

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 08.07.2026 15:54:44
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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
«27» 02 2026 г.
М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика. Дополнительные разделы»

Направление подготовки 11.03.01 «Радиотехника»

Направление подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направление подготовки 11.03.03. «Конструирование и технология электронных средств»

Направление подготовки - 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Москва 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1. ФизДР Способен применять знания оптики, атомной, ядерной физики и строения вещества, полученные при изучении дополнительных разделов, в инженерной практике.	Знает фундаментальные понятия, законы, теории оптики, атомной, ядерной физики и строения вещества, полученные при изучении дополнительных разделов Умеет применять физические законы оптики, атомной, ядерной физики и строения вещества, полученные при изучении дополнительных разделов, для решения задач теоретического и прикладного характера Имеет опыт использования знаний физики в области оптики, атомной, ядерной атомной физики и строения вещества, полученные при изучении дополнительных разделов, при решении практических задач
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2. Физ ФизДР Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных на основе навыков выполнения физического эксперимента по атомной физике и строению вещества	Знает способы оценки погрешности результатов измерений физического эксперимента по атомной физике и строению вещества Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования на основе навыков выполнения физического эксперимента по атомной физике и строению вещества Имеет опыт обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений физического

		эксперимента по атомной физике и строению вещества
--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: для освоения дисциплины необходимы знания по физике и математике в объеме требований ЕГЭ и знания, полученные при изучении физико-математических дисциплин предыдущих семестров обучения: электричество и магнетизм, оптика, математический анализ, дифференциальные уравнения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа					Самостоятельная работа		Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)	Текущий контроль/ групповые консультации (часы)	Промежуточная аттестация (часы)	Текущая СР (часы)	Подготовка к экзамену (часы)	
2	4	5	180	32	16	16	16	4	64	32	Экз

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

и наименование модуля	Контактная работа					Самостоятельная работа		Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)	Текущий контроль/ групповые консультации (часы)	Промежуточная аттестация (часы)	Текущая СР (часы)	Подготовка к экзамену (часы)	
4.1 Элементы оптики	4	-	2	2	4	14	32	Опрос
								Тестовые задания
4.2 Элементы атомной и ядерной физики	16	6	8	8		27		Опрос
								Тестовые задания
								Защита лабораторных работ

							Контрольная работа №1
4.3 Строение вещества. Физическая картина мира	12	10	6	6		23	Опрос
							Тестовые задания
							Защита лабораторных работ
							Контрольная работа №2
							Контроль выполнения и защита практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
4.1	1	2	Когерентность света. Временная когерентность. Время и длина когерентности. Пространственная когерентность. Длина пространственной когерентности.
	2	2	Электромагнитные волны в веществе. Дисперсия волн. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость. Электронная теория дисперсии. Поглощение и рассеяние электромагнитных волн.
4.2	3	2	Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор. Операторы момента импульса и его проекции. Квантование момента импульса и его проекции. Сложение моментов в квантовой механике. Туннельный эффект.
	4-5	4	Магнитные свойства атома. Орбитальный и спиновый магнитные моменты электрона. Магнетон Бора. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана. Состояния электронов в атоме. Принцип Паули. Электронные оболочки. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновские спектры атомов. Закон Мозли.
	6	2	Молекулы. Химическая связь. Ионная и ковалентная связи. Зависимость потенциальной энергии взаимодействия двух атомов от расстояния между ними. Молекула водорода. Энергия двухатомной молекулы. Электронная, колебательная, вращательная энергии молекулы.

	7-8	4	Физика атомного ядра Состав и характеристики атомных ядер. Ядерные силы. Свойства ядерных сил. Энергия связи ядер. Модели атомного ядра. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.
	9-10	4	Физика элементарных частиц. Виды взаимодействий. Классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Фундаментальные частицы и фундаментальные взаимодействия. Законы сохранения.
4.3	11	2	Элементы статистической физики. Микро- и макросостояния. Статистическое описание микросостояния макросистемы. Статистический смысл энтропии.
	12-13	4	Порядок и беспорядок в природе. Энтропия как количественная мера хаотичности. Принцип возрастания энтропии. Ближний и дальний порядок. Кристаллическая решетка. Аморфные вещества.
	14	2	Явления переноса в газах. Средняя длина свободного пробега. Плотность потока молекул. Диффузия, вязкость и теплопроводность газов. Коэффициенты вязкости, диффузии и теплопроводности. Диффузия во внешнем силовом поле.
	15	2	Равновесие фаз и фазовые превращения. Фазы вещества. Условия равновесия фаз. Термодинамика поверхности раздела двух фаз. Поверхностная энергия и натяжение. Капиллярные явления.
	16	2	Физическая картина мира. Особенности классической и неклассической физики. Основные достижения и проблемы субъядерной физики. Современные космологические представления.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Дисперсия света.
	2	2	Магнитные свойства атомов.
2	3	2	Молекула.
	4	2	Строение атомного ядра. Контрольная работа №1
	5	4	Элементарные частицы.
3	6	2	Статистические распределения.
	7	2	Энтропия.

	8	2	Явления переноса. Контрольная работа №2
--	---	---	--

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	-	-	-
2	1	2	Опыт Франка – Герца
	2	2	Определение постоянной Ридберга и энергетических уровней атома водорода
	3	2	Эффект Зеемана
3	4	4	Изучение термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода
	5	4	Эффект Комптона
	6	2	Эффект Холла в полупроводниках

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	7	Работа с учебной литературой: работа с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями.
	4	Выполнение домашних заданий для освоения тем практических занятий.
	3	Подготовка к контрольной работе 1
2	9	Работа с учебной литературой: работа с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями.
	1	Выполнение практико-ориентированного задания
	1	Работа с электронными модулями индивидуальной работы студентов
	6	Подготовка к лабораторным занятиям: подготовка конспекта лабораторной работы, изучение теоретического материала, схемы эксперимента, метода обработки экспериментальных данных, подготовка ответов на контрольные вопросы.
	7	Выполнение домашних заданий для освоения тем практических занятий.
	3	Подготовка к контрольной работе
3	7	Работа с учебной литературой: работа с конспектами лекций, учебниками и учебными пособиями.
	6	Подготовка к лабораторным занятиям: подготовка конспекта лабораторной работы, изучение теоретического материала, схемы эксперимента,

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
		метода обработка экспериментальных данных, подготовка ответов на контрольные вопросы.
	7	Выполнение домашних заданий для освоения тем практических занятий.
	3	Подготовка к контрольной работе 2

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, URL: <http://orioks.miet.ru>):

Модуль 1 «Элементы оптики»

Материалы с кратким изложением лекционного курса для подготовки к практическим и лабораторным занятиям и экзамену:

Методическое пособие для практических занятий и подготовки к контрольным мероприятиям и экзамену:

Электронные модули индивидуальной работы студентов (ЭМИРС) для подготовки к практическим занятиям, контрольным мероприятиям и экзамену.

Модуль 2 «Элементы атомной и ядерной физики»

Материалы с кратким изложением лекционного курса для подготовки к практическим, лабораторным занятиям и экзамену:

Методическое пособие для практических занятий и подготовки к контрольным мероприятиям и экзамену:

Электронные модули индивидуальной работы студентов (ЭМИРС) для подготовки к практическим занятиям, контрольным мероприятиям и экзамену.

Модуль 3 «Строение вещества. Физическая картина мира»

Материалы с кратким изложением лекционного курса для подготовки к практическим, лабораторным занятиям и экзамену:

Методическое пособие для практических занятий и подготовки к контрольным мероприятиям и экзамену:

Электронные модули индивидуальной работы студентов (ЭМИРС) для подготовки к практическим занятиям, контрольным мероприятиям и экзамену.

«Лабораторный практикум»

Материалы с описанием лабораторных работ для самостоятельной подготовки и выполнения лабораторных работ.

Методические рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ.

Методическое пособие – видеоматериалы «Быстрый старт», которые знакомят студента с экспериментальной установкой и демонстрируют действия по проведению эксперимента.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 11.02.2026)
2. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 8-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 261 с. — ISBN 978-5-93208-517-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/507630> (дата обращения: 11.02.2026).
3. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская, В. А. Прокудин. — 14-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 434 с. — ISBN 978-5-93208-513-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172247> (дата обращения: 11.02.2026).
4. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 томах. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 224 с. — ISBN 978-5-507-51137-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/505507> (дата обращения: 11.02.2026)
5. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 9-е эл.изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 210 с. — ISBN 978-5-93208-864-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/495368> (дата обращения: 11.02.2026)
6. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стереот. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020 — Том 5 : Атомная и ядерная физика — 2020. — 784 с. — ISBN 978-5-9221-0645-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185730> (дата обращения: 11.02.2026)

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 11.02.2026). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
2. Наука.Club = Nauka.Club : образовательный портал. - [б.м.] : Образовательный портал для школьников и студентов, 2018 - . - URL: <https://nauka.club/> (дата обращения: 11.02.2026). - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется обучение, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий и самостоятельной работы студентов формами и видами взаимодействия преподавателей и обучающихся в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС. (URL: <http://orioks.miet.ru>)

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: разделы ОРИОКС «Домашние задания», «Новости», электронная почта, WtatsApp.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах: видеолекции, презентации.

Тестирование проводится в ОРИОКС (MOODLe).

В процессе обучения при подготовке и в ходе выполнения лабораторного практикума студенты могут использовать видеоматериалы «Быстрый старт». Они представляют собой разработанные и записанные преподавателями Института видеоинструкции, в которых демонстрируются действия обучающегося при выполнении лабораторной работы.

Для повышения качества обучения и увеличения контактной работы непосредственно во время проведения лабораторных работ занятия проводятся двумя преподавателями. Это позволяет увеличить время для обсуждения со студентами вопросов, касающихся физических законов и понятий, которые используются на лабораторном занятии, в деталях рассмотреть схему выполнения экспериментальной части работы, а после ее завершения проанализировать полученные экспериментальные данные.

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	Специализированная мебель (место преподавателя, посадочные места для студентов) <u>Материально-техническое оснащение:</u> Компьютер, моноблок Lenovo F0AM0092RK, проектор Panasonic PT-VW535N, экран Mediavisor, экран рулонный настенный, телевизор Panasonic TX-85XR940, телевизор LG 55UF771V, клавиатура Lenovo SK-8861, мышь Lenovo ZTM600, радиосистема Shure BLX88E K3E, микрофон GAL VM-175, акустика JBL PRX700, акустика EON15 G , микшер Phonic AM120, HDMI-адаптер Trendnet TU3-HDMI, HDMI-DVB-T Modulator Dr.HD MR 125 HD, коммутатор Eltex MES2208P,	Академические лицензии на ПО по проекту Azure Dev Tools for Teaching (Microsoft) Microsoft Office Kaspersky

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
	учебная доска, кафедра	
Учебная аудитория	Специализированная мебель (место преподавателя, посадочные места для студентов) <u>Материально-техническое оснащение:</u> Учебная доска	ПО не требуется
Лаборатория «Строения вещества-1» ауд. № 3330	Специализированная мебель (место преподавателя, посадочные места для студентов) <u>Материально-техническое оснащение:</u> Лабораторная установка «Эффект Зеемана» Лабораторная установка «Комптоновское рассеяние» Лабораторная установка «Дифракция электронов» Лабораторная установка «Серия Бальмера» Лабораторная установка «Удельный заряд электрона» Лабораторная установка «Эксперимент Франка – Герца» Лабораторная установка «Эффект Холла в GE n-типа» Лабораторный комплекс «Опыт Франка-Герца» Лабораторный комплекс «Тепловое излучение» Лабораторный комплекс «Изучение электронной термоэмиссии» Персональный компьютер в комплекте Принтер	Академические лицензии на ПО по проекту Azure Dev Tools for Teaching (Microsoft) Office
Помещение для самостоятельной работы (компьютерный класс библиотеки)	<u>Материально-техническое оснащение:</u> 17 компьютеров, объединенных в сеть, с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1.ФОС по подкомпетенции ОПК-1.ФизДР. Способен применять знания оптики, атомной, ядерной физики и строения вещества, полученные при изучении дополнительных разделов, в инженерной практике.

2.ФОС по подкомпетенции ОПК-3.ФизДР Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных на основе навыков выполнения физического эксперимента по атомной физике и строению вещества

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

Сформированность подкомпетенции ОПК-3 ФизАФСВ проверяется до промежуточной аттестации на последнем занятии лабораторного практикума.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина изучается в течение одного семестра и включает следующие контактные виды обучения:

- лекции – 1 раз в неделю;
- практические занятия (семинары) – 1 раз в 2 недели;
- лабораторные работы – 3-х часовые занятия 1 раз в 2 недели;
- консультации – 1 раз в 2 недели, которые проводятся лектором потока и преподавателями, ведущими практические занятия.

Посещение всех перечисленных контактных видов обучения является обязательным для успешного освоения дисциплины.

На групповых консультациях дополнительно разъясняются трудноусвояемые темы отдельных разделов физики, выполнение самостоятельной работы, а также выполнение контрольных работ текущего контроля.

Во время сессии студент готовится к сдаче промежуточной аттестации по заранее известным вопросам, соответствующим рабочей программе дисциплины.

Во время экзамена на первом этапе студент отвечает на теоретический тест, решает практическую задачу, отвечает на вопросы преподавателя как по теоретической части, так и по практической.

Содержание дисциплины состоит из трех модулей, которые изучаются последовательно:

- элементы оптики;
- элементы атомной и ядерной физики;
- строение вещества, физическая картина мира.

Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

Для организации учебной работы студентов в начале каждого семестра предоставляются следующие учебно-методические материалы:

- план лекций и практических занятий на семестр с указанием тем лекций со ссылками на параграфы или страницы учебников и учебных пособий, содержащих соответствующий материал, темы практических занятий и номера заданий из сборников задач для решения в аудитории или самостоятельно;

- график выполнения лабораторных работ;
- график и виды контрольных мероприятий;
- список рекомендуемой учебно-методической литературы;
- рекомендуемые электронные ресурсы, включая «Электронные модули индивидуальной работы студентов» (ЭМИРС), размещенные в сети МИЭТ (<http://orioks.miet.ru/oroks-miet/srs.shtml>).

- практико-ориентированные задания на опыт деятельности, представление и защита результатов которого происходит на одном из практических занятий.

Для организации учебной работы студентов при выполнении лабораторного практикума в начале каждого семестра на первом лабораторном занятии предоставляется информация об учебно-методических материалах по лабораторному практикуму, которые размещены в ОРИОКС в модуле «Лабораторный практикум».

Для успешной работы и эффективного использования времени на лабораторном занятии студентам предоставляются ссылки на видеоматериал «Быстрый старт». Данный материал - это видеоинструкции, которые знакомят студентов с экспериментальной установкой и демонстрируют действия по выполнению эксперимента. Видеоматериалы можно просмотреть дома и непосредственно на рабочем месте.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме до 60 баллов) и итоговое мероприятие в форме экзамена (до 40 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету.

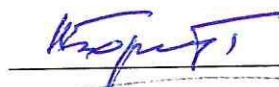
Структура и график контрольных мероприятий приведены в журнале успеваемости на ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>).

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

Разработчики:

Профессор Института ФПМ, д.ф.-м.н.

 /Н.И. Боргардт/

Профессор Института ФПМ, д.ф.-м.н.

 /А.И. Попов/

Рабочая программа дисциплины «Физика. Дополнительные разделы» по направлениям подготовки 11.03.01 «Радиотехника», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 11.03.03. «Конструирование и технология электронных средств», 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» разработана в Институте ФПМ и утверждена на заседании Ученого Совета института 26.02 2026 года, протокол № 3

Директор Института ФПМ



/Н.И. Боргардт/

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. Филипова /