

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ  
КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ КВАНОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И БИОФОТОНИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 5/25  
от 18.11.2025

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Направление подготовки [1] 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика  
(специальность)

Семестр	Трудоемкость, кредит.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
9	2	72	16	16	0	40	0	3	
Итого	2	72	16	16	0	8	40	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина является частью профессионального модуля образовательной программы. По результатам освоения дисциплины студент получит представление о принципах действия ускорительной техники, типах ускорителей, сущности явлений автофазировки и фокусировки, основных уравнениях, моделях и расчетных соотношениях, описывающих и характеризующих процесс радиационного торможения частиц в ускорителях, теории и свойствах синхротронного излучения, устройстве и применении лазеров на свободных электронах.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

В курсе дается систематическое изложение теории и эксперимента синхротронного излучения. Даются основные соотношения для движения электрона в ускорителе, выводятся свойства синхротронного излучения – спектр, угловое распределение мощности излучения, поляризация, когерентность, обсуждаются экспериментальные аспекты наблюдения и использования. На примере существующих установок обсуждаются возможности применения синхротронного излучения для спектроскопических исследований твердых тел. Даны основы лазеров на свободных электронах. С физической точки зрения определяются сравнительные возможности этих технологий и их перспективы.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

При освоении дисциплины используются понятия из разделов уравнения математической физики, теория поля, квантовая механика, атомная физика, спектроскопия, физика твердого тела, электротехника и электроника. Овладение данной дисциплиной необходимо выпускникам для следующих областей профессиональной деятельности по исследованию и разработке:

- установок и систем в области биомедицины;
- установок и систем лазерной обработки материалов;
- структурных и спектроскопических свойств новых и разрабатываемых материалов;
- методов повышения безопасности высокотехнологичных установок, материалов и технологий;
- биомедицинских установок и технологий, обладающих высокой эффективностью, безопасностью и защищенностью.

### **3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача	Объект или	Код и наименование	Код и наименование
--------	------------	--------------------	--------------------

<b>профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>область знания</b>	<b>профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
<b>научно-исследовательский</b>			
- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	<p>ПК-3 [1] - Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-3 [1] - знать методы проведения научных исследований и выполнения опытно-конструкторских работ в области физики</p> <p>У-ПК-3 [1] - уметь самостоятельно формулировать цели, ставить задачи научных исследований в своей профессиональной сфере; решать физические задачи с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>В-ПК-3 [1] - владеть навыками работы на современной аппаратуре, оборудовании; навыками использования информационных технологий в своей профессиональной области</p>
- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	<p>ПК-1.2 [1] - Способен применять на практике знания лазерной физики, физики полупроводников, оптики, физических основ взаимодействия излучения с веществом для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный</p>	<p>3-ПК-1.2 [1] - Знать законы и принципы физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики</p> <p>У-ПК-1.2 [1] - Уметь формулировать, выделять, анализировать исходные данные об исследуемом объекте и явлении, исходя из законов и принципов физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики</p> <p>В-ПК-1.2 [1] - Владеть</p>

информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований		стандарт 40.039, 40.037, 40.006	приемами и методами, используемыми в области физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики, для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений
- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	ПК-1.3 [1] - Способен ставить и решать теоретические и экспериментальные задачи в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 40.037	З-ПК-1.3 [1] - Знать теоретические и аналитические модели и основные приемы проведения эксперимента в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом У-ПК-1.3 [1] - Уметь формулировать задачи исследования в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом, выбирать подходящие модели, экспериментальные приемы и методы исследования В-ПК-1.3 [1] - Владеть навыками анализа полученных результатов, формулирования выводов, корректировки дальнейшего плана исследования в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом
технологическо-трансферный			
- разработка новых методов и методических	физические объекты и системы	ПК-5 [1] Способен принимать участие в разработке новых	З-ПК-5 [1] - знать современные направления исследований в своей

<p>подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов</p>	<p>различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 40.008</p>	<p>профессиональной области У-ПК-5 [1] - уметь анализировать и выявлять перспективные направления в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности</p> <p>В-ПК-5 [1] - владеть современными методиками и подходами в решении научно-инновационных и инженерно-технологических задач в профессиональной сфере</p>
<p>- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей,</p>	<p>физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>ПК-1.5 [1] - Способен к созданию и расчету устройств квантовой электроники и фотоники, применению их в науке, технике, промышленности и медицине</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 06.005</p>	<p>З-ПК-1.5 [1] - Знать особенности расчета, разработки и конструирования устройств квантовой электроники и фотоники с учетом сферы их применения</p> <p>У-ПК-1.5 [1] - Уметь использовать имеющиеся знания и получать новые знания для генерации идей и подходов по созданию и расчету устройств квантовой электроники и фотоники</p> <p>В-ПК-1.5 [1] - Владеть навыками проведения расчета и опытно-</p>

выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов			конструкторских работ по созданию устройств квантовой электроники и фотоники, их настройки и диагностики
--	--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	- 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.
Профессиональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» 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 "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- 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.</li> </ul>
Профессиональное воспитание	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением (В32);</li> </ul>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Введение в специальность», «Основы и применение синхротронного излучения», «Физика биологического действия радиации» и всех видов практик – ознакомительной, научно-исследовательской, педагогической, преддипломной для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования культуры работы с патогенами, обеспечивающей безопасность и не распространение, приборами дозиметрического контроля, радиационной и экологической безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий по вопросам биобезопасности.</li> </ul> <p>Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования этических основ проведения экспериментов с использованием лабораторных животных посредством обсуждения техники безопасной работы с высокотехнологичным экспериментальным оборудованием, высокопроизводительной вычислительной техникой и с живыми системами.</li> </ul>

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

<b>№ п.п</b>	<b>Наименование раздела учебной дисциплины</b>	<b>Недели</b>	<b>Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.</b>	<b>Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)</b>	<b>Максимальный балл за раздел**</b>	<b>Аттестация раздела (форма*, неделя)</b>	<b>Индикаторы освоения компетенции</b>
	<i>9 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, З-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5
2	Второй раздел	9-16	8/8/0		25	КИ-16	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, З-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5
	<i>Итого за 9 Семестр</i>		16/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 9 Семестр</b>				50	3	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3,

							З-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5
--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>9 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	8	8	0
1	<b>Введение</b> Введение. Исторический обзор. Определение синхротронного излучения как магнито-тормозного излучения и его свойства. Источники синхротронного излучения. Основные применения.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн	1 0	0
2	<b>Теория синхротронного излучения</b> Теория синхротронного излучения. Релятивистский электрон. Уравнения Максвелла-Лоренца и уравнение движения электрона в 4-х мерном пространстве. Границы применимости классической электродинамики.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн	1 0	0
3	<b>Свойства синхротронного излучения</b> Свойства синхротронного излучения. Радиационный предел ускорения. Мощность синхротронного излучения. Спектрально-угловое распределение мощности синхротронного излучения.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн	1 0	0
4	<b>Поляризационные свойства</b> Поляризационные свойства. Особенности углового распределения мощности синхротронного излучения. Когерентность синхротронного излучения.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн	1 0	0
5	<b>Устройства и принципы действия ускорительной техники</b> Устройства и принципы действия ускорительной техники. Линейные ускорители. Циклические ускорители. Ондуляторы. Синхротрон. Накопительные кольца.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн	1 0	0
6	<b>Экспериментальное наблюдение синхротронного излучения</b> Экспериментальное наблюдение синхротронного излучения. Первые эксперименты по наблюдению «светящегося» электрона. Экспериментальное исследование спектрально-угловых характеристик и поляризации синхротронного излучения.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн	1 0	0

7	<b>Динамика движения электронов в синхротронах</b> Динамика движения электронов в синхротронах. Уравнение движение электронов по окружности в МП. Бетатронные колебания. Принципы автофазировки. Условия фокусировки.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
8	<b>Влияние излучения на движение электронов в ускорителях и накопительных кольцах</b> Влияние излучения на движение электронов в ускорителях и накопительных кольцах. Экспериментальное исследование влияния СИ на движение электронов в циклическом ускорителе. Квантовые эффекты при движении релятивистского электрона.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
9-16	<b>Часть 2</b>	8	8	0
		Всего аудиторных часов		
		2	2	0
9	<b>Каналы синхротронного излучения</b> Каналы синхротронного излучения. Экспериментальные установки в каналах синхротронного излучения. Установка С-60 в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
10	<b>Свойства ондуляторного излучения</b> Свойства ондуляторного излучения. Экспериментальное исследование свойств ондуляторного излучения. Сравнительная характеристика синхротронного и ондуляторного излучений.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
11	<b>Применение синхротронного и ондуляторного излучения</b> Применение синхротронного и ондуляторного излучения. Свойства важные для применения. Методы спектроскопии в синхротронном излучении. Спектроскопия атомов и молекул. Спектроскопия твердого тела. Люминесценция кристаллов при возбуждении синхротронным излучением.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
12 - 15	<b>Устройство усилителей и лазеров на свободных электронах</b> Устройство усилителей и лазеров на свободных электронах. Инверсная населенность и индуцированное излучение применительно к лазерам на свободных электронах. Свойства излучения лазеров на свободных электронах. Применение лазеров на свободных электронах.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и практических занятий, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в изучении пройденного материала и подготовке домашнего задания. Для того чтобы дать современное состояние физики и эксперимента синхротронного излучения, предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, в том числе, проводимых в НИЯУ МИФИ, ФИАН, и других организациях.

## **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы освоения</b>	<b>Аттестационное мероприятие (КП 1)</b>
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
ПК-1.2	З-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-1.3	З-ПК-1.3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-1.5	З-ПК-1.5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.5	З, КИ-8, КИ-16

### **Шкалы оценки образовательных достижений**

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту,

			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»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, 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			Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»	E	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ Г 42 Теория поля : учебник для бакалавров, Москва: Юрайт, 2022
2. 621.38 Ф 50 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника. Высокочастотные дефлекторы. : учеб. пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2019
3. 539.1 А86 Синхротронное излучение. Некоторые применения в материаловедении Ч.1 , , М.: МИФИ, 1998
4. 548 Ф45 Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ : учебное пособие для вузов, Г. В. Фетисов ; ред. Л. А. Асланов, Москва: Физматлит, 2007
5. 621.38 П22 Физика пучка в кольцевых ускорителях : учеб. пособие для вузов, П. Т. Пашков, Москва: Физматлит, 2006
6. 621.38 Д55 Ускорители заряженных частиц в экспериментальной физике высоких энергий : текст лекций, Ю. П. Добрецов, Москва: МИФИ, 2008

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. И L47 Accelerator physics : , New Jersey [and oth.]: World scientific, 2012
2. 621.38 И88 Введение в физику ускорителей заряженных частиц : курс лекций, Дубна: ОИЯИ, 2012
3. 621.38 В16 Современные синхротроны : Учеб. пособие, Вальднер О.А., Глазков А.А., М.: МИФИ, 1990
4. 537 Т35 Синхротронное излучение и его применение : Учеб. пособие для вузов, Тернов И.М., Михайлин В.В., Халилов В.Р., М.: МГУ, 1985

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

## **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения – мультимедийным оборудованием. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены рабочими местами, в том числе компьютерной техникой, с возможностью выхода в сеть «Интернет».

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Комплекс дисциплины предполагает ряд основных видов работы:

- аудиторная работа в виде лекций и практических занятий,
- самостоятельная работа,
- выполнение контрольных работ.

Перечисленные виды работы составляют целостную систему обучения, обеспечивающую разностороннюю подготовку обучающегося и призваны к приобретению новых компетенций и повышению уровня его компетентности.

Структура курса предполагает освоение каждой предлагаемой темы в несколько этапов.

Проводятся практические занятия, на которых в форме "круглого стола" обсуждаются предлаляемые темы, проверяется подготовленность к занятиям. Также предполагается самостоятельная работа студента по предложенными темам с последующим контролем со стороны преподавателя.

Текущий контроль: в течение семестра выполняются следующие контрольных мероприятий:

- оценка участия в практических занятиях;
- выполнение контрольных работ.

Результаты выполнения контрольных мероприятий являются основанием для допуска к промежуточному контролю по дисциплине.

Промежуточный контроль осуществляется в виде ответа на вопросы.

#### Система оценки успеваемости студента

Для оценки успеваемости студента применяется 100-балльная система, которая позволяет учитывать работу студента в течение семестра и прохождение аттестации.

Учебная работа студента в семестре оценивается по следующим категориям: показатели посещаемости и эффективности работы на каждом занятии, результаты выполнения контрольных мероприятий.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить в ходе аудиторной и самостоятельной работы в семестре, составляет 50 баллов.

Минимальное количество баллов, которое необходимо для допуска студента к промежуточной аттестации, составляет 30 баллов.

По итогам семестра проводится промежуточная аттестация.

В совокупности за промежуточную аттестацию студент может получить 50 баллов.

Итого, максимальная оценка по курсу по итогам семестра составляет 100 баллов, для аттестации по курсу необходимо набрать минимум 60 баллов.

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Комплекс дисциплины предполагает ряд основных видов работы:

- аудиторная работа в виде лекций и практических занятий,
- самостоятельная работа,
- выполнение контрольных работ.

Перечисленные виды работы составляют целостную систему обучения, обеспечивающую разностороннюю подготовку обучающегося и призваны к приобретению новых компетенций и повышению уровня его компетентности.

Структура курса предполагает освоение каждой предлагаемой темы в несколько этапов.

Проводятся практические занятия, на которых в форме "круглого стола" обсуждаются предлагаемые темы, проверяется подготовленность к занятиям. Также предполагается самостоятельная работа студента по предложенным темам с последующим контролем со стороны преподавателя.

Текущий контроль: в течение семестра выполняются следующие контрольных мероприятий:

- оценка участия в практических занятиях;
- выполнение контрольных работ.

Результаты выполнения контрольных мероприятий являются основанием для допуска к промежуточному контролю по дисциплине.

Промежуточный контроль осуществляется в виде ответа на вопросы.

#### Система оценки успеваемости студента

Для оценки успеваемости студента применяется 100-балльная система, которая позволяет учитывать работу студента в течение семестра и прохождение аттестации.

Учебная работа студента в семестре оценивается по следующим категориям: показатели посещаемости и эффективности работы на каждом занятии, результаты выполнения контрольных мероприятий.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить в ходе аудиторной и самостоятельной работы в семестре, составляет 50 баллов.

Минимальное количество баллов, которое необходимо для допуска студента к промежуточной аттестации, составляет 30 баллов.

По итогам семестра проводится промежуточная аттестация.

В совокупности за промежуточную аттестацию студент может получить 50 баллов.

Итого, максимальная оценка по курсу по итогам семестра составляет 100 баллов, для аттестации по курсу необходимо набрать минимум 60 баллов.

Автор(ы):

Завестовская Ирина Николаевна, д.ф.-м.н., с.н.с.