

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаврилов Сергей Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 08.09.2026 12:47:44

Уникальный программный ключ:

488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

« »

2023 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Устройство и режимы эксплуатации ускорителей заряженных частиц»

Направление подготовки - 28.04.03 «Наноматериалы»

Направленность (профиль) - «Синхротронное излучение в технологии наноматериалов»

Москва 2023

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ

Компетенция ПК-2 «Способен обеспечивать функционирование производства с применением синхротронного излучения» сформулирована на основе профессиональных стандартов:

40.005 «Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них»

Обобщенная трудовая функция С (7) – «Процессы жизненного цикла продукции»

Трудовые функции

С/02.7 – «Планирование разработки продукции в части, касающейся контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов, а также их разработки и выбора»

С/07.7 – «Освоение нового оборудования, обеспечивающего выполнение операций контроля, измерения свойств (инженерных, технологических, эксплуатационных) и испытания материалов»

40.005 С/08.7 – «Разработка и внедрение новых методик контроля, измерения и испытания, а также разработки и выбора материалов»

40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Обобщенная трудовая функция D (7) – «Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Трудовые функции

D/01.7 – «Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

D/02.7 – «Разработка планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

D/04.7 – «Согласование и утверждение технических заданий на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2. УиРЭУЗЧ Способен выбирать оптимальные режимы эксплуатации ускорителей заряженных частиц для выполнения поставленных задач	– Исследование свойств наноматериалов и изделий на их основе с помощью современных методов анализа – Самостоятельное планирование, систематизация и анализ	Знание основных типов и режимов работы ускорителей заряженных частиц Умение определять необходимые параметры и режимы работы для корректной эксплуатации ускорителей заряженных частиц

	результатов научно-исследовательской работы	Опыт выбора оптимальных режимов эксплуатации ускорителей заряженных частиц в соответствии с техническим заданием
--	---	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для изучения дисциплины «Устройство и режимы эксплуатации ускорителей заряженных частиц» магистрант должен владеть знаниями, умениями и навыками, приобретенными студентами при изучении специальных дисциплин бакалавриата. Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции в дальнейшем углубляются в дисциплинах «Испытания ЭКБ с использованием синхротронного излучения», «Синхротронное излучение в решении медико-биологических и фармацевтических задач», «Синхротронное излучение в технологии наноматериалов и нанoeлектроники», на практике и служат основой для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	3	108	16	-	32	60	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Движение заряженных частиц в статических электрическом и магнитном полях.	4	-	8	12	Устный опрос 1
					Тестирование 1
2. Линейные ускорители заряженных частиц	4	-	8	20	Устный опрос 2
					Тестирование 2
					Защита индивидуального задания (доклад)
3. Циклические ускорители заряженных частиц	8	-	16	28	Устный опрос 3
					Тестирование 3
					Защита индивидуального задания (доклад)

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Вводная лекция. Ускорители в России и мире. Ускорители протонов и тяжелых ионов. Ускорители и коллайдеры лептонов. Источники синхротронного излучения и лазеры на свободных электронах (ЛСЭ). Развитие ускорительных технологий.
	2	2	Движение заряженной частицы в однородном электрическом и магнитном полях. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле в случае, когда начальная скорость перпендикулярна вектору магнитной индукции. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле в случае, когда ее начальная скорость направлена под углом к вектору магнитной индукции. Индукционное ускорение заряженных частиц.
2	3	2	Устройство и принцип работы линейного ускорителя. Область применения.
	4	2	Устройство и принцип работы линейного резонансного ускорителя. Область применения.
3	5	2	Устройств и принцип работы классического циклотрона. Устройство и принцип работы изохронного циклотрона. Область применения.
	6	2	Устройство и принцип работы синхроциклотрона (фазотрона). Устройство и принцип работы синхротрона. Области применения.
	7	2	Устройство и принцип работы синхрофазотрона. Область применения
	8	2	Устройство и принцип работы микротрона.

4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4.3. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1-2	4	Расчет характеристик заряженной частицы, движущейся в однородном электрическом поле. Расчет характеристик заряженной частицы, движущейся в однородном магнитном поле.
	3-4	4	Расчет характеристик заряженной частицы, движущейся в однородном магнитном поле в случае, когда начальная скорость перпендикулярна вектору магнитной индукции. Расчет характеристик заряженной частицы, движущейся в однородном магнитном поле в случае, когда начальная скорость направлена под углом к вектору магнитной индукции.
2	5-6	4	Расчет магнитных характеристик линейного ускорителя.
	7-8	4	Расчет магнитных характеристик линейного резонансного ускорителя.
3	9	2	Расчет магнитных характеристик классического циклотрона. Расчет магнитных характеристик изохронного циклотрона.
	10-11	4	Расчет магнитных характеристик синхроциклотрона.
	12-13	4	Расчет магнитных характеристик синхротрона
	14-15	4	Расчет магнитных характеристик синхрофазотрона.
	16	2	Расчет магнитных характеристик микротрона

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Проработка материалов модуля 1 (Лекции 1-2)
	4	Подготовка к тестированию по модулю 1
	4	Подготовка к устному опросу по модулю 1
2	4	Проработка материалов модуля 2 (Лекции 3-4)
	4	Подготовка к тестированию по модулю 2
	4	Подготовка к устному опросу по модулю 2
	8	Выполнение индивидуального задания (подготовка реферата и презентации для устного доклада)

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
3	8	Проработка материалов модуля 3 (Лекции 5-8)
	6	Подготовка к тестированию по модулю 3
	6	Подготовка к устному опросу по модулю 3
	8	Выполнение индивидуального задания (подготовка реферата и презентации для устного доклада)

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модули 1-3:

1. Учебно-методические материалы для самостоятельного изучения материалов модулей 1-3 в объеме лекций и семинаров, в том числе для подготовки к тестированиям, устным опросам и экзамену.
2. Список тем для выполнения индивидуального задания
3. Методические рекомендации для выполнения индивидуального задания.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Пашков П.Т. Физика пучка в кольцевых ускорителях : Учеб. пособие / П.Т. Пашков. - М.: Физматлит, 2006. - 264 с.
2. Фетисов, Г. В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ : учебное пособие / Г. В. Фетисов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 672 с. — ISBN 978-5-9221-0805-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2152> (дата обращения: 22.06.2023).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. — Москва, 2000. — URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 22.06.2023). — Режим доступа: для зарегистрир. пользовате

2. **РУКОНТ**: Национальный цифровой ресурс: Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва : Сколково, 2010 - . - URL: <https://lib.rucont.ru/search> (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

3. **Лань: электронно-библиотечная система**. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 21.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**.

Обучение может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: *раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта*.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	ОС Microsoft Windows, MS Office, Internet Explorer / Chrome
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Microsoft Windows, MS Office, Internet Explorer / Chrome

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-2. УиРЭУЗЧ** Способен выбирать оптимальные режимы эксплуатации ускорителей заряженных частиц для выполнения поставленных задач

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина «Устройство и режимы эксплуатации ускорителей заряженных частиц» состоит из 3 тематических модулей: модуль 1 – «Движение заряженных частиц в статических электрическом и магнитном полях», модуль 2 – «Линейные ускорители заряженных частиц» и модуль 3 – «Циклические ускорители заряженных частиц».

Первый модуль посвящен общим вопросам, связанным с текущим развитием ускорителей в мире и в России; рассматриваются также физические основы движения частиц в электрическом и магнитном полях.

Второй модуль направлен на детальное изучение линейных и линейных резонансных ускорителей.

Третий модуль рассматривает устройство и принцип работы циклических линейных ускорителей на примере классического циклотрона, синхротрона, синхроциклотрона, синхрофазотрона и микротрона.

Каждый модуль является логически завершенной частью курса.

Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий (устных и письменных опросов).

Для закрепления знаний, полученных на лекционных занятиях и при выполнении самостоятельной работы, а также для получения навыков исследовательской деятельности, проводятся практические работы. Такие работы проводятся, как правило, в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения исследований и при защите полученных результатов.

Подготовка и выполнение индивидуальных заданий предполагает формирование у обучающихся компетенций и подкомпетенций по индикаторам умений и приобретения опыта деятельности. Данные контрольные мероприятия подразумевают самостоятельную работу обучающихся по получению, обработке, анализу и визуализации информации о современных методах исследования и описания синхротронного излучения, работе ускорителей частиц, а также применению этих знаний для решения задач теоретического и прикладного характера.

Контроль выполнения студентами индивидуального задания проводится на семинарах. Студенты выступают с докладом, излагая содержание проделанной работы, анализируя различные аспекты освещаемой проблемы, происходит обсуждение

информации в формате научной дискуссии. Студенты должны осуществить поиск дополнительной информации по темам семинаров в научных источниках (рекомендованных ПБД и ИСС) с последующим обсуждением результатов поиска с преподавателем и одногруппниками. В процессе выполнения практических (индивидуальных) заданий также отрабатываются и проверяются способности студента публично презентовать материалы выполнения СРС, вести дискуссию, приводить аргументы, логично и последовательно излагать свою точку зрения, демонстрируя понятийное и критическое мышление.

Подготовкой материалов для итоговой аттестации необходимо начать заниматься с первых дней семестра, не устранившись от активного участия в активных видах занятий.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных консультаций и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ (Zoom, Skype, Google Meetings и др.) и электронной почты.

Контроль решенных практико-ориентированных задач осуществляется на опросах (контрольных работах) на семинарах – студенты выступают в группе с докладами по теме реферата, организуется дискуссия.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия, а также активность в семестре.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

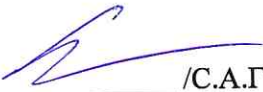
РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор Института ПМТ

Ассистент Института ПМТ

 / В.В.Смирнов/
 / В.Б.Глухенькая/

Рабочая программа дисциплины «Устройство и режимы эксплуатации ускорителей заряженных частиц» по направлению подготовки 28.04.03 «Нanomатериалы», направленности (профилю) «Синхротронное излучение в технологии наноматериалов» разработана в институте ПМТ и утверждена на заседании института 27 июня 2023 года, протокол № 27

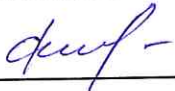
Директор Института ПМТ  /С.А.Гаврилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П.Филиппова /