неорганическим сцинтиллятором NaI.

7.Сцинтилляционный детектор с ZnS.

8.Позиционно-чувствительный детектор на основе гамма-камеры

4.3 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельное изучение лекционного материала по темам:

1.Вторичноэмиссионные детекторы.

Особенности работы, области применения. Схемы включения, основные режимы работы и характеристики. Микроканальные пластины.

2. Счётчики Черенкова.

Особенности и характеристики пороговых и угловых счётчиков Черенкова. Материалы радиаторов. Энергетическое и временное разрешение. Конструктивные особенности, области применения и примеры использования.

3. ПЗС-детекторы.

Принцип работы и структурная схема детекторов. Основные характеристики и области применения.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 382 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03513-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561708>
2. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 421 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03515-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561709>
3. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник для вузов / С. А. Миленина, Н. К. Миленин ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19750-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560479>

7.2 Дополнительная литература

1. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва :

Издательство Юрайт, 2025. — 277 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19817-

1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562789>

2. Новожилов, О. П. Схемотехника радиоприемных устройств : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05574-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562729>

3 Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебник для вузов / А. М. Сажнев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18602-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562949>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кабинет электрических машин и аппаратов для проведения лекций и практических занятий:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор Epson;

Экран настенный;

Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6"

с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Комплект учебного оборудования «Основы электрических машин и электропривода» - 3 шт.;

Комплект учебного оборудования «Электрические аппараты» - 3 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 12 шт.;

Стулья ученические – 24 шт.

Лаборатория электротехники и электроники:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор BENQ;

Электронная доска Communicator;

Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6"

с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Типовой комплект учебного оборудования «Электрические цепи и основы электроники»/настольной, ручной/ ЭЦиОЭ – НР - 4 шт.;

Типовой комплект учебного оборудования «Физические основы электроники»/настольный, ручной/ ФОЭ – НР - 4 шт.;

Типовой комплект учебного оборудования «Аналоговая электроника», исполнение настольное, ручное АЭ – НР - 4 шт.;

Типовой комплект учебного оборудования «Электроника», исполнение настольное, ручное Э – НР - 2 шт.;

Типовой комплект учебного оборудования «Электротехнические измерения» - 4 шт.;

Держатель проводов LS 750;

Осциллограф универсальный GOS – 620 / 620 FG - 8 шт.;

Осциллограф цифровой;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 12 шт.;

Стулья ученические – 24 шт.

Помещение для самостоятельной работы.

Библиотека ТТИ НИЯУ МИФИ, читальный зал с выходом в сеть Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде

Персональный компьютер (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства) – 10 шт.;

Проектор;

Экран;

Принтер;

Выставочные шкафы- 4 шт.,

Стол� ученические - 12 шт.,

Стулья ученические - 24 шт.