

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ (INTERACTION OF LIGHT AND MATTER)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
1	4	144	32	32	0	44	0	Э
Итого	4	144	32	32	0	44	0	

АННОТАЦИЯ

Физика взаимодействия излучения с веществом является одной из самых проработанных дисциплин, поскольку базируется на хорошо развитой теории электромагнетизма и статистической физики. Однако, в силу огромного количества практических приложений, эта область продолжает развиваться, ставя перед исследователями, инженерами, экспериментаторами все новые и новые задачи, решения которых пока не найдено. Решение такого рода задач требует отражения соответствующих идей, разбора качественных и количественных закономерностей в специальном курсе. В рамках курса изучаются микроскопические и макроскопические уравнения Максвелла и их решение, явление рассеяния электромагнитного излучения на частицах, излучение Вавилова-Черенкова, временная и пространственная дисперсия сред, локальное поле и другие вопросы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Взаимодействие излучения с веществом» являются:

- дать студентам представление о многообразии физических явлений, возникающих при прохождении потоков заряженных и нейтральных частиц сквозь вещество,
- познакомить с методами решения научных задач, возникающими в данной области физики,
- познакомить с новейшими тенденциями развития в области физики источников электромагнитного излучения, и в области физики взаимодействия релятивистских ядерных частиц и жестких излучений с конденсированными средами,
- сделать акцент на микроскопическом рассмотрении и на качественной картине изучаемых явлений.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Предполагается, что студенты, приступающие к изучению данного курса, прослушали курсы общей физики, линейной алгебры, математического анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, уравнений математической физики, а также курсы теоретической физики (механика, теория поля, квантовая механика); прослушали или слушают параллельно курс макроскопической электродинамики. По ряду моментов данный курс является развитием стандартного университетского курса макроскопической электродинамики, читаемого по восьмому тому курса Теоретической физики Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица, и вместе с тем содержит значительное количество оригинальных подходов к решению задач и отражает состояние современных исследований.

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 профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
выбор оптимального метода и разработка программ экспериментальных исследований и измерений с выбором технических средств и обработкой результатов	фундаментальные и прикладные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики	<p>ПК-3 [1] - способен разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-3[1] - Знать: элементную базу и устройства фотоники ; У-ПК-3[1] - Уметь: приобретать и использовать новые знания в своей предметной области; предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач в своей предметной области ; В-ПК-3[1] - Владеть: основными методами и способами контроля параметров устройств фотоники</p>
проектно-конструкторский			
разработка функциональных и структурных схем приборов и систем фотоники и оптоинформатики и установление технических требований на отдельные блоки и элементы	элементная база, системы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, а также микрооптики элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров элементная база, системы, материалы, методы и технологии, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации элементная база и системы преобразования и отображения	<p>ПК-4 [1] - способен к разработке функциональных и структурных схем фотоники и оптоинформатики на уровне узлов, элементов, систем и технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-4[1] - Знать: физические принципы действия устройств и систем фотоники и оптоинформатики ; У-ПК-4[1] - Уметь: проводить сравнительный анализ изделий-аналогов; формулировать технические требования на отдельные узлы, элементы, системы и технологии ; разрабатывать и исследовать новые</p>

	<p>информации элементная база и системы на основе наноразмерных и фотоннокристаллических структур системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры оптические системы искусственного интеллекта устройства и системы компьютерной фотоники</p>		<p>способы и принципы функционирования оптических и оптико-электронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации ; В-ПК-4[1] - Владеть: методами анализа и расчета ожидаемых параметров разрабатываемых приборов и систем фотоники и оптоинформатики</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Микроэлектродинамика	1-8	16/16/0	Кл-8 (25)	25	Кл-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Макроэлектродинамика	9-16	16/16/0	Кл-16 (25)	25	Кл-16	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4,

							У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – 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
Кл	Коллоквиум
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Микроэлектродинамика	16	16	0
1 - 2	Микроскопические уравнения Максвелла. Преобразования Фурье Вид микроскопических уравнений Максвелла. Формулы преобразований Фурье	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Дельта-функция и ее свойства Введение понятия дельта-функции. Способы интегрирования с дельта-функцией. Основные свойства	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Решение микроскопических уравнений Максвелла в дипольном приближении. Дипольное приближение. Решение уравнений Максвелла	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Спектрально-угловая плотность излученной энергии. Рассеяние электромагнитных волн на одной частице. Выражения для спектрально-угловой плотности энергии	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		

	излучения. Задача о рассеянии волн на одной частице	0	0	0
8	Коллоквиум Коллоквиум по пройденному материалу	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Макроэлектродинамика	16	16	0
9	Рассеяние электромагнитных волн на двух взаимодействующих частицах, ближнепольные резонансы. Задача о рассеянии волн на двух частицах	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Макроскопические уравнения Максвелла. Решение уравнений Максвелла в среде. Излучение Вавилова-Черенкова. Макроскопические уравнения Максвелла. Решение уравнений Максвелла в среде. Условия излучения Вавилова-Черенкова.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Диэлектрическая проницаемость неоднородной и нестационарной среды. Временная и пространственная дисперсия диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость неоднородной и нестационарной среды. Временная и пространственная дисперсия диэлектрической проницаемости.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Разница между точным микроскопическим, средним макроскопическим и локальным полями. Формула Клаузиуса-Моссотти для бесконечного диэлектрика. Точные микроскопическое, средним макроскопическое и локальное поля. Вывод формулы Клаузиуса-Моссотти для бесконечного диэлектрика.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Отражение света резонансной поверхностью. Когерентные и некогерентные процессы Задача об отражении света резонансной поверхностью. Когерентность и некогерентность	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Коллоквиум Коллоквиум по пройденному материалу	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа, с применением проектора и презентаций по избранным темам;
- семинары – практическая работа по решению задач, с опорой на лекционный материал, для наилучшего его усвоения;
- самостоятельная работа студентов;
- дополнительные лекции и семинары с участием зарубежных и российских коллег из ведущих мировых научно-исследовательских центров.

6. 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:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-3	З-ПК-3	Э, Кл-8, Кл-16
	У-ПК-3	Э, Кл-8, Кл-16
	В-ПК-3	Э, Кл-8, Кл-16
ПК-4	З-ПК-4	Э, Кл-8, Кл-16
	У-ПК-4	Э, Кл-8, Кл-16
	В-ПК-4	Э, Кл-8, Кл-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
75-84		C	

70-74		D	материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	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			
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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А 42 Общая физика. Оптика (главы курса) : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2018
2. ЭИ О-75 Основы теоретической физики Т. 1 Механика. Электродинамика, : , 2018
3. 530 Л37 Курс теоретической физики Т.1 Теория электромагнитного поля. Теория относительности. Статистическая физика. Электромагнитные процессы в веществе, , Москва: Наука, 1969
4. 539.1 Д50 Дифракционное излучение релятивистских частиц : учебное пособие, А. П. Потылицын [и др.], Томск: ТПУ, 2008
5. 537 Р99 Введение в электродинамику конденсированного вещества : , Рязанов М.И., Москва: Физматлит, 2002

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Для повторения и более детального изучения ряда проблем, не нашедших отражения в курсе, рекомендуется самостоятельное повторение материалов курсов по квантовой механике, теории поля и макроскопической электродинамике.

Кроме того, рекомендуется материал каждой лекции прорабатывать непосредственно в день, когда она была прочтена, и в случае наличия вопросов обращаться к преподавателю.

Для студентов, чья учебно-исследовательская работа так или иначе связана с кругом рассматриваемых в курсе лекций явлений рекомендуется ознакомление с содержанием обзоров УФН – Успехи физических наук, начиная примерно с 1990 г.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При изложении курса необходимо акцентировать внимание студентов на нескольких ключевых понятиях и связанных с ними постановках задач и методах их решения. При прочтении лекций стоит обратить особое внимание на следующие моменты.

1. Существенность взаимодействия описываемых объектов.

В большинстве учебников по классической электродинамике подчеркивается принцип суперпозиции, напрямую следующий из уравнений Максвелла. То обстоятельство, что для справедливости принципа суперпозиции источники должны быть независимы друг от друга, обычно остается в тени. Однако при расчете реальных задач начинающий специалист сталкивается с реальными задачами, где считать источники токов невзаимодействующими можно лишь в виде исключений. Взаимодействие же источников, являющееся, как правило, необходимым при рассмотрении сразу нескольких источников – несколько центров рассеяния, или излучения – приводит к тому, что ответ не сводится к интерференции невзаимодействующих источников, а имеет значительно более сложный вид, учитывающий также и возможности резонансных взаимодействий. Поэтому преподавателю рекомендуется изначально заострять внимание на таких моментах. Например, вслед за рассказом о суперпозиции решений, как свойства уравнений Максвелла, хорошо привести решение задачи о рассеянии электромагнитной волны на системе двух взаимодействующих центров рассеяния, и показать, что результат не сводится к простой интерференции решений от независимых рассеивателей, а описывает также и резонансное рассеяние на системе взаимодействующих объектов, как целом.

2. Понятие о когерентности явлений/процессов.

Когерентность проявляет себя в самых разных областях физики: когерентность рассеянного поля (или поля излучения) в случае наличия большого количества рассеивателей; когерентность при прохождении тока заряженных частиц сквозь периодические структуры (как

в резонансно-туннельных диодах); длина когерентности (длина формирования, область формирования) в тормозном и поляризационном излучении заряженных частиц при их взаимодействии с системами частиц; когерентность в излучении сгустков (когда в сгустке число частиц может достигать десять в десятой степени) и так далее. Понятие о когерентности является основополагающим для большого числа явлений и процессов из разных областей физики, и поэтому это явление следует объяснять на простейшей задаче (по выбору лектора, что ему ближе) и затем при рассмотрении круга иных явлений подчеркивать роль когерентности, где возможно.

3. Понятие о соотношении физической модели явления и пределах применимости методов описания конкретных явлений.

Важно изначально строить курс лекций и семинаров таким образом, чтобы подходы и методы решения были полезны и будущим теоретикам, и будущим специалистам в области численного моделирования. Для этого необходимо привязывать вводимые понятия к потребностям численного моделирования, которое существенно опирается на формулировку первичных уравнений, которые всегда написаны в некоторых приближениях. Пределы применимости методов, используемые приближения стоит отмечать при рассмотрении каждой отдельной задачи, всякий раз очерчивая круг явлений, которые выпадают за рамки рассмотрения по причине приближений, сделанных не только на стадии решения уравнений, но и на стадии их формулирования.

Автор(ы):

Тищенко Алексей Александрович