

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Физика специальная»

**Направления подготовки**  
«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Промышленная теплоэнергетика»

**Квалификация выпускника**  
*Бакалавр*

**Форма обучения**  
заочная

Балаково 20\_\_

### **Цель преподавания дисциплины:**

- формирование навыков и приемов научного метода познания;
- обеспечение необходимого уровня знаний для усвоения смежных общетеоретических и специальных курсов;
- выработка творческого подхода к решению научно-технических задач и проблем, с которыми будущему специалисту придется столкнуться на производстве.

#### **Задачи изучения дисциплины:**

- создание у студентов основ достаточно широкой теоретической подготовки в области атомной физики и ядерной физики, позволяющей ориентироваться в потоке научной, технической информации и обеспечивающей им возможность использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых они специализируются;
- формирование у студентов научного мышления, в частности, правильности понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умений оценивать степени достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;
- усвоение основных физических законов и явлений современной физики, методов физического исследования;
- выработка у студентов приемов и навыков решения конкретных задач из разных областей физики, помогающих в дальнейшем студентам решать практические задачи.
- ознакомление студентов с современной аппаратурой, вычислительной техникой и выработка начальных навыков проведения научных исследований.

### **Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Изучение дисциплины «Физика специальная» требует основных компетенций, знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплинам:

- «Математика», «Физика».

В ходе изучения физика специальной обучающийся получает знания, умения и навыки для успешного изучения следующих дисциплин: «Механика»; «Физико-химические основы горения», «Безопасность жизнедеятельности», «Экология».

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для

		решения поставленных задач
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<p>З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами</p>
УКЦ-3	Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций	<p>З-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p> <p>В-УКЦ-3 Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения. Использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p>

#### общефессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p>З-ОПК-2 Знать: основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, а также аппарат теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-ОПК-2 Уметь: применять основные законы математики, физики и технических наук при моделировании технологических процессов</p> <p>В-ОПК-2 Владеть: математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление /цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного	Вовлечение в разноплановую
-------------------	----------------------------------	-------------------------------	----------------------------



№ раздела	№ темы	Наименование раздела/темы дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практически	СРС		
		Итого	108/2	6	-	6/2	96		100

### Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>Тепловое излучение и его характеристики.</b> Закон Кирхгофа для теплового излучения. Экспериментальные законы излучения абсолютно черного тела.	1	1,2,3,4
<b>Квантовый характер излучения.</b> Формула Планка. Излучение реальных тел. Фотоэффект. Опыты Столетова. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм. Теория де Бройля. Интерпретация волны-частицы. Волновой пакет. Волна вероятности	1	1,2,3,4
<b>Строение атома.</b> Теория атома водорода по Бору. Соотношение неопределенностей. Операторы в квантовой механике. Уравнение Шредингера. <b>Уравнение Шредингера</b> для атома водорода. Квантовая теория атома водорода. Квантовые числа. Принцип Паули.	1	1,2,3,4
<b>Виды радиоактивного излучения.</b> Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия. Дефект масс и энергия связи нуклонов в ядре. Модели строения и основные свойства ядра. <b>Виды радиоактивного распада.</b> Количественные характеристики распада. <b>Гамма-излучение.</b> Гамма - кванты (фотоны). Область гамма-излучения на шкале длин электромагнитных волн. Ядерные процессы, при которых возникают гамма – кванты Энергетические спектры гамма - квантов. Взаимодействие гамма - квантов с веществом. <b>Общие сведения о ядерных взаимодействиях.</b> Разновидности ядерных взаимодействий. Запись ядерных реакций. Классификация ядерных реакций. Законы сохранения при ядерных взаимодействиях. Основные характеристики ядерных реакций.	3	1,2,3,4

### Перечень практических занятий

Наименование занятия. Вопросы, отрабатываемые на занятии.	Всего часов	Учебно-методич. обеспечение
<b>Тепловое излучение и его характеристики.</b> Закон Кирхгофа для теплового излучения. Экспериментальные законы излучения абсолютно черного тела.	2	5, 6, 7
<b>Уравнение Шредингера.</b> Простейшие случаи движения микрочастиц: потенциальный ящик с бесконечно высокими стенками, потенциальный ящик со стенками конечной высоты.	2	5, 6
<b>Виды радиоактивного распада.</b> Количественные характеристики распада. Виды распадов. Определение энергии распадов. Ядерная реакция. Энерговыделение. Каналы ядерных реакций. Классификация. Экзотермические и эндотермические реакции. Порог реакции.	2	5, 6

### Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

#### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения, задания	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>Когерентность.</b> Интерференция электромагнитных волн. Многолучевая интерференция. Принцип Гюйгенса и Гюйгенса-Френеля, зоны Френеля, площадь зон Френеля, амплитуда волнового фронта <b>Дифракция электромагнитных волн</b> на отверстиях и периодической структуре. Дифракция Френеля и Фраунгофера. <b>Поляризация электромагнитных волн.</b> Поляризация при отражении. Угол Брюстера. Дисперсия света. Элементарная теория дисперсии	16	1,2,3,4
<b>Законы теплового излучения.</b> Виды излучения. Энергетические величины излучения. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса. “Ультрафиолетовая катастрофа”. Гипотеза квантов энергии.	10	1,2,3,4
<b>Корпускулярно-волновой дуализм в световых явлениях.</b> Формула Планка и следствия, вытекающие из нее. Явление внешнего фотоэффекта и его законы. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка. Внутренний фотоэффект. Фотоны, их энергия, масса и импульс. Эффект Комптона. Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера). Свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	10	1,2,3,4

<p><b>Атомные спектры и их закономерности.</b> Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ридберга. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа- частиц Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца). Теория строения водородоподобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.</p>	16	1,2,3,4
<p><b>Основные положения квантовой механики.</b> (Волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии). Волновое уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Применение квантовой механики к простейшим задачам о стационарных состояниях частицы. (Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности). Квантово-механическая теория атома. Электрон в водородоподобном атоме. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.</p>	20	1,2,3,4
<p><b>Основные характеристики атомных ядер.</b>  Состав, структура, обозначения ядер. Размеры и форма ядер. Массовое число и заряд. Характеристики нейтронов и протонов. Масса и энергия связи. Виды энергии связи. Энергия связи всех нуклонов. Удельная энергия связи. Энергии связи отдельных нуклонов. Формула Вайцзеккера и ее анализ. Другие формулы для масс ядер. Дефект массы. Выражение энергий связи и дефекта массы через декременты массы. Условия устойчивости ядер. Стабильные и нестабильные нуклиды. Таблица нуклидов и ее основные особенности.</p> <p><b>Альфа-распад.</b> Природа альфа-частиц. Превращения ядер при альфа-распаде. Энергия альфа - распада. Распределение энергии между альфа-частицей и ядром отдачи.</p> <p><b>Бета-распад.</b> Основные свойства бета-частиц. Превращения ядер при бета-распаде. Энергия бета-распада. Условия устойчивости ядер по отношению к бета-распаду</p> <p><b>Гамма-излучение.</b> Гамма - кванты (фотоны). Область гамма-излучения на шкале длин электромагнитных волн. Ядерные процессы, при которых возникают гамма – кванты Энергетические спектры гамма - квантов. Взаимодействие гамма - квантов с веществом.</p> <p><b>Общие сведения о ядерных взаимодействиях.</b>  Разновидности ядерных взаимодействий. Запись ядерных реакций. Классификация ядерных реакций. Законы сохранения при ядерных взаимодействиях. Основные характеристики ядерных реакций.</p>	24	1,2,3,4

**Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

**Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

При изучении дисциплины «Физика специальная» применяются следующие образовательные технологии:

- классическое лекционное обучение с использованием наглядных пособий;
- проведение лекций при поддержке мультимедиа;
- проведение практических занятий с решением примеров у доски, а также при поддержке мультимедиа, самостоятельное решение задач обучающимися в присутствии преподавателя;
- проблемный подход;
- разноуровневое обучение;
- самостоятельное изучение дисциплины обучающимися при помощи учебных печатных и электронных изданий;
- информационно-коммуникационные технологии – в институте имеются специализированные помещения для самостоятельной работы, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе;
- методические указания (в том числе в электронной форме) по различным разделам дисциплины.

Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### 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:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
1	Раздел 1, 2	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-УКЕ-1, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2	Практические занятия Устный опрос в форме собеседования, тест
<b>Промежуточная аттестация</b>			
1	Зачет	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-УКЕ-1, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2	Вопросы к зачету(устно)

**Входной контроль** предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

### Вопросы к собеседованию



1. Скорость. Ее компоненты по декартовым координатным осям. Вычисление пройденного пути.
2. Ускорение. Его компоненты по декартовым координатным осям.
3. Тангенциальное, нормальное и полное ускорения.
4. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными скоростями и ускорениями.
5. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
6. Законы Ньютона. Границы применимости классической механики.
7. Работа и мощность. Работа центральных сил и сил однородного силового поля.
8. Потенциальная энергия частицы во внешнем поле сил.
9. Потенциальная энергия деформированной пружины.
10. Закон сохранения энергии для частицы движущейся в консервативном поле сил.
11. Связь между потенциальной энергией и силой.
12. Потенциальная яма и потенциальный барьер. Условия равновесия механической системы.
13. Кинетическая энергия материальной точки и системы материальных точек.
14. Потенциальная энергия взаимодействия.
15. Энергия гравитационного взаимодействия двух материальных точек.
16. Закон сохранения энергии для системы взаимодействующих материальных точек.
17. Полная механическая энергия замкнутой системы материальных точек.
18. Закон сохранения импульса системы взаимодействующих частиц. Система центра масс.
19. Центр масс. Движение центра масс системы материальных точек.
20. Абсолютно упругое и абсолютно неупругое центральное соударение двух шаров.
21. Момент импульса частицы относительно точки и относительно оси.
22. Уравнение для производной момента импульса по времени.
23. Закон сохранения момента импульса системы взаимодействующих материальных точек.
24. Силы инерции.
25. Относительность понятия одновременности.
26. Преобразования Лоренца.
27. Длина тела в разных системах отсчета.
28. Промежуток времени между событиями в разных инерциальных системах.
29. Интервал. Его инвариантность.
30. Времени-подобные и пространственно-подобные интервалы.
31. Релятивистское преобразование скоростей.
32. Релятивистское выражение для импульса и уравнение динамики частицы.
33. Релятивистское выражение для энергии.

#### **Шкала оценивания обучающегося на входном контроле**

<b>Требования к знаниям, умениям и навыкам обучающегося</b>	<b>Баллы рейтинговой оценки</b>
Обучающийся отлично владеет основными понятиями математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает и умеет применять основные формулы и законы, может решать нестандартные задачи.	5
Обучающийся хорошо владеет большей частью основных понятий математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает и умеет применять основные формулы и законы, владеет методикой решения типовых задач.	2-4
Обучающийся имеет удовлетворительный уровень знания математики, физики, начертательной геометрии и инженерной графики, знает основные формулы и законы, способен решать простейшие задачи.	1
Обучающийся практически не овладел значительной частью программного	0

материала и не владеет важнейшими инструментами математики, физики и начертательной геометрии и инженерной графики, не умеет решать даже типовых задач.	
---	--

### Оценочные средства для текущего контроля

#### Вопросы к собеседованию по разделу 1

1. Тепловое и люминесцентное излучения.
2. Характеристики теплового излучения.
3. Закон Кирхгофа. Выводы из закона.
4. Закон Стефана-Больцмана.
5. Законы Вина.
6. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа».
7. Закон излучения Планка.
8. Оптическая пирометрия.
9. Внешний фотоэффект. Законы Столетова для внешнего фотоэффекта.
10. Уравнения Эйнштейна для одно- и многофотонного фотоэффекта.
11. Внутренний фотоэффект.
12. Тормозное рентгеновское излучение. Обратный фотоэффект.
13. Корпускулярно-волновая двойственность света. Масса и импульс фотона.
14. Давление света.
15. Эффект Комптона (эксперимент, формула)
16. Вывод формулы эффекта Комптона.
17. Модель атома Резерфорда.
18. Спектральные закономерности для атома водорода.
19. Постулаты Бора. Формулы расчета радиуса орбиты и энергии электрона; первый боровский радиус; основное и возбужденное состояние электрона.
20. Энергия ионизации, определение частоты испускаемого или поглощаемого кванта. Схема энергетических уровней атома водорода.
21. Длина волны Де-Бройля.
22. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля: опыты Дэвиссона и Джермера.
23. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля: опыты Томсона и Тарковского; опыты Бибермана и др.
24. Понятие квантовой суперпозиции и смеси.
25. Опыт с двумя щелями для света и макрообъекта.
26. Опыт с двумя щелями для электрона.
27. Опыты с двумя щелями для фуллеренов.
28. Уравнение Шредингера.
29. Физический смысл и свойства пси-функции.
30. Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме.

#### Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделу 1

Уровень освоения материала	Баллы рейтинго- вой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с	13-15

практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	10-13
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	9-10
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-8

Усвоение знаний на практических занятиях по темам раздела 1 проверяется на контрольной работе по разделу.

### Типовая контрольная работа по разделу № 1

1. Определить длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к аноду трубки,  $v=0,90c$ , где  $c$  – скорость света. ( $\hbar=1,054 \cdot 10^{-34}$  Дж·с)
2. Найти для водородоподобного иона  $He^+$  радиус первой боровской орбиты. ( $m_e=0,911 \cdot 10^{-30}$  кг)
3. Частица с массой  $m$  находится в двумерной прямоугольной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками ( $0 < x < a$ ,  $0 < y < b$ ). Найти вероятность нахождения частицы с наименьшей энергией в области  $0 < x < a/3$ ,  $2b/3 < y < b$ . ( $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл).

### Шкала оценивания обучающегося на контрольной работе

Каждая контрольная работа состоит из 3 задач. За каждую верно решённую задачу начисляется 5 балла. Верный ход решения задачи, но не правильный ответ оценивается в 3 балла.

## Раздел 2

### Тест

Тестовое задание по разделу «Атомное ядро»:

- выполняется 45 мин.;
- состоит из 12 вопросов.

1. Квант слабого взаимодействия? а) гравитон б) $w$ -бозон в) $\gamma$ -квант г) глюон	1. Квант электромагнитного взаимодействия? а) гравитон б) $w$ -бозон в) $\gamma$ -квант г) глюон
2. К какому классу частиц принадлежат нуклоны? а) лептоны б) адроны в) переносчики взаимодействия	2. К какому классу частиц принадлежат электроны? а) лептоны б) адроны в) переносчики взаимодействия
3. Какая частица в свободном состоянии не стабильна? а) $\gamma$ б) $\nu$ в) $e^+$ г) $p$ д) $n$	3. Масса покоя нейтрона ... массе (ы) покоя протона а) равна б) больше в) меньше

4. Какие типы взаимодействий определяют состояние стабильного ядра? а) сильное б) электромагнитное в) слабое г) гравитационное	4. В каких взаимодействиях нарушается закон сохранения Р-четности? а) сильное б) электромагнитное в) слабое г) гравитационное
5. Протоны с энергией 15 МэВ останавливаются в веществе из-за: а) радиационных потерь энергии б) ионизации среды в) потерь энергии на излучение Вавилова-Черенкова	5. Основной процесс взаимодейств. $\gamma$ -квантов с веществом при $E_\gamma = 15$ МэВ? а) Томсоновское рассеяние б) Фотозффект в) эффект Комптона г) образование электрон-позитронных пар
6. Радиационные потери зависят от заряда среды, как: а) не зависят б) $\sim Z^1$ в) $\sim Z^2$ г) $\sim Z^3$	6. Ионизационные потери заряженных частиц зависят от их зарядов, как: а) не зависят б) $\sim Z^1$ в) $\sim Z^2$ г) $\sim Z^3$
7. Зависимость сечения процесса образования $e^-e^+$ пар от заряда среды? а) $\sim Z^1$ б) $\sim Z^2$ в) $\sim Z^5$ г) $\sim Z^{7/2}$	7. Зависимость от энергии сечения фотоэффекта? а) $\sim (h\nu)^{-1}$ б) $\sim (h\nu)^{-5/2}$ в) $\sim (h\nu)^{-7/2}$ г) $\sim \lambda h\nu$
8. Заряд ядра равен числу а) нейтронов б) протонов в) нуклонов	8. Масса ядра ... сумме (ы) масс нуклонов а) равна б) больше в) меньше
9. К какому значению ближе средняя энергия связи нуклона в ядре? а) $\sim 10$ эВ б) $\sim 10$ КэВ в) $\sim 1$ МэВ г) $\sim 10$ МэВ д) $\sim 100$ МэВ	9. Чему приблизительно равна удельная энергия связи нуклона в железе? а) $\sim 10$ эВ б) $\sim 10$ КэВ в) $\sim 1$ МэВ г) $\sim 10$ МэВ д) $\sim 100$ МэВ
10. Наиболее устойчивы ядра с Z-N: а) ч-ч б) нечет.-четн. в) ч-н г) н-н?	10. Наименее устойчивы ядра с Z-N: а) ч-ч б) нечет.-четн. в) ч-н г) н-н?
11. Механический момент протона равен а) 0 б) $\frac{1}{2}$ в) $\frac{3}{2}$	11. Механический момент нейтрона равен а) 0 б) $\frac{1}{2}$ в) 1
12. Радиус ядра пропорционален: а) $\sim A^{1/3}$ б) $\sim A^{1/2}$ в) $\sim A^{3/4}$ г) $\sim A^1$	12. Радиус ядра пропорционален: а) $\sim A^{1/3}$ б) $\sim A^{1/2}$ в) $\sim A^{3/4}$ г) $\sim A$

### Шкала оценивания обучающегося на тесте

Каждый тест содержит по 12 вопросов. За каждый правильный ответ начисляется 1,5 балла. При ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе.

Усвоение знаний на практических занятиях по темам раздела 2 проверяется на контрольной работе № 2 по разделу.

### Контрольная работа №2

- Сколько радиоактивного  $^{127}\text{Xe}$  распадется за 30 часов от первоначального количества 2 мг. Какая часть ксенона распадается за 80 суток?
- С помощью формулы Вайцеккера определить энергию отделения протона для ядра  $^{53}\text{V}$ .
- Определить возможные виды распада ядра  $^{172}_{73}\text{Ta}$ .

### Шкала оценивания обучающегося на контрольной работе

Каждая контрольная работа состоит из 3 задач. За каждую верно решённую задачу начисляется 4 балла. Верный ход решения задачи, но не правильный ответ оценивается в 2 балла.

### Вопросы к зачету

- Тепловое и люминесцентное излучения.
- Характеристики теплового излучения.
- Закон Кирхгофа. Выводы из закона.

4. Закон Стефана-Больцмана.
5. Законы Вина.
6. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа».
7. Закон излучения Планка.
8. Оптическая пирометрия.
9. Внешний фотоэффект. Законы Столетова для внешнего фотоэффекта.
10. Уравнения Эйнштейна для одно- и многофотонного фотоэффекта.
11. Внутренний фотоэффект.
12. Тормозное рентгеновское излучение. Обратный фотоэффект.
13. Корпускулярно-волновая двойственность света. Масса и импульс фотона.
14. Давление света.
15. Эффект Комптона (эксперимент, формула)
16. Вывод формулы эффекта Комптона.
17. Модель атома Резерфорда.
18. Спектральные закономерности для атома водорода.
19. Постулаты Бора. Формулы расчета радиуса орбиты и энергии электрона; первый боровский радиус; основное и возбужденное состояние электрона.
20. Энергия ионизации, определение частоты испускаемого или поглощаемого кванта. Схема энергетических уровней атома водорода.
21. Длина волны Де-Бройля.
22. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля: опыты Дэвиссона и Джермера.
23. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля: опыты Томсона и Тарковского; опыты Бибермана и др.
24. Понятие квантовой суперпозиции и смеси.
25. Опыт с двумя щелями для света и макрообъекта.
26. Опыт с двумя щелями для электрона.
27. Опыты с двумя щелями для фуллеренов.
28. Энергия связи ядра.
29. Синтез легких ядер. Термоядерные реакции.
30. Масса, методы измерения массы ядер.
31. Гамма-излучение ядер.
32. Классификация элементарных частиц – фотоны, лептоны, адроны.
33. Энергия связи нуклонов в ядре. Средняя энергия связи нуклонов. Устойчивость ядер.
34. Внутренняя конверсия.
35. Дипольный и квадрупольный электрический моменты ядра.
36. Законы сохранения в ядерных реакциях (сильное взаимодействие).
37. Радиус ядра.
38. Взаимодействие гамма-квантов с веществом
39. Кварковая модель адронов.
40. Размеры нуклона.
41. Оболочечная модель ядра. Правила заполнения оболочек.
42. Энергия связи ядер.
43. Законы сохранения и различные типы взаимодействий.
44. Свойства адронов.
45. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула для энергии связи ядер.
46. Прямые ядерные реакции. Реакции под действием дейтронов.
47. Особенности ядерных реакций под действием заряженных частиц.
48. Основные характеристики радиоактивного распада ядер. Законы радиоактивного распада. Энергетические условия возможности радиоактивного распада.
49. Деление ядра (механизм деления на основе капельной модели).
50. Свойства частиц, входящих в состав атома ( $e$ ,  $p$ ,  $n$ ).
51.  $\alpha$ -Распад. Механизм  $\alpha$ -Распада (качественное рассмотрение).
52.  $\beta$ -Распад. Различные виды  $\beta$ -Распада. Качественное рассмотрение механизма  $\beta$ -Распада.

<b>Баллы</b> (итоговой рейтинговой оценки)	<b>Освоение компетенций</b>	<b>Требования к знаниям</b>
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

#### **Обязательные издания**

1. Бодунов, Е. Н. Базовый курс физики: механика, молекулярная физика, электростатика, постоянный электрический ток, магнетизм, волновая оптика, элементы квантовой механики, атомной и ядерной физики : учебник / Е. Н. Бодунов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2020. — 319 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/156026/#1>
2. Аксенова Е.Н. Общая физика. Колебания и волны (главы курса): учебное пособие / Е.Н. Аксенова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 72 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/103055/#1>
3. Аксенова Е.Н. Общая физика. Оптика (главы курса): учебное пособие / Е.Н. Аксенова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 76 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/103057/#1>
4. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учеб. пособие для студ. физических спец.вузов. В 5 -ти Т. Т.4. Оптика/ Д. В. Сивухин. - 63е изд., стереотип. - М. : Физматлит, 2013. -792 с.

#### **Дополнительные издания**

5. Калашников, Н. П. Общая физика. Сборник заданий и руководство к решению задач : учебное пособие / Н. П. Калашников, С. С. Муравьев-Смирнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 524 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/130574/#519>
6. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И.Е. Иродов. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 416 с. <https://e.lanbook.com/book/94101>

#### **Учебно-методические пособия**

7. Законы теплового излучения [Текст] : метод. указ. к проведению практ. занятий по дисц. "Физика" для студ. напр.: 27.03.04 "Управление в технических системах", 18.03.01 "Химическая технология", 15.03.01 "Машиностроение" очной формы обуч. / сост. Чернова Н. М. — Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. - 20 с.
8. Квантовые свойства света [Текст] : метод. указ. к проведению практ. занятий по дисц. "Физика" для студ. напр.: 27.03.04 "Управление в технических системах", 18.03.01 "Химическая технология", 15.03.01 "Машиностроение" очной формы обуч. / сост. Чернова Н. М. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. - 32 с.

## **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебной аудитории, оборудованной видеопроектором, экраном, персональным компьютером и динамиками.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются специализированные помещения, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе, электронной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде вуза, а также к другим библиотечным фондам.

### Учебная аудитория (ауд. 520)

Оборудование:

Комплект мультимедийного оборудования (проектор, экран, компьютер, ИБП, колонки)

Монитор Flatron, Проектор Casio, Экран Cactus Expert, Колонки Sven

Процессор – AMD Athlon (tm) 64 X2 Dual Core Processor 3800 2.00 GHz, Оперативная память - 4Gb.

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения: MS Windows, MS Office Professional, Kaspersky Security

### Учебная аудитория (ауд. 521)

Оборудование:

Установка для изучения абсолютного черного тела ФПК -11

Лабораторная установка "Изучение температурной зависимости электропроводности металлов и п/проводников ФПК -07

Лабораторная установка "Изучение спектра атома водорода" НТЦ - 22.01.3

Установка для изучения космических лучей ФПК -01

Установка для определения длины пробега частиц в воздухе ФПК – 03

Установка для изучения работы сцинтилляционного счетчика ФПК - 12

Установка для изучения эффекта Зеемана ФКЛ -02М -1

Установка для определения удельного заряда электрона методом магнетрона ФКЛ – 14

Установка для определения заряда электрона с помощью эффекта Шоттки ФКЛ -14М– У

Установка "Исследование газоразрядного счетчика"

Установка "Экспериментальная проверка закона Пауссона

Установка "Измерение периода полураспада долгоживущего изотопа"

Установка для исследования плазмы положительного столба тлеющего разряда методом зондов Ленгмюра

Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца

Автоматизированный физический практикум "Изучение законов фотоэффекта и определение постоянной Планка"

Автоматизированный физический практикум "Изучение треков частиц в камере Вильсона"

Установка для изучения р -n перехода ФПК -06

Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках ФПК -08

Лабораторная установка «Исследование спектральных характеристик оптического излучения»

Лабораторная установка «Измерение температуры раскаленных тел с помощью оптического пирометра»

Установка для изучения энергетического спектра электронов (изучение  $\beta$  - радиоактивности) ФПК -05

## **Методические указания для студентов**

### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

Получить у преподавателя задание на выполнение практического задания, как правило это решение задачи по пройденному лекционному материалу. Решение задачи оформить письменно или выполнить с использованием компьютера и при необходимости распечатать и сдать преподавателю на проверку.

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

## 3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

# Методические указания для преподавателей

## 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание



различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Подготовить теоретические вопросы или задачи, которые должны выполнить студенты вовремя практического занятия. Подготовить список литературных источников, необходимых для выполнения задания и которые студенты могут получить в библиотеке института. Подготовить перечень интернет-ресурсов, которые помогут в выполнении практического задания. После получения отчетов выполнить проверку и на следующем практическом занятии разобрать допущенные ошибки и подсказать, как их необходимо устранить.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Рабочую программу составил профессор



Чернова Н.М.

Рецензент: доцент



Барановская Л.В.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника от 15.11.2021 года, протокол №2.

Председатель учебно-методической комиссии



Разуваев А.В.