

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)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«26» _____ июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЯДЕРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Профиль подготовки: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2024

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 вариативной части дисциплин по выбору учебного плана.

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

3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции

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

общепрофессиональные (ОПК):

– способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности (ОПК-1);

профессиональные (ПК):

– способен подготавливать и тестировать компоненты радиоэлектронных средств (ПК-2.1);

– способен обеспечивать эксплуатацию средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты на атомных станциях (ПК-2.6);

– способен организовывать и проводить диагностику технического состояния, проверки работоспособности оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (ПК-2.7).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;

– принципы работы и устройство контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров компонентов радиоэлектронных средств,

требования к хранению компонентов, технические требования пригодности компонентов, установленные производителем (поставщиком), требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов, правил, стандартов в области испытания, технический английский язык в области микро- и нанoeлектроники;

- назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и оборудования систем управления, регламенты, должностные инструкции, программы, инструкции выполнения работ по диагностике и проверке работоспособности средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты;

- регламенты и технологии технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты.

уметь:

- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;

- работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для контроля параметров компонентов радиоэлектронных средств, выявлять брак компонентов по внешнему виду;

- уметь анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы измерительной аппаратуры, средств измерений, систем автоматики, выполнять пусконаладочные работы, измерения параметров при регулировках и испытаниях оборудования;

- выполнять штатные процедуры технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты.

владеть:

- навыками использования знаний естественных наук и математики при решении практических задач инженерной деятельности;

- навыками оформления отчетной документации о выполняемых работах, работы с базами данных и классификаторами контрольных нормативов;

– навыками метрологической поверки и паспортизации средств измерений и систем автоматики, проведения испытаний и настройки вводимого в эксплуатацию оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты;

– навыками организации и контроля проведения профилактических осмотров, текущего и планово-предупредительного ремонта средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты, работ по устранению дефектов.

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 (B17)	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 (B18)	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 мировоззрения,	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика

	культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	(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 6 семестре составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ 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 6									
1	Раздел 1	1-4	6	-	6	4	ДЗ1	Т1	10

2	Раздел 2	5-8	6	-	6	4	Д32	КР1	15
3	Раздел 3	9-12	6	-	6	4	Д33	Т2	10
4	Раздел 4	13-18	10	-	8	6	Т3	КР2	15
Итого			28	-	26	18			50
Зачет с оценкой			-						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 NaJ.
7. Сцинтилляционный детектор с ZnS.
8. Позиционно-чувствительный детектор на основе гамма-камеры

4.2.2 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 направлению подготовки 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств", 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. Доломатов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебник для вузов / М. Ю. Доломатов, Р. З. Бахтизин, М. М. Доломатова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13077-5. — URL : <https://urait.ru/bcode/566718>
2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика : учебник для вузов / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 441 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-1754-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/559925>

7.2 Дополнительная литература

1. Горлач, В. В. Физика: квантовая физика. Лабораторный практикум : учебник для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 114 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10137-9. — URL : <https://urait.ru/bcode/562508>
2. Хренников, А. Ю. Квантовая физика и неколмогоровские теории вероятностей : учебник для вузов / А. Ю. Хренников. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>