

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Базовая кафедра цифровых технологий в радиотехнике в Открытом акционерном  
обществе «Ярославский радиозавод»

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

20 июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Физика**

Направление подготовки (специальности)  
10.05.01 Компьютерная безопасность

Направленность (профиль)  
«Математические методы защиты информации»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 17 апреля 2023 г., протокол № 5

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от 25 апреля 2023 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Формирование системы знаний о свойствах материи и общих законах природы. Освещение гуманитарного аспекта физической науки, как общечеловеческого достояния. Обучение навыкам решения физических задач. Знакомство с техникой лабораторного эксперимента, методикой обработки опытных данных.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП специалитета

Дисциплина «Физика» относится к обязательной части Блока 1 программы специалитета.

Она использует математический аппарат, который формируется у студентов при изучении таких предметов, как *Алгебра, Геометрия, Математический анализ, Линейная алгебра и Дифференциальные уравнения*.

Данная дисциплина развивает аналитические способности учащихся, навыки решения расчетных и экспериментальных задач. Служит основой для изучения последующих предметов: *Электроника и схемотехника, Аппаратные средства вычислительной техники*. Её отдельные положения полезны для усвоения студентами разделов *Теории вероятностей и математической статистики*.

Знания *Физики* могут с успехом применяться также при выполнении студентами научно-исследовательской работы.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП специалитета

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-4</b> Способен - анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, - применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности;	<b>И-ОПК-4_2</b> Знает основные законы электричества и магнетизма, механики, термодинамики и молекулярной физики, основы теории колебаний и волн, оптики, релятивистской и атомной физики;	<b>Знает:</b> основные понятия и законы механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, термодинамики, оптики и атомной физики;
	<b>И-ОПК-4_3</b> Умеет использовать математические модели физических явлений и процессов. Умеет решать типовые прикладные физические задачи.	<b>Умеет:</b> использовать математические модели физических явлений и процессов, решать типовые прикладные физические задачи аналитически и численно;

	<b>И-ОПК-4_4</b> Владеет методами исследования физических явлений и процессов	<b>Владеет:</b> методами исследования физических явлений и процессов на опыте, навыками измерений и обработки их результатов с получением информации об исследуемых свойствах физических объектов.
--	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 акад.часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Контактная работа						
			Лекции	Практические	Лабораторные	Консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Механика материальной точки	2	6	2		1		4	Проверка ведения конспектов
2	Динамика простых систем	2	6	2		1		4	Проверка задач
3	Неинерциальные системы отсчёта	2	6	2		1		5	Проверка конспектов Проверка задач
4	Небесная механика и гравитация	2	6	2		1		5	Коллоквиум Аттестация в деканат
5	Механика твёрдого тела	2	6	2		1		4	Проверка задач
6	Механика жидкостей	2	6	2		1		4	Проверка конспектов
7	Кинетическая теория газов	2	6	2		1		5	Проверка задач
8	Явления переноса в газах	2	6	2		1		5	Проверка задач
	окончательная аттестация					2	0,5	33,5	Экзамен
	Всего за семестр		48	16		10	0,5	69,5	144 (4 з.е.)
9	Методы обработки данных измерений	3						1,7	Индивидуальный опрос
10	Практикум по механике и молекулярной физике	3			16			16	Сдача 4 лаб. работ из списка работ 1 – 8
11	Электростатика	3	8	2		2		6	Аттестация в деканат
12	Электрические токи	3	8	2		2		6	Проверка конспектов
13	Магнитостатика	3	8	2		2		6	Проверка задач
14	Электромагнитная индукция, колебания и волны	3	8	2		2		6	Проверка конспектов Проверка задач
	окончательная аттестация						0,3		Зачёт
	Всего за семестр		32	8	16	8	0,3	43,7	108 (3 з.е.)
15	Практикум по электромагнетизму	4			8			12	Сдача 3 лаб. работ из списка работ 1 – 6
16	Начала термодинамики	4	8	4		2		8	Проверка задач

17	Статистические распределения		8	4		2		8	Коллоквиум Аттестация в деканат
18	Оптика	4	8	4		2		8	Проверка конспектов
19	Неклассическая физика	4	8	4		2		8	Проверка задач
	окончательная аттестация					2	0,5	33,5	Экзамен
	Всего за семестр		32	16	8	10	0,5	77,5	144 (4 з.е.)
	<b>Всего</b>		<b>112</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>1,3</b>	<b>190,7</b>	<b>396</b>

### Содержание разделов дисциплины:

## МЕХАНИКА МАКРОТЕЛ И МИКРОЧАСТИЦ

### 1. Механика материальной точки

1.1. Кинематика материальной точки. Основные характеристики движения. Понятие о системе отсчёта. Закон сложения движений. Задачи на расчёт плоского движения.

1.2. Динамика материальной точки. Инерциальные системы отсчёта. Способы измерения массы и силы. Законы Ньютона. Принцип относительности Галилея. Прямая и обратная задача динамики.

1.3. Сила тяжести и вес. Другие виды сил. Опыты Галилея с падением и скатыванием тел по наклонной плоскости. Задачи о вертикальном движении тела с учётом силы сопротивления воздуха.

1.4. Работа и кинетическая энергия. Консервативные силы и потенциальная энергия. Примеры диссипативных и гироскопических сил. Закон изменения механической энергии материальной точки.

### 2. Динамика простых систем

2.1. Динамика системы материальных точек. Законы изменения импульса и энергии. Теорема о движении центра масс. Задачи на скольжение взаимодействующих тел.

2.2. Закон сохранения импульса и его роль в определении инертной массы тел. Аддитивность массы и закон её сохранения. Задачи о баллистическом маятнике и стрельбе из пушки.

2.3. Определение моментов импульса и силы. Уравнение моментов для материальной точки и системы точек относительно неподвижного начала. Закон сохранения момента импульса.

2.4. Колебательное движение. Гармонические колебания. Опыты Галилея с подвешенными телами. Изохронность колебаний математического маятника. Изобретение Гюйгенсом маятниковых часов.

### 3. Неинерциальные системы отсчёта

3.1. Неинерциальные системы отсчёта. Поступательная и центробежная сила инерции, их проявления. Широтная зависимость ускорения свободного падения.

3.2. Сила Кориолиса и её проявления. Задачи о движении тела на вращающемся горизонтальном диске (вдоль граничного бортика и радиального ребра), задача о боковом отклонении артиллерийского снаряда. Маятник Фуко.

### 4. Небесная механика и гравитация

4.1. Законы Кеплера и закон всемирного тяготения Ньютона. Вывод закона площадей из закона сохранения момента импульса. Определение относительной массы Солнца и планет по движению их спутников.

4.2. Уравнение радиального движения тела в поле тяготения Солнца. Типы траекторий. Уравнение траектории космического тела в полярных координатах, её параметры. О комете Галлея.

4.3. Принцип суперпозиции сил тяготения. Задача на расчёт гравитационного поля однородной сферы и шара. Измерение гравитационной постоянной (опыты Кавендиша и Жолли).

4.4. Равенство (эквивалентность) инертной и гравитационной масс. Обобщённый закон свободного падения Галилея. Его проверка Ньютоном, Бесселем и Этвешем.

## **5. Механика твёрдого тела**

5.1. Кинематика твёрдого тела. Связь угловых и линейных кинематических величин для чистого вращения. Теорема Эйлера. Основная кинематическая формула.

5.2. Динамика твёрдого тела. Уравнение вращательного движения тела с неподвижной осью. Аналогия с поступательным движением. Кинетическая энергия и момент инерции тела. Теорема Штейнера. Задачи на качение круглых тел.

5.3. Уравнение моментов для твёрдого тела с неподвижной точкой. Задача о движении гироскопа. Скорость прецессии. Сила, действующая на опору.

## **6. Механика жидкостей**

6.1. Общие свойства жидкостей (текучесть, сжимаемость). Закон Паскаля. Вывод уравнения гидростатики. Его решение для земного шара без учёта вращения. Влияние вращения Земли на её форму.

6.2. Решение уравнения гидростатики (газостатики) для изотермической атмосферы. Барометрическая формула. Учёт градиента температуры в тропосфере. Расчёт давления на вершине Эвереста.

6.3. Кинематика жидкости (Эйлер, Лагранж). Траектории жидких частиц. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности. Течение жидкости в трубе переменного сечения.

6.4. Динамика идеальной жидкости. Уравнение Эйлера. Интеграл Бернулли. Истечение жидкости из отверстия в сосуде. Об атмосферном вихре (циклоне).

6.5. Внутреннее трение в жидкостях. Закон вязкости Ньютона. Стационарное течение в круглой трубе (опыты Гагена и Пуазейля). Формула Стокса для силы сопротивления движению шара. Критерий Рейнольдса.

## **7. Кинетическая теория газов**

7.1. Атомно-молекулярная гипотеза. Взвешивание газов. Законы постоянства состава и кратных отношений. Закон Гей-Люссака для объёмов газов и гипотеза Авогадро. Определение относительных масс атомов и молекул.

7.2. Модель идеального газа. Определение давления газа на стенку. Основное уравнение кинетической теории. Закон Дальтона и его роль в физической науке.

7.3. Определение температуры (шкала Кельвина). Уравнение состояния идеального газа. Распределение кинетической энергии теплового движения по степеням свободы молекул. Постоянная Больцмана и число Авогадро.

7.4. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Распределение частиц в поле тяжести. Закон Больцмана (общий случай). Определение постоянной Больцмана из опытов Перрена и Капплера.

## **8. Явления переноса в газах**

8.1. Частота столкновений и длина свободного пробега частиц в газе. Эффективное сечение, формула Сёзерленда. Закон распределения по абсолютным значениям скоростей молекул (Максвелл) без вывода.

8.2. Самодиффузия в газах. Закон Фика и уравнение диффузии. Коэффициент диффузии и подвижность частиц (соотношение Эйнштейна). Определение коэффициента взаимной диффузии газов  $H_2$  и  $CO_2$  из опыта Лошмидта.

8.3. Вязкость газов, формула Максвелла. Определение Лошмидтом размеров молекул воздуха и их плотности при нормальных условиях.

## **9. Методы обработки данных измерений**

Общее вступление. Источники и виды погрешностей. Отбраковка грубых ошибок. О точности измерений и расчётов. Ошибки косвенных измерений. Анализ экспериментальных зависимостей. Компьютерное моделирование случайного процесса.

По начальной главе [6] списка а) основной литературы.

## **10. Практикум по механике и молекулярной физике**

Лабораторные работы 1 – 7 из [6] списка а) основной литературы и лабораторная работа 1 из [7] списка а) основной литературы.

## ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

### 11. Электростатика

11.1. Начальные сведения об электричестве (Дюфе, Клейст, Франклин, Рихман). Два рода электричества. Лейденская банка. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Силовые линии поля. Принцип суперпозиции.

11.2. Поток вектора  $\mathbf{E}$ . Теорема Гаусса для электрического поля. Работа электрической силы. Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{E}$ . Применение интегральных теорем для расчёта электрических полей.

11.3. Потенциал электрического поля. Равновесие зарядов на проводнике. Ёмкость уединённого проводника и конденсатора. Энергия системы зарядов и конденсатора. Атмосферное электричество.

11.4. Электрическое поле в диэлектриках. Дипольный момент молекулы. Вектор поляризации и вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков (без вывода). Конденсаторы с диэлектрической вставкой.

### 12. Электрические токи

12.1. Изучение гальванических явлений. Элементы Вольта. Измерение зарядов и токов. Закон Ома в обычной и дифференциальной форме. Плотность тока и удельное сопротивление. Закон Джоуля – Ленца.

12.2. Токи в металлах и электролитах. Проводимость металлов (теория Друде). Подвижность носителей заряда, их концентрация и длина пробега. Диссоциация молекул в растворах. Электролиз. Законы Фарадея, их научное значение (Стоней).

12.3. Понятие об электродвижущей силе. Падение потенциала на участке цепи с источником э.д.с. Открытие термоэлектрического эффекта (Зеебек). Применение термо-э.д.с. в опытах Ома. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.

### 13. Магнитостатика

13.1. Магнитное поле в вакууме. Открытие Эрстеда и закон взаимодействия токов (Ампер). Понятие о магнитном моменте. Определение магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции для магнитных полей.

13.2. Вихревой характер магнитного поля. Магнитная индукция поля прямого тока. Теорема о циркуляции. Магнитное поле в соленоиде и тороиде.

13.3. Описание поля в магнетиках. Вектор намагничивания и напряжённости магнитного поля. Теорема о циркуляции поля в веществе (без вывода). Её применение к соленоиду с намагничивающимся сердечником.

13.4. Закон Ампера для тока в магнитном поле. Действие магнитного поля на контур с током. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле. Магнитные ловушки заряженных частиц (радиационные пояса Земли, установки Токамак).

13.5. Движение заряженных частиц в скрещенных магнитном и электрическом полях. Электроннолучевая трубка. Опыты по измерению элементарного заряда (Дж.Томсон, Милликен).

### 14. Электромагнитная индукция, колебания и волны

14.1. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца и закон Фарадея. Э.д.с. индукции и сила Лоренца. Самоиндукция контура с током. Индуктивность соленоида.

14.2. Токи при размыкании и замыкании цепи с катушкой индуктивности. Энергия магнитного поля. Взаимная индукция контуров с токами. Их энергия.

14.3. Уравнение колебательного контура. Свободные затухающие колебания. Их характеристики, апериодический режим. Полное сопротивление контура (импеданс) при включении в его цепь переменной (гармонической) э.д.с. Резонанс напряжений.

14.4. Вихревое электрическое поле. Понятие о токе смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Материальные соотношения.

14.5. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Плоская электромагнитная волна, скорость её распространения. Исследование электромагнитных волн Герцем. Электромагнитная энергия и вектор Пойнтинга.

### **15. Практикум по электромагнетизму**

Лабораторные работы

1. Изучение электростатического поля на физической модели с проводящей пластиной.
2. Компьютерное моделирование магнитных полей в программе QField.
3. Измерение горизонтальной составляющей магнитной индукции поля Земли.
4. Проверка закона Ома для переменного (синусоидального) тока.
5. Исследование явлений резонанса в колебательном контуре.
6. Изучение переходных процессов в цепи с конденсатором и соленоидом.

## **ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

### **16. Начала термодинамики**

16.1. Понятие о термодинамическом равновесии. Общее начало термодинамики. Макропараметры и уравнения состояния. Равновесные процессы.

16.2. Макроскопическая работа в разных процессах. Работа над системой в адиабатической оболочке. Определение внутренней энергии и теплоты. Первое начало термодинамики. Теплоёмкость. Уравнение Майера.

16.3. Коэффициент полезного действия (к.п.д.) тепловой машины. Формулировки второго начала термодинамики (Томсон, Клаузиус). Их эквивалентность. Обратимые и необратимые процессы. Связь обратимости и равновесности.

16.4. Уравнение равновесного адиабатического процесса. К.п.д. цикла Карно. Теоремы Карно для тепловых машин (без доказательства). Теорема Клаузиуса для приведённых теплот. Термодинамическое определение энтропии.

### **17. Статистические распределения**

17.1. Элементы теории вероятностей. Понятие о законах распределения для дискретных и непрерывных случайных величин. Их определение в опытах Перрена с броуновскими частицами и опытах Штерна и Эдриджа с атомными пучками.

17.2. Флуктуации микро- и макроскопических величин. Определение флуктуаций скорости и кинетической энергии молекулы по закону распределения Максвелла. Флуктуации кинетической энергии газа в термическом равновесии.

17.3. Модель частиц в ящике. Статистический вес макросостояния системы. Понятие об энтропии как меры беспорядка. О формуле Больцмана.

## **ОПТИКА И АТОМНАЯ ФИЗИКА**

### **18. Оптика**

18.1. Основные законы оптики. Начальные представления о природе света (Ньютон, Гюйгенс). Скорость света в прозрачной среде. Принцип Ферма. Световой поток и его характеристики.

18.2. Понятие о световой волне, её характеристики. Когерентность. Опыты по интерференции Гримальди и Юнга. Коэффициенты отражения и прохождения света при нормальном падении на границу раздела прозрачных сред.

18.3. Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Расчёт зон Френеля. Дифракция при освещении круглого отверстия и диска. Расчёт интенсивности света в центре экрана. Пятно Пуассона.

18.4. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решётка. Её виды и характеристики (угловая дисперсия, дисперсионная область и разрешающая способность) в качестве спектрального прибора.

18.5. Астрономические измерения скорости света (Рёмер, Бредли). Измерение скорости света в земных условиях (Физо, Фуко, Майкельсон и Морли). Поиски мирового эфира. Постулаты Эйнштейна.

### **19. Неклассическая физика**

19.1. Специальная теория относительности. Преобразования Лоренца, их следствия. Эффекты сокращения длины предметов и замедления времени. Их экспериментальное подтверждение в опытах с  $\mu$ -мезонами. Эффект Доплера. Релятивистская масса и энергия.

19.2. Предпосылки квантовой теории света. Законы теплового излучения. Формулы Рэлея – Джинса и Планка (без вывода). Законы фотоэффекта. Световые кванты Эйнштейна. Эффект Комптона. Двойственная природа света.

19.3. Атомные спектры. Модель атома Томсона. Радиоактивность (Беккерель, супруги Кюри). Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Постулаты Бора и его модель водородного атома. Противоречивость боровской теории.

19.4. Гипотеза де-Бройля о волновых свойствах микрочастиц. Квантово-механическое описание их состояния. Уравнение Шредингера. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Квантование энергии частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме.

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Первым условием успеха образовательного процесса является правильное сочетание в нём теоретического и практического начал. Наличие триады: лекции, практические и лабораторные занятия, в учебном плане данной специальности – его несомненный плюс. Каждый из указанных видов занятий играет свою роль. Лекции закладывают теоретический фундамент предмета, практические занятия приобщают к аналитико-расчётным методам решения задач, лаборатория знакомит с экспериментом, без которого такая наука, как *Физика*, немыслима. Можно только сожалеть о недостатке часов (всего 8 в семестр), отпускаемых на последний вид занятий. Их следовало бы удвоить за счёт часов, так называемой, СРС (самостоятельная работа). По данному виду занятий часть её должна проводиться в лаборатории под надзором преподавателя. И хорошие студенты так и поступают, приходя в лабораторию в дополнительное время.

Вторым условием успеха образовательного процесса является личность преподавателя, его педагогический опыт и талант, неподдельный интерес к самому предмету. Без них формализм и заорганизованность процесса быстро сводят на нет самые продвинутые проекты в сфере образования. Студентам становится скучно, если скучно преподавателю: они быстро переключаются на свои «гаджеты» и в итоге «не образуются».

Организация преподавателем занятий со студентами индивидуальна. Но можно выделить общепользные методики. Например, хороши исторические экскурсии с указанием имён выдающихся учёных и знаменательных дат их открытий в привязке к общечеловеческой истории. Важно подчёркивать интернациональный характер науки, не забывая о вкладе в неё отечественных учёных. Желательно структурировать лекционный курс так, чтобы каждая лекция выглядела как отдельное почти театральное представление, хотя это не всегда получается. Нужно по временам отвлекаться на аудиторию: реагировать на неожиданные вопросы и даже коротко заговаривать со студентами в воспитательных целях, однако, быстро возвращаясь к предмету лекции. Наконец, следует рационально использовать пространство доски, чтобы выкладки и рисунки на ней были понятны аудитории. К сожалению, при дистанционном обучении эффективность указанных приёмов значительно снижается.

Практические занятия традиционно посвящены решению задач. Важно (после демонстрационных примеров в аудитории) вовлекать студентов в их домашнее решение, по возможности выдавая индивидуальные задания. Решения задач проверяются



преподавателем в домашней обстановке и затем обсуждаются с их авторами в аудитории или в Скайпе с неизбежным снижением эффективности обучения в последнем случае.

Лабораторные занятия организуются по установленному порядку в лабораториях физического факультета с использованием приборов и другого оборудования. Лабораторные работы выполняются и сдаются студентами по двое с оформлением отчёта. Из представленных списков работ ввиду малого количества часов на студента выпадает лишь три – четыре работы в семестр по назначению преподавателя или выбору студента.

Третьим условием успеха образовательного процесса является подбор и наличие доступной учебной литературы. Её перечень приводится ниже. Важно убеждать студентов в необходимости чтения учебников в натуральном (трёхмерном) виде, а не в плоском (на экране планшета). Последнее, по мнению автора, значительно снижает качество понимания и усвоения материала, хотя и облегчает его доступность.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Информация по содержанию предмета выложена на платформе Moodle ЯрГУ в трех курсах соответственно семестрам 2 – 4. Там же в виде файлов выкладываются подборки задач по лекционным темам предмета и открыты папки заданий для сдачи студентами своих решений. А ещё созданы папки для сдачи отчётов по выполненным лабораторным работам. Но, как показал опыт, извлечение из указанных папок студенческих работ – довольно канительное занятие, и проще их сбор осуществлять иначе, лучше всего – натурально с последующим обсуждением интерактивно на других платформах. Однако Moodle полезен в качестве доски объявлений и организующего начала процесса обучения. Сам же процесс дистанционно проводится: лекции в Zoom'e, обсуждение и сдача выданных заданий в Скайпе.

Из других технических средств в учебном процессе используются:

- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php);
- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. – М.: КНОРУС, 2009.

2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – М.: КНОРУС, 2009.

3. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: КНОРУС, 2009.

4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб.: Издательство «Лань», 2001.

5. Митрофанов В.А. Избранные задачи по механике. Яросл. гос. ун-т им. П.Г.

Демидова. Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 116 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100705.pdf> (электронный ресурс)

6. Физическая лаборатория для математиков: практикум / Митрофанов В.А. Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2021. – 88 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20210702.pdf> (электронный ресурс)

7. Митрофанов, В.А. Лабораторные работы по молекулярной физике: метод. указания / В.А. Митрофанов; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. – 67 с. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20070707.pdf> (электронный ресурс)

8. Зимин С. П. Физический практикум по электричеству и магнетизму [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов. / С. П. Зимин; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2010. - 134 с. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100704.pdf>

#### **б) дополнительная литература**

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн.: учебник для бакалавров /Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. Текст электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].

Книга 1: механика — <https://urait.ru/bcode/425487>.

Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика — <https://urait.ru/bcode/425490>.

Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества — <https://urait.ru/bcode/425491>.

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005.

3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005.

4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. Электричество. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2004.

5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.4. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005.

6. Иродов И. Е. Основные законы электромагнетизма: Учеб. пособие – М.: Высшая школа, 1983. – 279 с.

7. Сборник задач по общему курсу физики. Термодинамика и молекулярная физика. Под ред. Д.В. Сивухина. – М.: Наука, 1976.

8. Сборник задач по общему курсу физики. Электричество и магнетизм. Под ред. И.А. Яковлева. – М.: Наука, 1977.

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- помещения для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- лаборатории общего физического практикума (механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма), измерительные приборы и другое оборудование;
- помещения для самостоятельной работы;
- аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

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

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше, либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор: доцент кафедры микроэлектроники  
и общей физики, канд.физ.-мат.наук

В.А. Митрофанов

## **Приложение №1 к рабочей программе дисциплины «Физика»**

### **Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине**

#### **1. Типовые контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Задания по практическим занятиям раздаются студентам индивидуально из задачников [4], [5] списка а) основной литературы, а также из задачников [7], [8] списка б) дополнительной литературы в виде задач небольшой степени сложности. Помимо этого ряд более сложных задач, сформулированных автором, выкладывается на платформе Moodle ЯрГУ в составе, так называемых, подборок задач. Здесь они не представлены, поскольку готовятся к публикации.

#### **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной и окончательной аттестации**

При проведении коллоквиума во 2-м и 4-м семестрах вопросы выбираются из содержания дисциплины по разделам, которые на момент аттестации в середине семестра бывают пройдены на лекциях. Их сообщают студентам в разделе объявлений предмета на платформе Мудл.

Зачёт в 3-м семестре выставляется при условии выполнения и сдачи (защиты отчётов) персонально выданных лабораторных работ в количестве 4-х или 5-и в зависимости от их сложности. В описании каждой из них имеются контрольные вопросы (см. [6], [7] из списка а) основной литературы).

На зачете проверяется сформированность компетенции ОПК-4 по индикатору И-ОПК-4\_4 в расшифровке «Владеет методами исследования физических явлений и процессов на опыте, навыками измерений и обработки их результатов с получением информации об исследуемых свойствах физических объектов».

Вопросы к экзамену формируются из пунктов содержания дисциплины с небольшими изменениями при отклонении фактического изложения материала от программы лекций. Они доводятся до студентов через платформу Мудл.

На экзамене проверяется сформированность компетенции ОПК-4 по индикатору И-ОПК-4\_2 в расшифровке «Знает основные понятия и законы механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, термодинамики, оптики и атомной физики» и сформированность той же компетенции по индикатору И-ОПК-4\_3 в расшифровке «Умеет использовать математические модели физических явлений и процессов, решать типовые прикладные физические задачи аналитически и численно». Последнее умение хорошие студенты обычно демонстрируют заблаговременно, сдавая решения выданных им задач на практических занятиях, а чаще в дополнительное время.

#### **Правила выставления оценки на экзамене.**

В экзаменационный билет включается развёрнутый теоретический вопрос (группа вопросов) и одна задача. На подготовку к ответу дается не менее 1-го часа. По итогам

ответа (собеседования) студенту выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение материалом предмета, логически мыслит, умеет связывать теорию с практикой. Его ответы на вопросы экзаменационного билета развернутые и достаточно полные. Он также успешно отвечает и на дополнительные вопросы.

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеются отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает неполные или непоследовательные ответы на вопросы экзаменационного билета, слабо отвечает на дополнительные вопросы, однако демонстрирует умение отделять существенные и несущественные признаки и устанавливать причинно-следственные связи. При этом допускаются ошибки в определении и раскрытии ряда основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Физика»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Не надо пропускать лекций без уважительных причин. Их конспект следует вести, чтобы понимать логику построения курса в его взаимосвязях. Не надеяться на то, что потом (перед экзаменом) всё можно будет прочесть. Здесь важна регулярность занятий. Полезно сразу сверять лекционный материал с содержанием соответствующих глав учебников, как бы этого не хотелось делать.

Решения выданных на дом задач оформлять для проверки на отдельных листах, не откладывая само решение в «долгий ящик». Общие требования и рекомендации по решению физических задач сформулированы в задачнике [5] списка а) основной литературы. Общие требования и рекомендации по выполнению лабораторных работ и оформлению отчётов сформулированы на стендах лабораторий общего физического практикума, а также в методических указаниях [7] списка а) основной литературы.

Опыт показывает, что без систематической работы по предмету получить зачёт и успешно сдать экзамен весьма затруднительно.