

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

подпись

« 29 »



Хагуров Т.А.

2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ***Б1.О.12.06 ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ***

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Оптические системы и сети связи

*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Форма обучения

заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация

бакалавр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.О.12.06 «Основы ядерной физики» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Программу составил:

Н.Р. Рудоман,  
ст. преподаватель кафедры оптоэлектроники



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.12.06 «Основы ядерной физики» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 10 от 17 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 9 от 20 апреля 2020 г.

Председатель УМК ФТФ  
д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»

Скачедуб А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики и информационных систем

## 1 Цель и задачи изучения дисциплины

**1.1 Цель дисциплины:** формирование комплекса основных знаний, умений и навыков, определяющих изучение физических свойств микромира и квантовых явлений на ядерном уровне и возможности их использования на практике.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- изучить экспериментальные основы ядерной физики и рассмотреть явления, обусловленные в атомных ядрах;
- усвоить основные понятия ядерной физики и особенности квантово-механического подхода к изучению ядерных явлений;
- иметь представления о четырех фундаментальных взаимодействиях между частицами микромира и связи ядерной физики с другими науками и техникой: астрофизикой (проблема эволюции звезд, проблема нуклеосинтеза и др.); геологией и геофизикой (определение возраста Земли и различных ее слоев, разведка и разработка полезных ископаемых); археологией, химией, металлургией, угольной промышленностью, машиностроением, пищевой промышленностью (использование радиационного облучения в борьбе против вредителей пищевых продуктов); сельским хозяйством (радиоизотопные плотномеры, влагомеры в мелиорации, передвижные гамма-установки для предпосевного облучения семян зернобобовых, зерновых и хлопчатника; радиационная генетика и селекция); медициной, судебной экспертизой, ядерной и термоядерной энергетикой.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Ядерная физика» относится к базовой части Блока **Б1.Б.** учебного плана для уровня бакалавриата по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Она базируется на знаниях, полученных по стандарту общего среднего образования, а также дисциплин: «Ма-



тематический анализ», «Молекулярная физика», «Механика», «Электричество и магнетизм», «Атомная физика». Знания, приобретенные по дисциплине, имеют цель представления теории ядра и частиц как обобщение результатов физических экспериментов и теоретических представлений о свойствах микрообъектов, а также формирования мировоззренческих представлений.

#### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций: ОПК-3 и ОПК-6**

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			<b>знать</b>	<b>уметь</b>	<b>владеть</b>
1	ОПК-3	Способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	1. связь явлений в микромире, исходя из характеристик типичных масштабов; 2. основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер; 3. связь законов сохранения со свойствами симметрии; 4. основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер; 5. основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц; 7. характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами; 8. модели образования Вселенной	1. определять размеры, энергии связи и массы ядер, энергии и пороги реакций; 2. обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; 3. пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц. 4. применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях; 5. оценивать время жизни переносчиков взаимодействий; 6. оценивать радиус фундаментальных взаимодействий.	1. методами расчета процессов рассеяния (формула Резерфорда); 2. методами расчета энергии связи, масс ядер (формула Вейцзеккера); 3. методами расчета основных характеристик распада ядер; 5. методами расчета датировки событий; 6. методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации. 7. методами оценки радиационной обстановки; 8. методами защиты от из-



№ п.п.	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			<b>знать</b>	<b>уметь</b>	<b>владеть</b>
2	ОПК-6	способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	<p>(инфляция, Большой взрыв), ядерные реакции в звездах;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц.</li> <li>основные механизмы ядерных реакций;</li> <li>законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения гамма-квантов и правила отбора, эффект Мессбауэра;</li> <li>закономерности взаимодействия ядерных частиц с веществом и биологическими системами;</li> <li>механизмы взаимодействия излучения с веществом;</li> <li>единицы доз и активности;</li> <li>методы получения радиоактивных изотопов для медицины и техники;</li> <li>основы производства ядерной энергии и медицинской диагностики.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>определять размеры, энергии связи и массы ядер, энергии и пороги реакций;</li> <li>обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»;</li> <li>пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц.</li> <li>применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях;</li> <li>оценивать время жизни переносчиков взаимодействий;</li> <li>оценивать радиус фундаментальных взаимодействий.</li> </ol>	<p>лучения;</p> <p>9. методами расчета порога и энергии реакции.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>методами расчета процессов рассеяния (формула Резерфорда);</li> <li>методами расчета энергии связи, масс ядер (формула Вейцзеккера);</li> <li>методами расчета основных характеристик распада ядер;</li> <li>методами расчета датировки событий;</li> <li>методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.</li> <li>методами оценки радиационной обстановки;</li> <li>методами защиты от излучения;</li> <li>методами расчета порога и энергии реакции.</li> </ol>



## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре (для студентов ЗФО)

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР/ИКР	СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Раздел 1. Основы ядерной физики</b>	9	1				8
2	<b>Раздел 2. Физические свойства атомных ядер</b>	9	1				8
3	<b>Раздел 3. Ядерные модели, их классификация.</b>	11	1		2		8
4	<b>Раздел 4. Явление радиоактивности</b>	11	1		2		8
5	<b>Раздел 5. Ядерные реакции</b>	9	1				8
6	<b>Раздел 6. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом</b>	12	1	1	2		8
7	<b>Раздел 7. Биологическое действие ионизирующих излучений</b>	12		1	2		9
8	<b>Раздел 8. Элементарные частицы</b>	11		1			10
9	<b>Раздел 9. Космические лучи</b>	11		1			10
	Подготовка и сдача зачета						
	<i>Итого по дисциплине:</i>		<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>77</b>

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента. Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине «Ядерная физика» включает в себя: занятия Л типа, ПЗ, ЛР, групповые консультации (так же и внеаудиторные, через электронную информационно-образовательную среду Модульного Динамического Обучения КубГУ), промежуточная аттестация в устной форме.



## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	<b>Раздел 1. Основы ядерной физики</b>	Введение. Основные этапы развития физики ядра. Основные характеристики ядер. Заряд, размеры, и массы ядер. Методы их определения.	Анкетирование, опрос, тестирование
2	<b>Раздел 2. Физические свойства атомных ядер</b>	Магнитные моменты нуклонов. Спин ядра. Сверхтонкая структура спектральных линий. Космическое радиоизлучение и строение Галактики. Квадрупольный электрический момент ядра. Четность. Закон сохранения четности.	Анкетирование, опрос, тестирование
3	<b>Раздел 3. Ядерные модели, их классификация.</b>	Ядерные модели, их классификация. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула Вейцеккера для энергии связи ядра. Оболочечная модель ядра. Обобщенная модель ядра. Физическое обоснование мезонной теории ядерных сил.	Анкетирование, опрос, практические задания
4	<b>Раздел 4. Явление радиоактивности</b>	Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Статистический характер распада. Законы радиоактивного распада. Альфа - распад. Зависимость периода альфа-распада от энергии альфа-частиц. Туннельный эффект.	Анкетирование, опрос, практические задания, контрольная работа
5	<b>Раздел 5. Ядерные реакции</b>	Ядерные реакции. Сечение реакций. Каналы ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Элементарная теория деления. Параметр делимости. Спонтанное деление. Энергия активации. Деление изотопов урана под действием нейтронов. Цепная ядерная реакция. Коэффициент размножения. Ядерная	Анкетирование, опрос, практические задания, контрольная работа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		энергетика. Синтез легких ядер. Ядерные реакции в звездах. Происхождение химических элементов.	
6	<b>Раздел 6. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом</b>	Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество. Методы регистрации заряженных частиц. Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество. Прохождение легких заряженных частиц через вещество. Прохождение гамма-квантов через вещество. Счетчики Гейгера-Мюллера. Сцинтилляционные счетчики. Черенковские и кристаллические счетчики. Камера Вильсона и дифракционные камеры. Фотографическая регистрация.	Анкетирование, опрос, тестирование
7	<b>Раздел 7. Биологическое действие ионизирующих излучений</b>	Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозиметрические единицы.	Анкетирование, опрос (тестирование по контрольным вопросам)
8	<b>Раздел 8. Элементарные частицы</b>	Элементарные частицы. Типы взаимодействия и классификация частиц. Частицы и античастицы. Законы сохранения, регулирующие превращения частиц. Систематика элементарных частиц. Ускорители заряженных частиц.	Анкетирование, опрос, практические задания, контрольная работа
9	<b>Раздел 9. Космические лучи</b>	Космические лучи. Первичное космическое излучение. Прохождение космического излучения через атмосферу. Широкий эффект. Радиационные пояса Земли.	Анкетирование, опрос (тестирование по контрольным вопросам)



### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Варианты практических заданий берутся из задачника Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика: сборник задач. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2015. – 220 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/84093?category\\_pk=918#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/84093?category_pk=918#book_name)

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	<b>Раздел 1. Основы ядерной физики</b>	Введение. Основные этапы развития физики ядра. Основные характеристики ядер. Заряд, размеры, и массы ядер. Методы их определения: № 7.1, 7.4, 7.6, 7.9, 7.15, 7.23 (Гл.7, стр. 77 - 80); На дом: № 7.2, 7.5, 7.24 (Гл. 7, стр. 77,78, 80)	Проверка усвоения материала домашнего задания. Тестирование.
2.	<b>Раздел 4. Явление радиоактивности</b>	Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Статистический характер распада. Законы радиоактивного распада. Альфа - распад. Зависимость периода альфа-распада от энергии альфа-частиц. Туннельный эффект. № 7.32, 7.34, 7.36, 7.42, 7.44, 7.47 (Гл.7, стр. 80 - 81); На дом: № 7.33, 7.45, 7.48 (Гл. 7, стр. 80, 81)	
3.	<b>Текущий контроль</b>	Тестирование	
4.	<b>Раздел 5. Ядерные реакции</b>	Ядерные реакции. Сечение реакций. Каналы ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Элементарная теория деления. Параметр делимости. Спонтанное деление. Энергия активации. Деление изотопов урана под действием нейтронов. Цепная ядерная реакция. Коэффициент размножения. Ядерная энергетика. Синтез легких ядер. Ядерные реакции в звездах. Происхождение химических элементов. № 8.1, 8.14, 8.25, 8.29, 8.35, 8.40 (Гл.8, стр. 86 - 92); На дом: № 8.2, 8.15, 8.41 (Гл. 7, стр.	Проверка усвоения материала домашнего задания. Тестирование.



		86 - 92)	
5.	<b>Раздел 6. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом</b>	Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество. Методы регистрации заряженных частиц. Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество. Прохождение легких заряженных частиц через вещество. Прохождение гамма-квантов через вещество. Счетчики Гейгера-Мюллера. Сцинтилляционные счетчики. Черенковские и кристаллические счетчики. Камера Вильсона и дифракционные камеры. Фотографическая регистрация. № 8.66, 8.68, 8.76, 8.87, 8.89, 8.91 (Гл.8, стр. 95 - 97); На дом: № 8.67, 8.70, 8.88, 8.90 (Гл.8, стр. 95 - 97)	Проверка усвоения материала домашнего задания. Тестирование.
6.	<b>Текущий контроль</b>	Тестирование	

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	1,2	Погрешности при ядерно-физических измерениях	Отчет по лабораторной работе
2	4,7	Определение удельной бета-радиоактивности почвы	Отчет по лабораторной работе
3	7	Дозиметрия, дозиметрические величины и защита от ионизирующего излучения	Отчет по лабораторной работе
4	3	Изучение структуры ядер и зависимости их размеров от массы (выполнение на компьютере)	Отчет по лабораторной работе
5	6	Измерение энергии альфа-частиц по длине пробега	Отчет по лабораторной работе
6	6	Исследование ослабления гамма-излучения в веществе	Отчет по лабораторной работе
7	4,5	Измерение абсолютной активности	Отчет по ла-

		препарата методом гамма-гамма совпадений	бораторной работе
8	8, 9	Изучение углового распределения космических лучей	Отчет по лабораторной работе

Проведение занятий лабораторного практикума предусмотрено в «лаборатории атомной и ядерной физики» (ауд. 225) на лабораторных стендах, выпускаемых НИЯУ Московском инженерно-физическом институте (г. Москва). Стенды обеспечивают возможность охвата всех наименований разделов дисциплины «Ядерная физика». В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (профиль: Оптические системы и сети связи) компетенции: ОПК-6.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Общие и методические рекомендации для студентов размещены в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ <http://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=600>.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту и вопросам)	<p>1. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 261 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors</a></p> <p>2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a></p> <p>3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p> <p>4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г.</p>



2	Подготовка к практическим занятиям	1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г. 2. Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика: сборник задач. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2015. – 220 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/84093?category_pk=918#book_name">https://e.lanbook.com/book/84093?category_pk=918#book_name</a>
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г. 2. Методические рекомендации, описания и задания к проведению лабораторных работ размещены в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ <a href="http://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=600">http://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=600</a> 3. Бойченко А.П., Яковенко Н.А. Ядерная физика: лабораторный практикум. – Краснодар: КубГУ, 2006. -

**Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	<b>Раздел 1. Основы ядерной физики</b>	1. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 261 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. <u>187—190</u> Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors</a>  2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. <u>277—281</u> . Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a>  3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. <u>390—410</u> [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a>
2.	<b>Раздел 2. Физические свойства атомных ядер</b>	1. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 261 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. <u>191—200</u> Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors</a>  2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных



		<p>частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 281—283. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a></p> <p>3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 411—427 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p>
3.	<b>Раздел 3. Ядерные модели, их классификация.</b>	<p>1. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 261 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 187—190 Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors</a></p> <p>2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 284—286. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a></p> <p>3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 428—431 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p>
4.	<b>Раздел 4. Явление радиоактивности</b>	<p>1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 292—300. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a></p> <p>2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 442—487 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p>
5.	<b>Раздел 5. Ядерные реакции</b>	<p>1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 301—306. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a></p> <p>2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 450—483 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p>



6.	<b>Раздел 6. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом</b>	<p>1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 318—320. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a></p> <p>2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 210—530 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p>
7.	<b>Раздел 7. Биологическое действие ионизирующих излучений</b>	<p>1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 530—533 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p>
8.	<b>Раздел 8. Элементарные частицы</b>	<p>1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 318—321. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a></p> <p>2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 733—736 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p>
9.	<b>Раздел 9. Космические лучи</b>	<p>1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 326—327. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors">https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors</a></p> <p>2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – (Гриф УМО Серия : Бакалавр. Академический курс). С. 716—730 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2315#book_name">https://e.lanbook.com/book/2315#book_name</a></p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа или в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:



– в форме электронного документа или печатной форме.

### 3. Образовательные технологии

При изучении дисциплины проводятся следующие виды учебных занятий и работ: лекции, практические занятия, домашние задания, тестирование, защита лабораторных работ, консультации с преподавателем, самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к практическими занятиям, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к тестированию и зачету).

Для проведения части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (занятия в интерактивной форме), позволяющего студенту воспринимать особенности изучаемой дисциплины, играющие решающую роль в понимании и восприятии, а так же в формировании профессиональных компетенций. По ряду тем дисциплины лекций проходит в классическом стиле. Студенту в режиме самостоятельной работы рекомендуется изучение короткометражных видеосюжетов по изучаемым вопросам.

При проведении практических занятий может использоваться доска, для расчетов и анализа данных могут применяться дополнительные справочные материалы. Предварительно изучая рекомендованную литературу, студенты готовятся к практическому занятию: анализируют предложенные в учебнике примеры решения задач. На практических занятиях учебная группа делится на подгруппы по 5-7 человека. Каждой подгруппе выдаются свои исходные данные к рассматриваемым на занятии задачам. Решение задачи группа оформляет на доске и публично защищает. При возникновении трудностей преподаватель помогает группам в достижении положительного результата. В ходе проверки промежуточных результатов, поиска и исправления ошибок, осуществляется интерактивное взаимодействие всех участников занятия.

При проведении лабораторных работ подгруппа разбивается на команды по 2-3 человека. Каждой команде выдается задание на выполнение лабораторной работы (отличается характеристиками элементов полупроводниковых приборов). Студенты самостоятельно распределяют обязанности и приступают к выполнению задания, взаимодействуя между собой. Преподаватель контролирует ход выполнения работы каждой группой, проверяет правильность сборки электрических схем и подключения измерительных приборов. Уточняя ход работы, если студенты что-то выполняют не правильно, преподаватель помогает им преодолеть сложные моменты и проверяет достоверность полученных экспериментальных результатов. После оформления технического отчета команды отвечают на теоретические контрольные и дополнительные вопросы и защищают лабораторную работу.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность пользоваться учебно-методическими материалами и рекомендациями размещенными в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ <http://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=600>.

Консультации проводятся раз в две недели для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении вопросов изучаемой дисциплины.

Таким образом, **основными образовательными технологиями, используемыми в учебном процессе являются (сведены в таблице):** Слайд-материалы (презентации), видеоматериалы; Проблемная лекция-беседа; Структурированная дискуссия; Аналитический семинар; Виртуальное моделирование. Кроме них предусмотрены: интерактивная лекция с мультимедийной системой и активным вовлечением студентов



в учебный процесс; обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и с последующим разбором этих вопросов на практических занятиях; лабораторные занятия – работа студентов в малых группах в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент». При проведении практических и лабораторных учебных занятий предусмотрено развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### Применяемые образовательные технологии

Технологии	Виды занятий		
	Л	ПЗ	ЛЗ
Слайд-материалы (презентации), видеоматериалы	+	+	+
Проблемная лекция-беседа	+	+	
Структурированная дискуссия	+	+	+
Аналитический семинар		+	
Виртуальное моделирование		+	+
Применение технологии указано знаком +			

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

В процессе подготовки к ответам на контрольные вопросы, тестированию и практическим заданиям формируются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (профиль: "Оптические системы и сети связи") компетенции: ОПК-3; ОПК-6.

Текущий контроль организован следующих в формах: защиты лабораторных работ, письменного тестирования, в ходе практических и лабораторных занятиях путем оценки активности студента и результативности его действий.

Ниже приводится перечень и примеры оценочных средств. Полный комплект оценочных средств приводится в ФОС дисциплины «Ядерная физика» базовой части блока **Б1.Б.05.06**.

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

- Контрольные вопросы к лабораторным работам и требования к содержанию отчета (применяется в 4-м семестре).
- Варианты тестовых заданий (применяется в 4-м семестре).

#### Контрольные вопросы по учебной программе

В процессе подготовки к ответам на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль: Оптические системы и сети связи) компетенции: ОПК-3.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов для разделов 1, 2 рабочей программы.

Полный комплект контрольных вопросов для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины «Ядерная физика» базовой части Блока **Б1.Б.05.06**

##### *Раздел 1.*

1. Кого можно назвать основоположником ядерной физики?
2. Из чего состоит атомное ядро?
3. Что определяет число протонов и нейтронов в ядрах?
4. Какие методы используются для определения заряда, размеров и массы ядер?

##### *Раздел 2.*

1. Чем обусловлен магнитный момент нуклонов?
2. Что такое спин ядра и как он экспериментально определяется?
3. В чем заключается метод Раби?
4. Чему равен квадрупольный электрический момент ядра при сферически симметричном распределении зарядов?

#### ВАРИАНТЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

В процессе подготовки и выполнения практических заданий формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль: Оптические системы и сети связи) компетенции: ОПК-3.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

Полный комплект практических заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины «Ядерная физика» базовой части Блока **Б1.Б.05.06**

## Тема 1. Энергия связи ядра

1. Определите, что больше – масса атомного ядра или масса свободных нуклонов (протонов и нейтронов), входящих в его состав.
2. Определите, какая энергия в электрон-вольтах соответствует дефекту массы  $\Delta m = 3 \cdot 10^{-20}$  мг.
3. Определите энергию связи ядра атома гелия-4. Масса нейтрального атома гелия составляет  $6,6467 \cdot 10^{-27}$  кг.
4. Энергия связи ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определите массу  $m$  нейтрального атома, обладающего этим ядром.

## Тема 2. Законы радиоактивного распада

1. Определите постоянную радиоактивного распада  $\lambda$  для изотопов: тория-229, урана-238, йода-131. Период полураспада этих изотопов соответственно равен:  $7 \cdot 10^3$  лет,  $4,5 \cdot 10^9$  лет и 8 сут.
2. Определите, во сколько раз начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшится за три года, если за один год оно уменьшилось в 4 раза.
3. Определите период полураспада радиоактивного изотопа, если  $5/8$  начального количества ядер этого изотопа распалось за время 849 с.
4. Активность некоторого радиоактивного изотопа в начальный момент времени составляла 100 Бк. Определите активность этого изотопа по истечении промежутка времени, равного половине периода полураспада.

## ВАРИАНТЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

В процессе выполнения тестовых заданий у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль: Оптические системы и сети связи) компетенции: ОПК-3.

Тестовые задания содержат до 16 вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. Во всех вопросах каждого теста предполагается выбор одного из 4-х – 7-и возможных ответов.

Система оценок выполнения контрольного тестирования:

- «отлично» – количество правильных ответов от 85% до 100%;
- «хорошо» – количество правильных ответов от 70% до 84%;
- «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 55% до 69%.

Ниже приводится пример контрольного тестирования в виде полного варианта одного из тестовых заданий.

Полный комплект тестовых заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины «Ядерная физика» базовой части Блока **Б1.Б.05.06**.



# 1. Структура атомных ядер

## Необходимый теоретический материал

1. Основные этапы развития физики ядра. Основные характеристики ядер. Состав, заряд, размеры, и массы ядер. Методы их определения.
2. Спин ядра. Сверхтонкая структура спектральных линий.
3. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула Вейцзеккера для энергии связи ядра. Оболочечная модель ядра. Обобщенная модель ядра.
4. Радиоактивность. Статистический характер распада. Законы радиоактивного распада.

## Тест № 1.1

1. С работ какого ученого связана предыстория основания ядерной физики?
  - а) А. Беккереля.
  - б) Э. Резерфорда.
  - в) М.В. Ломоносова.
  - г) ни с один из перечисленных ученых.
2. Какая из наук изучает структуру, состав и свойства атомных ядер?
  - а) атомная физика;
  - б) ядерная физика;
  - в) ни одна из перечисленных наук.
3. Атомное ядро состоит из:
  - а) протонов;
  - б) нейтронов;
  - в) электронов;
  - г) протонов и электронов;
  - д) протонов и нейтронов;
  - е) нейтронов и электронов;
  - ж) ни из одного вида перечисленных частиц.
4. Масса атомного ядра складывается из масс:
  - а) протонов;
  - б) нейтронов;
  - в) электронов;
  - г) протонов и электронов;
  - д) протонов и нейтронов;
  - е) нейтронов и электронов;
  - ж) ни из одного вида перечисленных частиц.

5. Количество нейтронов в атомном ядре определяет его:

- а) электрический заряд;
- б) положение в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева;
- в) массу и принадлежность к тому или иному изотопу.
- г) высказывание некорректно.

6. Количество протонов в атомном ядре определяет его:

- а) электрический заряд;
- б) электрический заряд, порядковый номер и положение в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева;
- в) электрический заряд, порядковый номер, положение в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева, массу и принадлежность к тому или иному изотопу.
- г) электрический заряд, порядковый номер, положение в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и массу ядра;
- д) высказывание некорректно.

7. В 1919 г. Э. Резерфорд наблюдал расщепление ядер различных химических элементов при бомбардировке их:

- а) альфа-частицами;
- б) бета-частицами;
- в) протонами;
- г) нейтронами;
- д) одновременно альфа- и бета-частицами;
- е) одновременно протонами и нейтронами;
- ж) одновременно протонами, нейтронами альфа- и бета-частицами.

8. В 1932 г. Чадвик доказал существование в атомном ядре:

- а) протонов;
- б) нейтронов;
- в) электронов;
- г) протонов и электронов;
- д) протонов и нейтронов;
- е) нейтронов и электронов.

9. Рассеяние каких частиц в веществе привело Э. Резерфорда к выводу о существовании в атоме ядер:

- а) альфа-частиц;
- б) бета-частиц;
- в) протонов;
- г) нейтронов;
- д) одновременно альфа- и бета-частиц;
- е) одновременно протонов и нейтронов;
- ж) одновременно протонов, нейтронов, альфа- и бета-частиц.

10. Спин микрочастиц определяет их:

- а) массу;
- б) электрический заряд;
- в) собственный момент количества движения;
- г) орбитальный момент количества движения;
- д) высказывание некорректно.

11. Связь нуклонов в атомных ядрах осуществляет взаимодействие:

- а) гравитационное;
- б) электромагнитное;
- в) сильное;
- г) слабое;
- д) ни одно из перечисленных.

12. Явление радиоактивности было впервые обнаружено:

- а) А. Беккерелем.
- б) Э. Резерфордом.
- в) М.В. Ломоносовым;
- г) М. Кюри и П. Кюри.
- д) ни с один из перечисленных ученых.

13. Закон радиоактивного распада был впервые установлен:

- а) А. Беккерелем.
- б) Э. Резерфордом.
- в) М.В. Ломоносовым;
- г) М. Кюри и П. Кюри.
- д) ни с один из перечисленных ученых.

14. Закон радиоактивного распада справедлив для:

- а) одного радиоактивного ядра;
- б) большого количества радиоактивных ядер;
- в) ни для одного из перечисленных вариантов.

15. К модели ядер с сильным взаимодействием относится:

- а) капельная модель ядра;
- б) оболочечная модель ядра;
- в) ни одна из моделей.

16. К модели ядер из независимых частиц относится:

- а) капельная модель ядра;
- б) оболочечная модель ядра;
- в) ни одна из моделей.



## Тест № 1.2

1. Переносчиком электромагнитного взаимодействия является фотон, а переносчиком сильного (ядерного) взаимодействия – \_\_\_\_\_.
2. Мария и Пьер Кюри, исследуя самопроизвольное испускание излучения солями урана, назвали это явление \_\_\_\_\_.
3. Исследуя характер отклонения лучей в магнитном поле, испускаемых солями урана, Э. Резерфорд показал, что они состоят из трех различных компонент, названных \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ -лучами.
4. Полное число протонов и нейтронов определяет \_\_\_\_\_ ядра, а число протонов – его \_\_\_\_\_.
5. В конце 1932 г. в космических лучах Андерсоном и Милликеном была открыта античастица электрона, названная \_\_\_\_\_.
6. В ядерной физике время в  $10^{-23}$  с называется \_\_\_\_\_ временем.
7. Магнитный момент ядра складывается из \_\_\_\_\_.
8. Спины протона и нейтрона составляют \_\_\_\_\_ и поэтому равны между собой. Обе частицы подчиняются статистике Ферми – Дирака и поэтому называются \_\_\_\_\_.
9. Точные измерения масс ядер показали, что масса сложного ядра не равна сумме масс входящих в состав ядра частиц, а всегда \_\_\_\_\_ этой величины на несколько десятых процентов. Поэтому масса ядра определяется выражением  $M_{\text{я}} =$  \_\_\_\_\_.
10. Ядерные силы обладают свойством \_\_\_\_\_.
11. Квадрупольный электрический момент при сферически симметричном распределении зарядов равен \_\_\_\_\_.
12. Ядра с одинаковым числом протонов и различным числом нейтронов называются \_\_\_\_\_.
13. Ядра с одинаковым числом протонов и нейтронов называются \_\_\_\_\_.
14. При альфа-распаде массовое число  $A$  изменяется на \_\_\_\_\_, а при бета-распаде \_\_\_\_\_.

## ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В процессе выполнения контрольных работ у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль: Оптические системы и сети связи) компетенции: ОПК-3.

Контрольные работы содержат по 4-е вопроса в каждом варианте тематического раздела рабочей программы учебной дисциплины.

Система оценок выполнения контрольных работ:

- «отлично» – количество правильных ответов от 85% до 100%;
- «хорошо» – количество правильных ответов от 70% до 84%;
- «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 55% до 69%.

Ниже приводится пример вариантов контрольных работ.

Полный комплект вариантов контрольных работ приводится в ФОС дисциплины «Ядерная физика» базовой части Блока **Б1.Б.05.06**

### Вариант 1

1. Вычислить энергию реакции  ${}^2\text{H}(d, p)$ , если энергия налетающих дейтронов  $T_d = 1.20$  МэВ, а протон, вылетевший под прямым углом к направлению движения дейтрона, имеет энергию  $T_p = 3.30$  МэВ.

2. Ядра  ${}^{210}\text{Po}$  испускают  $\alpha$ -частицы с кинетической энергией  $T_\alpha = 5.30$  МэВ, причем практически все дочерние ядра образуются непосредственно в основном состоянии. Определить первоначальную активность препарата  ${}^{210}\text{Po}$ , если за время, равное его периоду полураспада  $t = T$ , препарат выделил 2.2 кДж тепла.

3. Нерелятивистская  $\alpha$ -частица массой  $m_\alpha$ , движущаяся со скоростью  $v_\alpha$ , упруго рассеивается на ядре мишени массой  $M$ . Какова скорость  $v$  ядра отдачи, если угол между направлениями первоначального движения  $\alpha$ -частицы и вылета ядра отдачи равен  $\theta$ . (Оценить скорость ядра в конкретном случае:  $\theta = 60^\circ$  и  $M = 12$ , т.е. для ядер  ${}^{12}\text{C}$ .)

### Вариант 2

1. Вычислить энергию реакции  ${}^{14}\text{N}(\alpha, p)$ , если энергия налетающих  $\alpha$ -частиц  $T_\alpha = 4.00$  МэВ, а протон, вылетевший под углом  $\theta = 60^\circ$  к направлению движения  $\alpha$ -частиц, имеет энергию  $T_p = 2.08$  МэВ.

2. Ядра  ${}^{210}\text{Po}$  испускают  $\alpha$ -частицы с кинетической энергией  $T_\alpha = 5.30$  МэВ, причем практически все дочерние ядра образуются непосредственно в основном состоянии. Определить количество тепла, которое выделяет 10.0 мг

препарата  $^{210}\text{Po}$  за период, равный среднему времени жизни  $t = \tau$  ( $\tau = \lambda^{-1}$ ) этих ядер.

3. Какую долю начальной энергии потеряет нерелятивистская  $\alpha$ -частица при лобовом столкновении с покоящимся протоном? Какова скорость  $v_p$  протона отдачи, если скорость  $\alpha$ -частицы до столкновения составляла  $v_p$ ?

### Темы рефератов по учебной программе

В процессе подготовки и написания реферата у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль: Оптические системы и сети связи) компетенции: ОПК-3.

1. Основные этапы развития физики ядра.
2. Основные характеристики ядер. Заряд, размеры, и массы ядер. Методы их определения.
3. Ядерные модели, их классификация. Альтернативные модели атомных ядер.
4. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность.
5. Ядерные реакции. Цепная ядерная реакция.
6. Ядерная энергетика.
7. Ядерные реакции в звездах. Происхождение химических элементов.
8. Методы регистрации ионизирующего излучения.
9. Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозиметрические единицы.
10. Элементарные частицы. Их систематика.
11. Ускорители заряженных частиц.
12. Космические лучи. Первичное космическое излучение.
13. Прохождение космического излучения через атмосферу. Широтный эффект.
14. Радиационные пояса Земли.

### Примеры контрольных вопросов при защите лабораторных работ

Что такое статистическая погрешность?

Что такое дисперсия случайной величины?

Каким законам распределения подчиняются случайные события?

В каком случае совпадают распределения Гаусса и Пуассона?

Как влияет количество сеансов регистрации частиц на точность ее результатов?

Чем характерен бета-распад?

Что такое удельная и объемная радиоактивность источника? В каких единицах она выражается?

Какие факторы влияют на эффективность определения удельной и объемной радиоактивности проб?



Как изменится погрешность измерений при увеличении времени счета импульсов?  
В каком агрегатном состоянии могут находиться радиоактивные отходы?  
Какие из них представляют наибольшую радиоактивную опасность?  
Почему радиоактивные отходы после своего «захоронения» продолжают оставаться опасными?  
Какую величину составляет предельно допустимая недельная доза гамма-излучения для лиц, профессионально связанных с использованием источников ионизирующих излучений, и для населения?  
Почему лучшим материалом для защиты от гамма-излучения является свинец и какой вид излучения наиболее опасен для организма человека?  
В чем заключаются понятия «защита временем» и «защита расстоянием»?  
При какой эквивалентной дозе облучения человека ослабляются защитные (имунные) свойства организма?  
На основании чего для людей установлена предельно допустимая доза облучения в 50 мЗв в год?  
Что такое естественный фон облучения?  
Как называется единица эквивалентной дозы облучения?  
Можно ли считать нашу планету Земля естественным экраном от космического ионизирующего излучения и почему?  
Что такое прицельный параметр?  
Почему альфа-частицы непригодны для детального исследования внутренней структуры атомных ядер?  
В чем заключается опыт Э. Резерфорда?  
Почему электроны с энергией от нескольких десятков до сотен МэВ наиболее эффективны для зондирования атомных ядер?  
Каково математическое выражение, которым аппроксимируют для оценки плотности распределения электрического заряда ядер?

## **4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации содержит контрольные вопросы и практические задания, выносимые для оценивания окончательных результатов обучения по дисциплине в 4-м семестре.

### **4.2.1. Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Ядерная физика» для направления подготовки: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

В процессе подготовки и сдачи зачета формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль: Оптические системы и сети связи) компетенции ОПК-3.

1. История становления ядерной физики. Основные этапы ее развития.
2. Основные характеристики ядер. Заряд, размеры и массы ядер. Методы их определения.
3. Изотопы, изобары, изотоны, «Зеркальные ядра».
4. Характеристики 4-х фундаментальных взаимодействий в ядерной физике. Механизм взаимодействия, носители взаимодействия.
5. Энергия связи ядра.
6. «Магические» ядра. Их характеристики.
7. Ядерная энергия синтеза и ядерная энергия деления.
8. Сверхтонкая структура и магнитный дипольный момент ядра.
9. Космическое радиоизлучение в диапазоне СВЧ.
10. Измерение спинов и магнитных моментов ядер методом магнитного резонанса.
11. Опытные данные относительно спинов и магнитных моментов ядер.
12. Основной закон радиоактивного распада.
13. Альфа-распад. Явление туннелирования при альфа-распаде.
14. Бета-распад.
15. Несохранение четности при слабых взаимодействиях.
16. Экспериментальное доказательство существования нейтрино.
17. Гамма-излучение ядер и внутренняя конверсия электронов.
18. Радиоактивные ряды.
19. Капельная модель ядра.
20. Оболочечная модель ядра.
21. Физическое обоснование мезонной теории ядерных сил.
22. Ядерные реакции.
23. Законы сохранения в ядерных реакциях.
24. Деление атомных ядер.
25. Цепная ядерная реакция.
26. Синтез легких ядер.
27. Термоядерная проблема.
28. Методы регистрации ионизирующих частиц. Классификация методов.
29. Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество.
30. Прохождение гамма-квантов через вещество.
31. Прохождение легких заряженных частиц через вещество.
32. Ядерные столкновения частиц с веществом и электрон-позитронные ливни.
33. Основные дозиметрические величины и единицы.
34. Биологическое действие ионизирующих излучений. Методы и средства защиты от них.
35. Типы взаимодействия и классификация элементарных частиц.
36. Античастицы.
37. Законы сохранения и квантовые числа элементарных частиц.
38. Кварковая модель адронов.
39. Космические лучи.
40. Широкий эффект.

## Варианты практических заданий

1. Определите, что больше – масса атомного ядра или масса свободных нуклонов (протонов и нейтронов), входящих в его состав.
2. Определите, какая энергия в электрон-вольтах соответствует дефекту массы  $\Delta m = 3 \cdot 10^{-20}$  мг.
3. Определите энергию связи ядра атома гелия-4. Масса нейтрального атома гелия составляет  $6,6467 \cdot 10^{-27}$  кг.
4. Энергия связи ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определите массу  $m$  нейтрального атома, обладающего этим ядром.
5. Определите постоянную радиоактивного распада  $\lambda$  для изотопов: тория-229, урана-238, йода-131. Период полураспада этих изотопов соответственно равен:  $7 \cdot 10^3$  лет,  $4,5 \cdot 10^9$  лет и 8 сут.
6. Определите, во сколько раз начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшится за три года, если за один год оно уменьшилось в 4 раза.
7. Определите период полураспада радиоактивного изотопа, если  $5/8$  начального количества ядер этого изотопа распалось за время 849 с.
8. Активность некоторого радиоактивного изотопа в начальный момент времени составляла 100 Бк. Определите активность этого изотопа по истечении промежутка времени, равного половине периода полураспада.
9. Пользуясь таблицей Д.И. Менделеева и правилами смещения, определите, в какой элемент превращается уран-238 после трех альфа- и двух бета-распадов.
10. Пользуясь таблицей Д.И. Менделеева и правилами смещения, определите, в какой элемент превращается уран-238 после шести альфа- и трех бета-распадов.
11. Ядра радиоактивного изотопа тория-232 претерпевают последовательно альфа-распад, два бета-распада и альфа-распад. Определите конечный продукт деления.
12. Свободное покоившееся ядро иридия-191 ( $m = 317,10953 \cdot 10^{-27}$  кг) с энергией возбуждения 129 кэВ перешло в основное состояние, испустив гамма-квант. Определите изменение энергии гамма-кванта, возникающее в результате отдачи ядра.
13. Определите, является ли реакция  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$  экзотермической или эндотермической.
14. Определите, поглощается или выделяется энергия при ядерной реакции  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ . Определите величину этой энергии.
15. При захвате протоном отрицательного мюона образуется нейтрон и еще одна частица. Запишите эту реакцию и определите, что это за частица.
16. Принимая, что энергия релятивистских мюонов в космическом излучении составляет 3 ГэВ, определите расстояние, проходимое мюонами за время их жизни, если собственное время жизни мюона 2,2 мкс, а энергия покоя – 100 МэВ.



17.  $\pi^0$  - мезон распадается в состоянии покоя на два  $\gamma$ -кванта. Принимая массу покоя пиона равной  $264,1 m_e$ , определите энергию каждого из возникших  $\gamma$ -квантов.

18. Известно, что распад нейтрального короткоживущего каона происходит по схеме  $K_s^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ . Принимая, что до момента распада каон покоился и его масса покоя составляет  $974 m_e$ , определите массу покоя образовавшихся заряженных  $\pi$ -мезонов, если известно, что масса каждого образовавшегося пиона в 1,783 раза больше его массы покоя.

Оценки «зачет» заслуживает обучающийся который, как минимум, показал знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "зачет" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении практических заданий выносимых на зачет, но обладающим необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя.

Оценка "**не зачтено**" выставляется обучающемуся, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий (отсутствие знаний значительной части программного материала; непонимание основного содержания теоретического материала; неспособность ответить на уточняющие вопросы; неумение применять теоретические знания при решении практических задач допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизиологических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
  - в форме электронного документа.
- Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- в печатной форме,
  - в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика: сборник задач. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2015. – 220 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/84093?category\\_pk=918#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/84093?category_pk=918#book_name)

2. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 261 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/94103?category\\_pk=918#authors](https://e.lanbook.com/book/94103?category_pk=918#authors)

3. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2011. – [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2011. – 384 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/708?category\\_pk=918#authors](https://e.lanbook.com/book/708?category_pk=918#authors)

4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2012. – 784 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/2315#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/2315#book_name)

5. Бойченко А.П., Яковенко Н.А. Ядерная физика: лабораторный практикум. – Краснодар: КубГУ, 2006. (100 экз)

6. Барков А.П., Дорош В.С., Никитин В.А. и др. Основы ядерной физики: лабораторный практикум. – Краснодар: КубГУ, 2011. (100 экз.)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Канарёв Ф.М. Начала физхимии микромира. – Краснодар: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.micro-world.su/>

2. Ракобольская И.В. Ядерная физика. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 296 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lib.wwer.ru/atomnaya-energiya/%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F->



[%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0/](#)

3. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Просвещение, 1984. – 364 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/b/naumov\\_yadro.htm](http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/b/naumov_yadro.htm).

4. Широков Ю.М., Юдин Н.П. ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА. М., «Наука», 1980, 729 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lib.wwer.ru/fizika-yadernyh-reaktorov/%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0-2/>

5. Любимов А., Киш Д. Введение в экспериментальную физику частиц. – М.: Физматлит, 2001. – 262 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_26433](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_26433)

6. Максимов М.Т., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерение. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 304 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studentu.click/doc/maksimov-m-t-odzhagov-g-o-radioaktivnye-zagryazneniya-i-ikh-izmerenie-53149>

7. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. – М.: Лаб. баз. знаний, 2002. (и др. стереотипные издания следующих годов). – 175 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/0B5-hqA684dKYOW9FYng2R1BJWnM/view>

8. Мурзин В.С. Астрофизика космических лучей: Учебное пособие для вузов. – М.: Университетская книга; Логос, 2007. – 488 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cosmic-rays.ru/books31/20073103.pdf>

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронная информационно-образовательная среда Модульного Динамического Обучения КубГУ – раздел «Физика атома» <http://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=600>
2. Электронная библиотека ЮРАЙТ: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/window>
5. Библиотека электронных учебников <http://www.book-ua.org/>
6. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике: <http://www.college.ru/>
7. Федеральный образовательный портал: [http://www.edu.ru/db/portal/sites/res\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm)
8. Каталог научных ресурсов: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
9. Большая научная библиотека: <http://www.sci-lib.com/>
10. Лекции по физике для ВУЗов: <http://physics-lectures.ru/>



11. Естественнно-научный образовательный портал:  
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
12. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека сайта EqWorld: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/>
13. Образовательный проект Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам»: <http://www.ph4s.ru/>
14. Техническая библиотека: <http://techlibrary.ru/>

### **6.1. Периодические издания (журналы):**

Журнал технической физики  
Письма в журнал технической физики  
Оптика и спектроскопия  
Физика и техника полупроводников  
Измерительная техника  
Автометрия  
Датчики и системы. SENSORS & SYSTEMS  
Квантовая электроника  
Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики  
Журнал экспериментальной и теоретической физики  
Приборы и техника эксперимента  
Успехи физических наук  
Физика плазмы  
Ядерная физика

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения, формулы, рисунки, таблицы, графики. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчётов по ним, а так же подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей сту-

дентов (рекомендации размещены в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ – раздел «Физика атома» <http://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=600>). Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя в виде плана самостоятельной работы студента. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучающихся. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии в личном пользовании или в подразделениях библиотеки в бумажном или электронном виде. Всю основную учебную литературу желательно изучать с составлением конспекта. Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, мало результативно. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранного направления. Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения. Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет познавательной и практической ценности. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении занятий и консультаций, либо в индивидуальном порядке. При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

К практическим занятиям необходимо готовиться предварительно, до начала занятия. Необходимо ознакомиться с краткой теорией в рекомендованном задачнике по соответствующей теме, и проработать примеры решений разобранных в задачнике упражнений. В ходе подготовки, так же следует вести конспектирование, а возникшие вопросы задать ведущему преподавателю в начале практического занятия.

К лабораторным работам следует подготовиться предварительно, ознакомившись с краткой но специфической теорией размещенной в Среде Модульного Динамического Обучения КубГУ <http://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=600>, пароль записи доступа в раздел дисциплины «Физика атома» выдаётся на первом занятии. Рекомендуется ознакомиться заранее и с методическими рекомендациями по проведению соответствующей лабораторной работы, и в случае необходимости провести



предварительные расчёты.

Непосредственная подготовка к зачету осуществляется по вопросам, представленным в данной учебной программе дисциплины. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа, так как зачет сдаётся в устной форме в ходе диалога преподавателя со студентом. В качестве примера расширенных ответов на некоторые вопросы рекомендуется изучить перечень рекомендуемых, как основной, так и дополнительной литературы, не ограничиваясь предлагаемым объемом.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены индивидуальные консультации (в том числе через email, Skype или viber), так как большое значение имеет консультации. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Рекомендуется следующий график самостоятельной работы студентов по учебным неделям каждого семестра:

**Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в 4-м семестре по дисциплине «Ядерная физика»**

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
1	<b>Раздел 1. Основы ядерной физики</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4,8	1,11,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	2	2	ПЗ	устный опрос
2	<b>Раздел 2. Физические свойства атомных ядер</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	3,5,11,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3	4	ПЗ	устный опрос
3	<b>Раздел 3. Ядерные модели, их классификация.</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	7,9,11,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос



		Подготовка к практическим занятиям	3	6,8	ПЗ	устный опрос
4	<b>Раздел 4. Явление радиоактивности</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	10,11,12,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3		ПЗ	устный опрос
5	<b>Раздел 5. Ядерные реакции</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	11,14,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3	13	ПЗ	устный опрос
6	<b>Раздел 6. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	11,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3	15	ПЗ	устный опрос
7	<b>Раздел 7. Биологическое действие ионизирующих излучений</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	13,14	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3	14	ПЗ	устный опрос
8	<b>Раздел 8. Элементарные частицы</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	5	15	Т/зачет	устный опрос
9	<b>Раздел 9. Космические лучи</b>	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	6	16	Т/зачет	устный опрос
		Итого:	59,8			

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **8.1 Перечень информационных технологий**

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

- обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;
- развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;
- создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использованием средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

- техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);
- программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);
- организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

При осуществлении образовательной деятельности по настоящей программе используется электронная информационно-образовательная среда Модульного Динамического Обучения КубГУ в разделе которой <http://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=600> «Физика атома» располагаются учебно-методические материалы: рекомендации по самостоятельной работе студента, требования к освоению данной учебной программы, теоретические и методические описания и задания к проведению лабораторных работ, практических занятий, ссылки на видео контент поддерживающий одну из форм интерактивности самостоятельной работы. Среда собирает статистику по времени активности аккаунта каждого студента при работе с размещённым материалом.

Так как достоверность аккаунта не гарантирует конкретизацию личности, то для промежуточного и текущего контроля при определении истинного уровня подготовленности студента дистанционный метод оценивания не используется.

Проведение лекций по дисциплине предусматривает использование демонстрационных мультимедийных материалов с использованием проектора.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в он-лайн или офф-лайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

- реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;

- системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;

- построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

- базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);

- владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);

- использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веб-браузеров).

Информационные технологии могут быть использованы при обучении студентов несколькими способами. В самом простом случае реальный учебный процесс идет по обычным технологиям, а информационные технологии применяются лишь для промежуточного контроля знаний студентов в виде тестирования. Этот подход к организации образовательного процесса представляется очень перспективным ввиду того, что при его достаточно широком использовании университет может получить серьезную экономию средств из-за более низкой стоимости проведения сетевого компьютерного тестирования по сравнению с аудиторным.

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учеб-



ного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;
  - возрастает интенсивность учебного процесса;
  - у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;
  - доступность учебных материалов в любое время;
  - возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме
- неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

## **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

Так как для самостоятельной работы обучающихся предполагается доступ в электронную информационно-образовательную среду организации и сеть Интернет, то общие требования к помещениям для самостоятельной работы обучающихся вполне достаточно. Дополнительно, специализированное программное обеспечение для реализации настоящей программы не требуется

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).
3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.
4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation).
6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).

## **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс»:  
<http://www.consultant.ru>
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU:  
<http://www.elibrary.ru>
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:  
<http://window.edu.ru/window>
4. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:  
<http://www.rubricon.com/>
5. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:

<http://www.college.ru/>

6. Каталог научных ресурсов:

<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>

7. Большая научная библиотека:

<http://www.sci-lib.com/>

8. Естественно-научный образовательный портал:

<http://www.en.edu.ru/catalogue/>

9. Техническая библиотека:

<http://techlibrary.ru/>

10. Физическая энциклопедия:

<http://www.femto.com.ua/articles/>

11. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:

[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Успешная реализация преподавания дисциплины «Ядерная физика» предполагает наличие минимально необходимого для реализации программы бакалавриата перечня материально-технического обеспечения:

– лекционные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет);

– компьютерные классы для проведения практических занятий;

– описания лабораторных работ по дисциплине «Ядерная физика» с учебно-методическими указаниями к их выполнению;

– программы онлайн-контроля знаний студентов (в том числе программное обеспечение дистанционного обучения);

– наличие необходимого лицензионного программного обеспечения (операционная система MS Windows XP; интегрированное офисное приложение MS Office; система компьютерной математики MATHCAD с пакетами расширений; система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) специализированные демонстрационные стенды «Ядерная физика» и установки по «Ядерной физике». Ауд. №201С

2	Семинарские занятия	Аудитория оснащенная тремя меловыми или маркерными досками, достаточным количеством посадочных мест со столами. Ауд. №209С, Ауд. №211С, Ауд. №315С
3	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения по «Ядерной физике». Ауд. №225С
4	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской: Ауд. №209С, Ауд. №211С, Ауд. №315С
5	Промежуточная аттестация	Помещение с достаточным количеством посадочных мест: Ауд. №209С, Ауд. №211С, Ауд. №315С
6	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: № 207с