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
_____Хагуров Т.А.
подпись
«29» _____ 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 очная
(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:

А.П. Бойченко, д-р физ.-мат. наук,
доцент 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

Учебная дисциплина «Ядерная физика» ставит перед собой целью 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

Учебная дисциплина «Ядерная физика» ставит перед собой следующие задачи:

– 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 взаимодействий 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 1 «Дисциплины (модули)» 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: «Математический анализ», «Молекулярная физика», «Механика», «Электричество и магне-

тизм», «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. В результате изучения дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения ряда последующих дисциплин: «Оптоэлектронные и квантовые приборы», «Волоконные лазеры и усилители».

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 общепрофессиональных компетенций (ОПК-3, ОПК-6):

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			Знать	**уметь**	**владеть**
1	ОПК-3	Способностью 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 меж-	1. обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; 2. пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц.	1. методами расчета датировки событий; 2. методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации. 3. методами оценки радиационной обстановки.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			Знать	**уметь**	**владеть**
			ду фундаментальными частицами; 8. модели образования Вселенной (инфляция, Большой взрыв), ядерные реакции в звездах;		
2	ОПК-6	способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	1. теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц. 2. основные механизмы ядерных реакций; 3. законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения гамма-квантов и правила отбора, эффект Мессбауэра; 4. закономерности взаимодействие ядерных частиц с веществом и биологическими системами; 5. механизмы взаимодействия излучения с веществом; 6. единицы доз и активности; 7. методы получения радиоактивных изотопов для медицины и техники; 8. основы производства ядерной энергии и медицинской диагностики.	1. обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; 2. пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц. 3. применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях; 4. оценивать время жизни переносчиков взаимодействий; 5. 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; 4. методами защиты от излучения; 5. методами расчета порога и энергии реакции.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет _4_ зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО).*

Вид учебной работы		Всего Часов	Семестры (часы)
			4
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		80	80
Занятия лекционного типа		32	32
Занятия семинарского типа		16	16
Лабораторные занятия		32	32
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР) в форме **зачета**		0,2	0,2
Самостоятельная работа (всего) в том числе:		59,8	59,8
Проработка учебного (теоретического) материала		20	20
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		13	13
Реферат		11,8	11,8
Подготовка к текущему контролю		15	15
Общая трудоемкость	Час	144	
	в том числе контактная работа	84,2	
	зач. ед.	4	

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в **4** семестре **сводная таблица** *(очная форма)*:

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
1	Введение в ядерную физику	18,1	2	4	6	0,1	6
2	Статические свойства атомного ядра	10,5	4			0,5	6
3	Краткие сведения о ядерных моделях	15,5	4		4	0,5	7
4	Радиоактивность	18,5	4	4	4	0,5	6
5	Ядерные реакции	19,3	4	4	4	0,5	6,8
6	Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество.	21,6	4	4	6	0,6	7
7	Ионизирующее излучение	15,6	4		4	0,6	7
8	Элементарные частицы	11,6	4			0,6	7
9	Некоторые вопросы астрофизики	13,1	2		4	0,1	7
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2					
	Итого:	**144**	**32**	**16**	**32**	**4**	**59,8**

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	**Введение в ядерную физику**	Основные этапы развития физики ядра. Основные характеристики ядер. Заряд, размеры, и массы ядер. Методы их определения.	Опрос, тестирование
2	**Статические свойства атомного ядра**	Магнитные моменты нуклонов. Спин ядра. Сверхтонкая структура спектральных линий. Космическое радиоизлучение и строение Галактики. Квадрупольный электрический момент ядра. Четность. Закон сохране-	Опрос, тестирование

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
		ния четности.	
3	**Краткие сведения о ядерных моделях**	Ядерные модели, их классификация. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула Вейцзеккера для энергии связи ядра. Оболочечная модель ядра. Обобщенная модель ядра. Физическое обоснование мезонной теории ядерных сил.	Опрос, практические задания
4	**Радиоактивность**	Естественная и искусственная радиоактивность. Статистический характер распада. Законы радиоактивного распада. Альфа - распад. Зависимость периода альфа-распада от энергии альфа-частиц. Туннельный эффект.	Опрос, практические задания, контрольная работа
5	**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.	Опрос, практические задания, контрольная работа
6	**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.	Опрос, тестирование
7	**Ионизирующее излучение**	Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозиметрические единицы.	Опрос (тестирование по контрольным вопросам)
8	**Элементарные частицы**	Типы взаимодействия и классификация частиц. Частицы и античастицы.	Опрос, практические задания,

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
		Законы сохранения, регулирующие превращения частиц. Систематика элементарных частиц. Ускорители заряженных частиц.	контрольная работа
9	**Некоторые вопросы астрофизики**	Космические лучи. Первичное космическое излучение. Прохождение космического излучения через атмосферу. Широтный эффект. Радиационные пояса Земли.	Опрос (тестирование по контрольным вопросам)

2.3.2 Занятия семинарского типа

Варианты практических заданий берутся из задачника Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов, 2018. — 434 с.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1.	Введение в ядерную физику	Основные этапы развития физики ядра. Основные характеристики ядер. Заряд, размеры, и массы ядер. Методы их определения.	Ответы на вопросы, тесты
2.	Радиоактивность	Законы радиоактивного распада. Альфа - распад. Зависимость периода альфа-распада от энергии альфа-частиц. Задачи для решения в аудитории: №5.239, 5.243, 5.246 (§5.5, стр. 274-275) На дом: № 5.240, 5.244, 5.247 (§5.5, стр. 274 -275)	Ответы на вопросы, тесты, решение задач и контрольных работ, рефераты
3.	Ядерные реакции	Законы сохранения в ядерных реакциях. Элементарная теория деления. Деление изотопов урана под действием нейтронов. Задачи для решения в аудитории: № 5.279, 5.285, 5.295 (§ 5.6, стр. 279 – 281) На дом: № 5.280, 5.286, 5.296 (§ 5.6 стр. 279 – 281)	Ответы на вопросы, тесты, решение задач и контрольных работ, рефераты
4.	Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество.	Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество. Прохождение легких заряженных частиц через вещество. Прохождение гамма-квантов через вещество. Задачи для решения в аудитории: № 5.320, 5.322, 5.325 (§5.7, стр. 284 - 285) На дом: № 5.321, 5.324, 5.327 (§5.7, стр. 284 – 285)	Ответы на вопросы, тесты, решение задач и контрольных работ, рефераты

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	Погрешности при ядерно-физических измерениях	Отчет по лабораторной работе
2	4	Определение удельной бета-радиоактивности почвы	Отчет по лабораторной работе
3	7	Дозиметрия, дозиметрические величины и защита от ионизирующего излучения	Отчет по лабораторной работе
4	1	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	6,7	Исследование ослабления гамма-излучения в веществе	Отчет по лабораторной Работе
7	6	Измерение абсолютной активности препарата методом гамма-гамма совпадений	Отчет по лабораторной Работе
8	5,9	Изучение углового распределения космических лучей	Отчет по лабораторной работе

Лабораторные работы выполняются в специализированной аудитории «атомной и ядерной физики» (аудитория 225, корп. С). В результате их выполнения 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-3, 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)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического мате-	Методические рекомендации по организации и выполнению

	риала)	самостоятельной работы студентов для бакалавров направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и магистров направления подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
2	Подготовка к практическим занятиям	
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по темам программы для проработки теоретического материала

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Введение в ядерную физику	1. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2018. — 434 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94101. 2. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2018. — 261 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94103.
2	Статические свойства атомного ядра	1.Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2 : Физика ядерных реакций / К. Н. Мухин. - Изд. 6-е, испр. и доп. - СПб. [и др.] : Лань , 2008. - 318 с.
3	Краткие сведения о ядерных моделях	1. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 301 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01420-4. — Режим доступа : https://biblio-online.ru/book/F3137DF8-BE69-4CDA-A647-4727B9830251.
4	Радиоактивность	1. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория

		знаний", 2018. — 434 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94101. 2. Барков А.П., Дорош В.С., Никитин В.А. и др. Основы ядерной физики: лабораторный практикум. – Краснодар: КубГУ, 2011. – 103 с.
5	Ядерные реакции	1. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2018. — 434 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94101. 2. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2 : Физика ядерных реакций / К. Н. Мухин. – Изд. 6-е, испр. И доп. – СПб. [и др.] : Лань , 2008. – 318 с.
6	Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество.	1. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. Пособие — Электрон. Дан. — Москва : Издательство «Лаборатория знаний», 2018. — 434 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94101. 2. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 398 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-00439-7. – Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/CC95A403-E772-48A7-AE64-B1FF80F23AEC
7	Ионизирующее излучение	1. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 301 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01420-4. — Режим доступа : https://biblio-online.ru/book/F3137DF8-BE69-4CDA-A647-4727B9830251.
8	Элементарные частицы	1. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2 : Физика ядерных реакций / К. Н. Мухин. - Изд. 6-е, испр. и доп. - СПб. [и др.] : Лань , 2008. - 318 с.

		2. Трофимова, Т. И. Основы физики. Атом, атомное ядро и элементарные частицы [Текст] : [учебное пособие] / Т. И. Трофимова. - М. : КНОРУС, 2011. - 217 с.
9	Некоторые вопросы астрофизики	1. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 398 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-00439-7. – Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/CC95A403-E772-48A7-AE64-B1FF80F23AEC

3. Образовательные технологии

При изучении дисциплины проводятся следующие виды учебных занятий и работ: лекции, практические занятия, защита лабораторных работ, тестирование, написание рефератов, 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).

По темам дисциплины лекции проходят в классическом стиле. Студенту в режиме самостоятельной работы рекомендуется чтение книг из списка основной и дополнительной литературы.

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. На практических занятиях учебная группа прорабатывает решение задач вместе с преподавателем. Решение задачи группа оформляет на доске и публично защищает. При возникновении трудностей преподаватель помогает в достижении положительного результата.

При проведении лабораторных работ подгруппа разбивается на команды по 2-3 человека. Каждой команде выдаётся задание на выполнение лабораторной работы. Студенты самостоятельно распределяют обязанности и приступают к выполнению задания, взаимодействуя между собой. Преподаватель контролирует ход выполнения работы каждой группой, проверяет правильность сборки лабораторного оборудования. Уточняя ход работы, если студенты что-то выполняют неправильно, 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.

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:** лекция; обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и с последующим разбором этих вопросов на практических заня-

тиях; 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.

Семестр	Вид занятия	Образовательные технологии	Количество часов
8	Лекции	Интерактивная лекция с мультимедийной системой.	32
	Практические работы	Индивидуальное выполнение практических заданий.	16
	Лабораторные занятия	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий.	32
Итого:			80

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

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

Ниже приводится перечень и примеры из фонда оценочных средств. Полный комплект оценочных средств приводится в ФОС дисциплины Б1.Б.05.06 «Ядерная физика».

4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:
- Темы рефератов
- Варианты тестовых заданий
- Контрольные вопросы к лабораторным работам и требования к содержанию отчета

Примеры заданий теста

Тестовые задания состоит из 40–50 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. В 80% всех вопросов каждого теста предполагается выбор одного из 2-7-ми возможных ответов. В 20% вопросах необходимо написать правильный ответ самостоятельно.
Ниже приводится пример некоторых заданий контрольного тестирования

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. Мария и Пьер Кюри, исследуя самопроизвольное испускание излучения солями урана, назвали это явление _____.

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.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ОПК-3 - Способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации: знать связь явлений в микромире, исходя из характеристик типичных масштабов; основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер; связь законов сохранения со свойствами симметрии; основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер; основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц; характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами; модели образования Вселенной (инфляция, Большой взрыв), ядерные реакции в звездах

Система оценок выполнения контрольного тестирования:
– «отлично» – количество правильных ответов от 90% до 100%;
– «хорошо» – количество правильных ответов от 75% до 90%;
– «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 60% до 75%.

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?
Как связаны между собой величина дисперсии и величина среднего значения, если выполняется распределение Гаусса?
Чем характерен бетта-распад?
Что такое удельная и объемная радиоактивность источника? В каких еденицах 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 находится 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?

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-31 способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи: знать теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц; основные механизмы ядерных реакций; законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения гамма-квантов и правила отбора, эффект Мессбауэра; закономерности взаимодействие ядерных частиц с веществом и биологическими системами; механизмы взаимодействия излучения с веществом; единицы доз и активности; методы получения радиоактивных изотопов для медицины и техники; основы производства ядерной энергии и медицинской диагностики

Критерий оценки:

Лабораторная работа считается выполненной если студент предоставил в требуемом в описании лабораторной работы виде выполненные задачи и правильно или с негрубыми ошибками ответил на контрольные вопросы. Из всех запланированных лабораторных работ студент обязан выполнить не менее 80%.

Темы рефератов по учебной программе

1. История открытия радиоактивности.
2. Модели атомных ядер.
3. Деление атомных ядер.
4. Опыт Резерфорда.
5. «Магические» ядра.
6. Естественная и искусственная радиоактивность.
7. Законы сохранения в ядерных реакциях.
8. Ядреная энергетика.
9. Происхождение химических элементов.
10. Счётчики Гюйгера-Мюллера.
11. Ускорители заряженных частиц.
12. Космическое излучение.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ОПК-3 - Способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации: уметь обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц.

Критерии оценки рефератов:

- Оценка «отлично» – выполнены все требования к написанию и представления реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
- Оценка «хорошо» – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении мате-

риала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

- Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
- Оценка «неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

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, темы рефератов.

4.2.1 Вопросы и примеры типовых практических заданий, выносимые на зачет по дисциплине «Ядерная физика» для направления подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы и сети связи" (промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам выполнения тестирования и активности студента на практических занятиях с учетом посещения лекций)

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. Широтный эффект.

Практическое задание №1

Определите, что больше – масса атомного ядра или масса свободных нуклонов (протонов и нейтронов), входящих в его состав.

Практическое задание №2

Определите постоянную радиоактивного распада λ 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

Практическое задание №3

Ядра радиоактивного изотопа тория-232 претерпевают последовательно альфа-распад, два бета-распада и альфа-распад. Определите конечный продукт деления.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ОПК-3 - Способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации: знать связь явлений в микромире, исходя из характеристик типичных масштабов; основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер; связь законов сохранения со свойствами симметрии; основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер; основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц; характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами; модели образования Вселенной (инфляция,

Большой взрыв), ядерные реакции в звездах; уметь обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц; владеть методами расчета датировки событий; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; методами оценки радиационной обстановки. ПК-31 способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи: знать теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц; основные механизмы ядерных реакций; законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения гамма-квантов и правила отбора, эффект Мессбауэра; закономерности взаимодействие ядерных частиц с веществом и биологическими системами; механизмы взаимодействия излучения с веществом; единицы доз и активности; методы получения радиоактивных изотопов для медицины и техники; основы производства ядерной энергии и медицинской диагностики; уметь обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях; оценивать время жизни переносчиков взаимодействий; оценивать радиус фундаментальных взаимодействий; владеть методами расчета процессов рассеяния (формула Резерфорда); методами расчета энергии связи, масс ядер (формула Вейцзеккера); методами расчета основных характеристик распада ядер; методами защиты от излучения; методами расчета порога и энергии реакции.

Критерий оценки:

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 психофизических особенностей.

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

– 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. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 434 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94101.

2. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2018. — 261 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94103.

3. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2 : Физика ядерных реакций / К. Н. Мухин. - Изд. 6-е, испр. и доп. - СПб. [и др.] : Лань , 2008. - 318 с.

4. Барков А.П., Дорош В.С., Никитин В.А. и др. Основы ядерной физики: лабораторный практикум. – Краснодар: КубГУ, 2011. – 103 с.

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. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 398 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-00439-7. – Режим доступа: https://biblio-

online.ru/book/CC95A403-E772-48A7-AE64-B1FF80F23AEC

2. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 301 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01420-4. — Режим доступа : https://biblio-online.ru/book/F3137DF8-BE69-4CDA-A647-4727B9830251.

3. Черныш, Ю. Е. Ядерный магнитный резонанс в структурных исследованиях [Текст] / В. Т. Панюшкин, Ю. Е. Черныш, В. А. Волынкин и др. ; отв. ред. Р. З. Сагдеев. - Москва : URSS : [КРАСАНД], 2017. - 350 с.

4. Калашников, Н. П. Практикум по решению задач по общему курсу физики [Текст] : основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика : учебное пособие по физике для студентов, обучающихся по техническим направлениям и специальностям / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин ; под ред. Н. П. Калашникова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. - 237 с.

5. Трофимова, Т. И. Основы физики. Атом, атомное ядро и элементарные частицы [Текст] : [учебное пособие] / Т. И. Трофимова. - М. : КНОРУС, 2011. - 217 с.

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

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/window
2. Электронная библиотека ЮРАЙТ: www.biblio-online.ru
3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: https://e.lanbook.com

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. 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 студентов. 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 обучаемых. 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 готовится предварительною, до начала занятия. Необходимо ознакомится 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. 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 освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены индивидуальные консультации, 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 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	**Введение в ядерную физику**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2,8	1,11,15	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	2	2	ПЗ	устный опрос
2	**Статические свойства атомного ядра**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	3,5,11,15	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	4	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	10	ЛР	устный опрос
3	**Радиоактивность**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	7,9,11,15	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	8	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта	1	12	ЛР	устный опрос

		по лабораторным работам и подготовка к их защите				
		Подготовка к практическим занятиям	2	6,8	ПЗ	устный опрос
4	**Ядерные реакции**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	10,11,12,15	Т/зачет	письменная работа, устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	10	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	14	ЛР	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3	13,14	ЛР	устный опрос
5	**Краткие сведения о ядерных моделях**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	11,14	Т/зачет/ ЛР	письменная работа устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	12	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	14	ЛР	устный опрос
6	**Прохождение заряженных частиц и гамма-квантов через вещество.**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	11,14	Т/зачет/ ЛР	письменная работа устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	11	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	14	ЛР	устный опрос

		Подготовка к практическим занятиям	2	12	ПЗ	устный опрос
7	**Ионизирующее излучение**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	9,13	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	9	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	12	ЛР	устный опрос
8	**Элементарные частицы**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	10,12	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	11	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	13	ЛР	устный опрос
9	**Некоторые вопросы астрофизики**	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	12,13,15	ЛР/зачет	письменная работа устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	12	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	14	ЛР	устный опрос
		Итого:	59,8			

ЛР- лабораторная работа, Т-тест, ПЗ-практическое занятие

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

8.1 Перечень информационных технологий.

– Консультирование посредством электронной почты.
– Использование электронных презентаций на сайте Moodle Кубгу.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечении

Дополнительно специализированное программное обеспечение для реализации настоящей программы не требуется.

8.2 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотека ЮРАЙТ: www.biblio-online.ru
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: https://e.lanbook.com

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – ауд. 300, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Практические занятия	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа и промежуточной аттестации – ауд. 207, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Лабораторные занятия	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ – ауд. 225, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа и промежуточной аттестации – ауд. 207, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
5.	Промежуточная аттестация	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа и промежуточной аттестации – ауд. 207, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
6.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)