

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Иванов А.Г.

подпись

«29»

мая

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.05.06 ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Нанотехнологии в электронике

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки

академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.05.06 «Ядерная физика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Нанотехнологии в электронике».

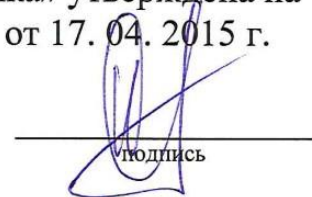
Программу составил:

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



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.05.06 «Ядерная физика» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 8 от 17. 04. 2015 г.
Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.



подпись

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий, протокол № 12 от «21» мая 2015 г.
Заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук Копытов Г.Ф.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 29 мая 2015 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»,

Добро Л.Ф., канд. пед. наук, доцент кафедры физики и информационных систем.

1. Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1. Цель освоения дисциплины

Учебная дисциплина Б1.Б.21.06 «Физический практикум. Ядерная физика» входит в блок естественно-научных дисциплин, предназначенных для формирования у учащихся естественно-научного мировоззрения о процессах и явлениях, связанных с физическими свойствами микромира и квантовыми явлениями на уровнях атомарной и субатомарной структуры вещества, а также элементарных частиц. Актуальность дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» обусловлена применением знаний, умений и навыков, полученных в процессе ее изучения, для изучения дисциплин из других блоков и успешного освоения специальности в целом.

Учебная дисциплина «Общий физический практикум (Физика атомного ядра и элементарных частиц)» ставит своей целью изучение физических свойств микромира и квантовых явлений на уровнях субатомарной структуры вещества и элементарных частиц.

1.2. Задачи дисциплины

Основные задачи освоения дисциплины:

- изучение экспериментальных и теоретических основ физики атомного ядра и элементарных частиц и рассмотрение экспериментальных принципов физики высоких энергий;
- усвоение основных понятий физики атомного ядра и элементарных частиц, фундаментальных взаимодействий между частицами микромира, классификации элементарных частиц в рамках принятых в ядерной физике моделей.

Воспитательная задача заключается в формировании у студентов профессионального отношения к проведению научно-исследовательских и прикладных работ, в развитии творческой инициативы и самостоятельности мышления.

В расширенный список общих задач дисциплины входят следующие задачи:

- *обобщить и систематизировать знания по:*
 - современным представлениям об атомном и субатомном строении вещества, о свойствах и структуре атомных ядер и элементарных частиц;
 - основным законам, идеям и принципам физики атомного ядра и элементарных частиц;
- *научить:*
 - экспериментальным и теоретическим основам физики атомного ядра и элементарных частиц, экспериментальным принципам физики высоких энергий;
 - основным понятиям и принципам физики атомного ядра и элементарных частиц, фундаментальных взаимодействий между частицами микромира, классификации элементарных частиц в рамках принятых в ядерной физике моделей;
 - с научной точки зрения осмысливать и интерпретировать основные положения субатомных явлений;
 - применять полученные знания для правильной интерпретации основных явлений физики ядра и элементарных частиц;
 - надлежащим образом оценивать порядки физических величин;
 - использовать полученные знания в различных областях физической науки и техники;
- *сформировать:*
 - навыки применения основных методов физико-математического анализа для решения конкретных задач физики атома, атомных ядер и элементарных частиц;
 - навыки физико-математического моделирования;

- умение с помощью адекватных методов оценивать точность и погрешность теоретических расчетов и экспериментальных измерений;
- умение анализировать физический смысл полученных результатов.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.Б.21.06 «Физический практикум. Ядерная физика» входит в вариативную часть Б1.Б блока 1. Дисциплины (модули) Б1 учебного плана.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами модулей «Математика», «Общая физика», «Общий физический практикум». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения дисциплин базовой и вариативной частей блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

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-1, ОПК-5.

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	– современные представления о свойствах и структуре атомных ядер, основные законы, идеи и принципы физики ядра и элементарных частиц в их историческом становлении и развитии, методы физико-математического моделирования и теоретического исследования явлений физики атомного ядра и элементарных частиц;	– применять полученные знания для правильной интерпретации основных явлений физики ядра и элементарных частиц и надлежащей оценки порядков физических величин; – применять соответствующие методы проведения физических исследований и измерений; – применять основные методы	– методами проведения физических исследований и измерений; – навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;

				физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач и физического моделирования в производственной практике;	
2.	ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	– экспериментальные методы изучения ядерных реакций, принципы ускорения элементарных частиц и ядер, физические принципы работы ускорителей элементарных частиц и их классификацию; – практические методы регистрации и анализа заряженных частиц; – принципы устройства и функционирования экспериментальных приборов как для исследования ядер и элементарных частиц, так и для регистрации и анализа заряженных частиц.	– применять полученные теоретические знания для решения конкретных прикладных задач в профессиональной области; – с помощью адекватных методов оценивать точность и погрешность теоретических расчетов и экспериментальных измерений, анализировать физический смысл полученных результатов.	– навыками обработки и интерпретирования результатов физико-математического моделирования, теоретического расчета и экспериментального исследования; – навыками применения полученных теоретических знаний для решения прикладных задач.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 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):	32	32			
Занятия лекционного типа	—	—	—	—	—
Лабораторные занятия	32	32	—	—	—
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—

Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		39,8	39,8			
Курсовая работа		–	–	–	–	–
Проработка учебного (теоретического) материала		27,4	27,4	–	–	–
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		–	–	–	–	–
Реферат		–	–	–	–	–
Подготовка к текущему контролю		12,4	12,4	–	–	–
Контроль:						
Подготовка к экзамену						
Общая трудоемкость	час.	72	72	–	–	–
	в том числе контактная работа	32,2	32,2			
	зач. ед.	2	2			

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине «Общий физический практикум (Физика атомного ядра и элементарных частиц)» включает в себя: лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации; промежуточная аттестация в устной форме.

2.2. Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма):

№ п/п	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
1	Радиоактивность	17	-	-	8		9
2	Взаимодействие ядерного излучения с веществом	17	-	-	8		9
3	Эксперименты в физике высоких энергий	22,4	-	-	12		10,4
4	Современные астрофизические представления. Открытые вопросы физики ядра и частиц	15,4	-	-	4		11,4
	Итого по дисциплине:	71,8	-	-	32		39,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента, КСР – контроль самостоятельной работы.

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1. Занятия лекционного типа

Согласно учебному плану занятия лекционного типа по данной дисциплине предусмотрены в рамках учебной дисциплины Б1.Б.05.06 Ядерная физика (см. соответствующую РПД).

2.3.2. Занятия семинарского типа

Согласно учебному плану занятия семинарского типа по данной дисциплине предусмотрены в рамках учебной дисциплины Б1.Б.05.06 Ядерная физика (см. соответствующую РПД).

2.3.3. Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Радиоактивность	Радиоактивные превращения ядер. Естественная и искусственная радиоактивность. Статистический характер радиоактивного распада. Законы радиоактивного распада. Радиоактивные семейства. Виды радиоактивного распада. Альфа-распад ядер. Энергетическое рассмотрение альфа-распада. Спектры альфа-частиц. Зависимость периода полураспада от энергии альфа-частиц. Механизм альфа-распада. Туннельный эффект. Бета-распад ядер. Виды бета-распада. Энергетический спектр бета-частиц. Нейтрино и его свойства. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Элементы теории бета-распада. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Несохранение четности в бета-распаде. Гамма-излучение ядер. Вероятность гамма-перехода и правила отбора. Внутренняя конверсия электронов. Ядерная изомерия. Резонансное поглощение излучения. Эффект Мессбауэра и его практическое применение	Ответы на контрольные вопросы / выполнение практических заданий / отчет и защита выполненной лабораторной работы
2	Взаимодействие ядерного излучения с веществом	Общая характеристика взаимодействия заряженных частиц, нейтронов и гамма-квантов с веществом. Ионизационное торможение заряженных частиц в веществе. Потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов. Свободный пробег, закон поглощения, длина поглощения, радиационная длина рассеяния, поглощенная доза. Связь пробега с энергией. Взаимодействие нейтронов с веществом. Замедление нейтронов. Прохождение гамма-излучения через вещество. Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений.	Ответы на контрольные вопросы / выполнение практических заданий / отчет и защита выполненной лабораторной работы
3	Эксперименты в физике высоких	Экспериментальные методы в физике высоких энергий. Общие требования к	Ответы на контрольные

	энергий	измерительным приборам. Методы регистрации частиц. Классификация детекторов элементарных частиц и радиоактивных излучений. Экспериментальные методы изучения ядерных реакций. Общие принципы ускорения элементарных частиц и ядер и физические принципы работы ускорителей. Классификация ускорителей элементарных частиц. Понятие о современных методах получения пучков высоких энергий. Накопители частиц. Встречные пучки. Реакции с частицами. Взаимодействия и распады частиц.	ные вопросы / выполнение практических заданий / отчет и защита выполненной лабораторной работы
4	Современные астрофизические представления. Открытые вопросы физики ядра и частиц	Эволюция и состав Вселенной. Реликтовое излучение. Модель горячей Вселенной. Космологический нуклеосинтез в горячей Вселенной. Нуклеосинтез в звездах. Распространенность химических элементов. Нейтринная астрономия. Сверхновые. Нейтронные звезды. Черные дыры. Космические лучи. Состав, происхождение и распространение космического излучения. Взаимодействие космических лучей с атмосферой Земли. Барионная асимметрия, фундаментальность кварков и лептонов, экзотические ядра (исследование ядер, расположенных вдали от долины стабильности), поиск сверхтяжелых ядер, исследование новых типов радиоактивного распада (протонная и кластерная радиоактивность), кварк-глюонная плазма.	Ответы на контрольные вопросы / выполнение практических заданий / отчет и защита выполненной лабораторной работы

Лабораторные работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Количество часов
1	1	Погрешности при ядерно-физических измерениях	4
2	3	Изучение газоразрядного счетчика	4
3	3	Изучение сцинтилляционного детектора	4
4	1	Определение активности источника	4
5	3	Изучение сцинтилляционного гамма-спектрометра	4
6	2	Изучение распространения бета-излучения в некоторых материалах и в воздухе	4
7	4	Изучение углового распределения космических лучей	4
8	2	Дозиметрические величины и их измерения	4
Итого:			32

Методические указания к лабораторным работам

Проведение всех занятий лабораторного практикума предусмотрено в специализированной учебной «Лаборатории атомной и ядерной физики», снабженной всем необходимым оборудованием, компьютерами и экспериментальными установками для эффективного выполнения соответствующих лабораторных работ.

По лабораторному практикуму в рамках дисциплины «Общий физический практикум. Атомная физика» в качестве основного источника используется подготовленное преподавателями кафедры оптоэлектроники КубГУ учебно-методическое пособие:

Барков А.П., Дорош В.С., Никитин В.А., Прохоров В.П., Хотнянская Е.Б. Основы ядерной физики: лаборат. практикум. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2011.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный письменный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов основной дисциплины «Общий физический практикум (Физика атомного ядра и элементарных частиц)».

В результате выполнения лабораторных работ и их защиты у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС ВО и ООП по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Нанотехнологии в электронике» по компетенциям: ОПК-1, ОПК-5.

Лабораторная работа № 1.

Погрешности при ядерно-физических измерениях.

Цель работы:

- изучить особенности расчётов погрешностей в ядерной физике;
- на основе серии экспериментальных измерений оценить параметры полученного распределения и сопоставить эти параметры с теоретическими выводами;
- научиться оценивать величины погрешностей результатов измерений с учётом доверительной вероятности и рационально планировать простейшие эксперименты.

Содержание отчета

Подробный письменный отчет, содержащий структурированную схему исследования, необходимые теоретические сведения, иллюстративный материал, полученные экспериментальные данные, основные расчетные соотношения и рассчитанные параметры, необходимые графические зависимости и таблицы данных. Анализ и объяснение полученных результатов. Письменные ответы на контрольные вопросы и задания, приведенные в описании работы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое статистическая погрешность?
2. Что такое дисперсия случайной величины?
3. Каким законам распределения подчиняются случайные события?
4. В каком случае распределения Пуассона и Гаусса совпадают?
5. Приведите примеры необходимых и достаточных условий для выполнения распределения Пуассона, Гаусса.
6. Как связаны между собой величина дисперсии и величина среднего значения, если выполняется распределение Гаусса?
7. Как зависит точность измерений от числа событий? Объясните назначение коэффициентов Стьюдента.
8. Как рационально выбрать время измерений в случае определения отношения двух разных по величине интенсивностей?
9. Как рационально распределить время в случае определения двух разных по величине интенсивностей?
10. Оцените величину систематической погрешности в случае измерения активности источника ($\sim 3 \cdot 10^3$ расп./с), если разрешающее время детектора равно $3 \cdot 10^{-3}$ с.

11. Рассчитайте (оцените) время, необходимое для измерения скорости счета с точностью 1 %, если пробное измерение за 1 мин дало 100 импульсов.
12. Сделайте аналогичный расчет, но с учетом фона (30 имп./мин).

Лабораторная работа № 2.

Изучение газоразрядного счетчика.

Цель работы:

– изучение физических принципов работы газоразрядных детекторов ядерных излучений, знакомство с различными типами счетчиков, экспериментальное определение счетной характеристики, разрешающего времени и эффективности гейгеровского счетчика.

Содержание отчета

Подробный письменный отчет, содержащий структурированную схему исследования, необходимые теоретические сведения, иллюстративный материал, полученные экспериментальные данные, основные расчетные соотношения и рассчитанные параметры, необходимые графические зависимости и таблицы данных. Анализ и объяснение полученных результатов. Письменные ответы на контрольные вопросы и задания, приведенные в описании работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют виды газоразрядных счетчиков?
2. Покажите и объясните вольтамперную характеристику газонаполненного счетчика.
3. Объясните принципы включения и работы гейгеровского счетчика.
4. Каков принцип работы при гашении разряда в самогасящемся счетчике?
5. В чем заключается особенность галогенного счетчика?
6. От чего зависит эффективность работы гейгеровского счетчика?
7. Что определяет счетная характеристика гейгеровского счетчика?

Лабораторная работа № 3.

Изучение сцинтилляционного детектора.

Цель работы:

– изучение метода регистрации ядерного излучения с помощью сцинтилляционного (люминесцентного) счетчика, знакомство с различными типами сцинтилляторов, экспериментальное определение счетной характеристики и эффективности сцинтилляционного блока детектирования.

Содержание отчета

Подробный письменный отчет, содержащий структурированную схему исследования, необходимые теоретические сведения, иллюстративный материал, полученные экспериментальные данные, основные расчетные соотношения и рассчитанные параметры, необходимые графические зависимости и таблицы данных. Анализ и объяснение полученных результатов. Письменные ответы на контрольные вопросы и задания, приведенные в описании работы.

Контрольные вопросы:

1. Объясните принцип работы кристаллического сцинтилляционного счетчика. Какова роль активатора?
2. В чем заключается особенность работы органических сцинтилляторов?
3. Какие виды сцинтилляторов известны?
4. Как зависит световыход сцинтиллятора от содержания активатора?
5. Объясните принцип работы ФЭУ.
6. От каких факторов и как зависит эффективность работы сцинтилляционного детектора?
7. Какими преимуществами обладают кристаллические сцинтилляционные детекторы по сравнению со счетчиками Гейгера?
8. Объясните полученные графики зависимости N от U . Почему наблюдается рост N с увеличением U , чему равно рабочее напряжение для данных условий?

9. Объясните полученное значение эффективности регистрации γ -квантов на сцинтилляционном устройстве.
10. Перечислите основные характеристики ФЭУ.

Лабораторная работа № 4.

Определение активности источника.

Цель работы:

– изучение явления радиоактивного распада ядер атомов и методов определения активности, измерение активности источника с помощью торцевого счетчика.

Содержание отчета

Подробный письменный отчет, содержащий структурированную схему исследования, необходимые теоретические сведения, иллюстративный материал, полученные экспериментальные данные, основные расчетные соотношения и рассчитанные параметры, необходимые графические зависимости и таблицы данных. Анализ и объяснение полученных результатов. Письменные ответы на контрольные вопросы и задания, приведенные в описании работы.

Контрольные вопросы:

1. Выведите закон радиоактивного распада.
2. Приведите схему распада использовавшегося в работе радиоактивного источника. Напишите уравнение распада.
3. Назовите методы определения активности, их преимущества и недостатки.
4. Перечислите основные поправочные коэффициенты. Какими поправочными коэффициентами можно пренебречь?
5. Как устроен и как работает торцевой счетчик?
6. Какую роль играет диафрагма, помещенная перед окошком счетчика?
7. Почему источник необходимо располагать на некоторой высоте над поверхностью дна защитного домика?
8. Для чего стенки защитного домика покрывают алюминием и плексиглазом. Какова должна быть толщина покрытия?
9. Можно ли на использовавшейся в работе измерительной установке определить активность α - и γ -активных источников?
10. Предложите методы экспериментального определения основных поправочных коэффициентов.

Лабораторная работа № 5.

Изучение сцинтилляционного гамма-спектрометра.

Цель работы:

– изучение принципа работы сцинтилляционного однокристалльного гамма-спектрометра, градуировка гамма-спектрометра по излучению Cs-137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$), экспериментальное определение разрешающей способности гамма-спектрометра.

Содержание отчета

Подробный письменный отчет, содержащий структурированную схему исследования, необходимые теоретические сведения, иллюстративный материал, полученные экспериментальные данные, основные расчетные соотношения и рассчитанные параметры, необходимые графические зависимости и таблицы данных. Анализ и объяснение полученных результатов. Письменные ответы на контрольные вопросы и задания, приведенные в описании работы.

Контрольные вопросы:

1. Из каких основных частей (блоков) состоит сцинтилляционный гамма-спектрометр?
2. Объясните физические процессы, происходящие в сцинтилляторе под действием гамма-квантов (на примере кристалла NaJ(Tl)).
3. Как работает дискриминатор?
4. В чем заключается принцип работы схемы антисовпадений?
5. Объясните схему распада Cs-137 .

6. Как можно убедиться, что излучение, регистрируемое детектором, действительно является гамма-излучением?
7. В результате каких явлений возникают гамма-кванты? Объясните пути отдачи избыточной энергии возбужденными ядрами.
8. Что такое метастабильные уровни?
9. Какие процессы вносят вклад в образование пика полного поглощения?
10. Оцените энергетическое разрешение спектрометра. Возможно ли наблюдение «тонкой структуры» гамма-спектра Cs-137 на данном спектрометре?
11. Какова относительная роль фотоэффекта, Комптон-эффекта и эффекта рождения пар в формировании спектра Cs-137?
12. Чему равны значения естественной ширины гамма-излучения ядер и время жизни ядер в возбужденных состояниях?
13. Как изменится форма спектра при увеличении и при уменьшении энергии гамма-квантов?

Лабораторная работа № 6.

Изучение распространения бета-излучения в некоторых материалах и в воздухе.

Цель работы:

– экспериментально проверить закономерности ослабления бета-излучения в веществе, определить линейные коэффициенты ослабления бета-частиц изотопа Sr-92 ($^{92}_{38}\text{Sr}$) в алюминии и свинце с помощью торцевого счетчика.

Содержание отчета

Подробный письменный отчет, содержащий структурированную схему исследования, необходимые теоретические сведения, иллюстративный материал, полученные экспериментальные данные, основные расчетные соотношения и рассчитанные параметры, необходимые графические зависимости и таблицы данных. Анализ и объяснение полученных результатов. Письменные ответы на контрольные вопросы и задания, приведенные в описании работы.

Контрольные вопросы:

1. Что называется бета-распадом? Как возникает β -излучение?
2. Почему уменьшается энергия β -частиц при прохождении через слой поглотителя? Чем обусловлено поглощение β -излучения веществом?
3. Сформулируйте закон, которому подчиняется поглощение β -излучения.
4. Опишите принцип действия торцевого счетчика.
5. Что называется «мертвым временем» счетчика и чем оно определяется?

Лабораторная работа № 7.

Изучение углового распределения космических лучей.

Цель работы:

– изучение свойств, состава космических лучей, взаимодействия их с атмосферой Земли и экспериментальное определение углового распределения интенсивности космических лучей.

Содержание отчета

Подробный письменный отчет, содержащий структурированную схему исследования, необходимые теоретические сведения, иллюстративный материал, полученные экспериментальные данные, основные расчетные соотношения и рассчитанные параметры, необходимые графические зависимости и таблицы данных. Анализ и объяснение полученных результатов. Письменные ответы на контрольные вопросы и задания, приведенные в описании работы.

Контрольные вопросы:

1. Назовите состав космических первичных лучей и дайте им краткую характеристику.
2. Как меняется интенсивность и состав космических лучей при прохождении через атмосферу?
3. С чем связано угловое распределение космических частиц?

4. Как объяснить, что жесткая и мягкая компоненты имеют примерно одинаковый закон распределения по углам?
5. В чем заключается принцип работы схемы совпадений?
6. Покажите цепь взаимодействий космических лучей в атмосфере.
7. В чем заключается широтный эффект?

Лабораторная работа № 8.

Дозиметрические величины и их измерения.

Цель работы:

– изучение свойств ионизирующих излучений, дозиметрических величин и их единиц, знакомство с методами проведения дозиметрических измерений и дозиметрическими приборами.

Содержание отчета

Подробный письменный отчет, содержащий структурированную схему исследования, необходимые теоретические сведения, иллюстративный материал, полученные экспериментальные данные, основные расчетные соотношения и рассчитанные параметры, необходимые графические зависимости и таблицы данных. Анализ и объяснение полученных результатов. Письменные ответы на контрольные вопросы и задания, приведенные в описании работы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое ионизирующее и косвенно ионизирующее излучения?
2. Какие виды излучения наиболее опасны при внешнем и внутреннем облучении?
3. Какие процессы лежат в основе биологического действия ионизирующего излучения?
4. Что такое поглощенная доза, какова ее размерность?
5. Определите понятия «эквивалентная доза», «коэффициент качества».
6. Что такое керма?
7. В чем заключается «защита временем», «защита расстоянием»?
8. Чем определяется выбор материала защитных экранов?
9. Какие материалы используются для защиты от α -, β - и γ -излучения?
10. В чем различие между «узким» и «широким» пучком γ -излучения?
11. Из каких компонентов должна состоять нейтронная защита?
12. В чем отличие дозиметрических приборов от радиометрических?
13. Назовите важнейшие типы дозиметров.

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)

№ п/п	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического) материала; выполнение индивидуальных заданий; реферат;	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

	подготовка к текущей и промежуточной аттестации	
2	Подготовка к практическим занятиям	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Радиоактивность	1. Основы ядерной физики: лабораторный практикум / [сост. А. П. Барков и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации; КубГУ. – Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2011. 2. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: Издательство «Лаборатория знаний», 2017. – 261 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94103 3. Савельев И.В. Курс физики [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 3 т. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев И. В. – СПб.: Лань, 2018. – 308 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/98247#authors 4. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 384 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/277 5. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 2. Физика ядерных реакций [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 326 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/279 6. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 3. Физика элементарных частиц [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2008. – 432 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/280 7. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: [в 3 т.] / Т. 1: Физика атомного ядра. Изд. 6-е, испр. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2008. 8. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: [в 3 т.] / Т. 2: Физика ядерных реакций. Изд. 6-е, испр. и доп. – СПб. [и др.]: Лань,
2	Взаимодействие ядерного излучения с веществом	
3	Эксперименты в физике высоких энергий	
4	Современные астрофизические представления. Открытые вопросы физики ядра и частиц	

	2008. 9. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: [в 3 т.] / Т. 3: Физика элементарных частиц. Изд. 6-е, испр. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2008. 10. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие / И.Е. Иродов. – М.; СПб.: ФИЗМАТЛИТ: Лаборатория Базовых Знаний: Невский Диалект, 2001. 11. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 5: Атомная и ядерная физика. – М.: Физматлит, 2006. 12. Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов. – М.: Академия, 2010 (18-е изд., стер.). – М.: Академия, 2014 (20-е изд., стер.). 13. Трофимова Т.И. Основы физики. Атом, атомное ядро и элементарные частицы: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2011.
--	---

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 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.

3. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- проведение лабораторных занятий;
- домашние задания;
- опрос;
- индивидуальные практические задания;
- консультации преподавателей;
- публичная защита лабораторных работ;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу).

Проведение всех занятий лабораторного практикума предусмотрено в специализированной учебной «Лаборатории атомной и ядерной физики», снабженной всем необходимым оборудованием, компьютерами и экспериментальными установками для эффективного выполнения соответствующих лабораторных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный

письменный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов основной дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц». После выполнения лабораторной работы студент предоставляет откорректированный в ходе защиты письменный отчет о ней.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников. В этом случае защита проходит в режиме краткого доклада на конференции.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину преподавателем материалами в виде **электронного комплекса сопровождения**, включающего в себя:

- электронные конспекты лекций;
- электронные планы практических (семинарских) занятий;
- электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий;
- списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса;
- разнообразную дополнительную литературу, относящуюся к изучаемой дисциплине в электронном виде (в различных текстовых форматах и графических форматах, а также в форматах *.pdf, *.djvu).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
 - консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.
- Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;
 - компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;
 - технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернет-тестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- использование средств мультимедиа;
- изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, использование вопросов, Сократический диалог);
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);
- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»);
- творческие задания;
- работа в малых группах;
- использование средств мультимедиа (компьютерные классы).

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

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

- контрольные вопросы по учебной программе;
- практические задания по учебной программе.

Контрольные вопросы по учебной программе

В процессе подготовки и ответов на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС ВО и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль «Нанотехнологии в электронике» по компетенциям: ОПК-1, ОПК-5.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов для рабочей программы.

Полный комплект контрольных вопросов для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.Б.21.06 «Физический практикум. Ядерная физика»

1. Радиоактивность.

1. В чем физический смысл постоянной радиоактивного распада? Как можно прийти к выводу, что радиоактивные свойства элемента обусловлены структурой его ядра? Можно ли указать, какие ядра и когда распадутся в радиоактивном образце за рассматриваемое время? Почему?

2. Что такое активность и удельная активность препарата?

3. Какие характеристики радиоактивного распада определяют его интенсивность?

4. Нарисуйте график зависимости $\ln A$ (A – активность препарата) от времени. Какие данные могут быть из него получены?

5. Как и во сколько раз изменится число ядер радиоактивного вещества за время, равное двум периодам полураспада?

6. Как (по какому закону) изменяется со временем активность нуклида?

7. Выразите среднее время жизни радиоактивного ядра через постоянную радиоактивного распада.

8. Что продолжительнее – четыре периода полураспада или три средних времени жизни радиоактивного ядра?

9. Какая доля нуклида распадется на протяжении двух средних времен жизни радиоактивного ядра?

10. Каково соотношение между средним временем жизни радиоактивного ядра и периодом полураспада?

11. Какая доля начального количества радиоактивного изотопа распадется за время, равное средней продолжительности жизни этого изотопа?

12. Как изменится энергия испускаемых α -частиц с увеличением периода полураспада радиоактивного элемента? Ответ обоснуйте.

13. Как объяснить огромное различие в периодах полураспада α -радиоактивных ядер?

14. Наблюдается ли радиоактивный распад свободных протонов? нейтронов? Почему?

15. Как можно отличить β -электроны от электронов конверсии?

3. Эксперименты в физике высоких энергий.

Что лежит в основе методов наблюдения и регистрации радиоактивных излучений?

Каков принцип действия полупроводникового счетчика? В чем преимущество использования твердой среды по сравнению с газом?

В чем сходство и различие электронных и трековых детекторов?

Какие возможности для исследования открываются при помещении камеры Вильсона в магнитное поле?

Приведите, пояснив, основные характеристики детекторов.

Дайте характеристику явления, лежащего в основе работы черенковского счетчика.

В чем сходство и различие вильсоновской и диффузионной камер?

Как в черенковском счетчике можно разделить частицы по массам?

Чем лучше регистрировать высокоэнергетичные микрочастицы: камерой Вильсона или пузырьковой камерой? Почему?

Какие из приведенных счетчиков могли бы быть объединены единым названием «газо-разрядные счетчики»?

В чем общность и различие всех рассмотренных трековых детекторов?

Почему пропорциональная камера одновременно выполняет функции трекового детектора?

В каких трековых детекторах при прочих равных условиях длина трека самая короткая? Почему?

Можно ли с помощью счетчиков Гейгера–Мюллера измерять энергию частиц? Почему?

Практические задания по учебной программе

В процессе подготовки и выполнения практических заданий формируются и оцениваются все требуемые ФГОС ВО и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Нанотехнологии в электронике» по компетенциям: ОПК-1, ОПК-5.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

Полный комплект практических заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.Б.21.06 «Физический практикум. Ядерная физика».

2. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.

1. Определить, во сколько раз уменьшается интенсивность узкого пучка тепловых нейтронов после прохождения пластин алюминия толщиной 3 см. На выходе из пластин регистрируется пучок первоначальной ширины.

2. Поток нейтронов из реактора, имеющих максвелловское распределение по скоростям с температурой $T = 370\text{ К}$, пропускается через тонкий поликристаллический фильтр из пресованного порошка графита. Найти, какая доля нейтронов проходит через такой фильтр. Максимальное межплоскостное расстояние для решетки графита равно $3,35 \cdot 10^{-10}\text{ м}$.

3. Найти среднюю длину свободного пробега γ -квантов в среде, слой половинного ослабления которой равен 4,50 см.

4. Вычислить энергию γ -кванта, образовавшего в поле покоящегося тяжелого ядра пару электрон–позитрон, если известно, что для каждой частицы пары $Br = 3,0\text{ КГс} \cdot \text{см}$.

5. Сколько слоев половинного ослабления в пластинке, ослабляющей узкий пучок моноэнергетического рентгеновского излучения в 1000 раз?

6. Оценить, какая доля протонов космического излучения дойдет до поверхности Земли, не испытав ядерного взаимодействия. Протоны ультрарелятивистские.

7. Оценить, насколько толща Земли ослабляет поток нейтрино, приходящих с противоположной стороны земного шара. Усредненное по энергетическому спектру сечение поглощения нейтрино на атомных ядрах грунта равно $\rho = 5,5\text{ г} / \text{см}^3$. Эффективная относительная атомная масса $A = 50$.

8. Найти кинетическую энергию электронов, которые, проходя среду с показателем преломления $n = 1,50$ излучают свет под углом $\theta = 30^\circ$ к направлению своего движения.

9. Вычислить радиационные потери электрона с кинетической энергией 20 МэВ на единицу пути в алюминии.

10. Во сколько раз радиационные потери электрона в свинце больше, чем в алюминии?

3. Прохождение заряженных частиц через вещество.

1. Оценить, какая доля протонов космического излучения дойдет до поверхности Земли, не испытав ядерного взаимодействия. Протоны ультрарелятивистские.

2. Оценить, насколько толща Земли ослабляет поток нейтрино, приходящих с противоположной стороны земного шара. Усредненное по энергетическому спектру сечение поглощения нейтрино на атомных ядрах грунта равно $\rho = 5,5 \text{ г} / \text{см}^3$. Эффективная относительная атомная масса $A = 50$.

3. Найти кинетическую энергию электронов, которые, проходя среду с показателем преломления $n = 1,50$ излучают свет под углом $\theta = 30^\circ$ к направлению своего движения.

4. Вычислить радиационные потери электрона с кинетической энергией 20 МэВ на единицу пути в алюминии.

5. Во сколько раз радиационные потери электрона в свинце больше, чем в алюминии?

Текущий и рубежный контроль осуществляются по контрольным вопросам по изучаемой дисциплине, по итогам выполнения лабораторных работ и индивидуальных практических заданий.

4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине Б1.Б.21.06 «Физический практикум. Ядерная физика» для направления подготовки: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

В процессе подготовки и сдачи зачета формируются и оцениваются все требуемые ФГОС ВО и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Нанотехнологии в электронике» по компетенциям: ОПК-1, ОПК-5.

1. Общие свойства атомных ядер. Протон-нейтронная модель ядра.
2. Заряд, размеры, и массы ядер. Методы их определения. Изотопы, изобары, изотоны. Плотность ядерного вещества.
3. Энергия связи ядра. Полуэмпирическая формула Вайцзеккера для энергии связи ядра.
4. Капельная модель ядра. Область применения и недостатки капельной модели.
5. Радиоактивные превращения ядер. Законы радиоактивного распада. Виды радиоактивного распада.
6. Альфа-распад ядер. Механизм альфа-распада.
7. Бета-распад ядер. Элементы теории бета-распада.
8. Нейтрино и его свойства. Несохранение четности при слабых взаимодействиях.
9. Гамма-излучение ядер и внутренняя конверсия электронов.
10. Эффект Мессбауэра и его практическое применение.
11. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.
12. Энергетическая схема ядерной реакции. Порог эндонергетической реакции.
13. Импульсные диаграммы рассеяния при ядерных взаимодействиях.
14. Ядерные реакции с образованием компаунд ядра.
15. Взаимодействие нейтронов с ядрами. Фотоядерные реакции.
16. Ядерные реакции в звездах. Протонно-протонный цикл. Углеродно-азотный цикл.
17. Взаимодействие заряженных частиц, нейтронов и гамма-квантов с веществом. Потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов.
18. Основные характеристики процесса прохождения заряженных частиц через вещество.

19. Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений.

20. Методы регистрации частиц. Классификация детекторов элементарных частиц и радиоактивных излучений.

21. Экспериментальные методы изучения ядерных реакций и регистрации частиц в физике высоких энергий.

22. Космические лучи. Состав, происхождение и распространение космического излучения.

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. Основы ядерной физики: лабораторный практикум / [сост. А. П. Барков и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации; КубГУ. – Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2011.

2. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: Издательство «Лаборатория знаний», 2017. – 261 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/94103>

3. Савельев И.В. Курс физики [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 3 т. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев И. В. – СПб.: Лань, 2018. – 308 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/98247#authors>

4. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 384 с. – Режим

доступа:

<https://e.lanbook.com/book/277>

5. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 2. Физика ядерных реакций [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 326 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/279>

6. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 3. Физика элементарных частиц [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2008. – 432 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/280>

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. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: [в 3 т.] / Т. 1: Физика атомного ядра. Изд. 6-е, испр. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2008.

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

3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: [в 3 т.] / Т. 3: Физика элементарных частиц. Изд. 6-е, испр. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2008.

4. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие / И.Е. Иродов. – М.; СПб.: ФИЗМАТЛИТ: Лаборатория Базовых Знаний: Невский Диалект, 2001.

5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 5: Атомная и ядерная физика. – М.: Физматлит, 2006.

6. Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов. – М.: Академия, 2010 (18-е изд., стер.). – М.: Академия, 2014 (20-е изд., стер.).

7. Трофимова Т.И. Основы физики. Атом, атомное ядро и элементарные частицы: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2011.

5.3. Периодические издания:

В мире науки

Журнал экспериментальной и теоретической физики

Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика

Известия российской академии наук. Серия физическая

Инженерно-физический журнал

Письма в журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра

Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики

Успехи физических наук – ежемесячный журнал. Электронная версия журнала: аннотации, статьи в формате pdf

Физика элементарных частиц и атомного ядра

Ядерная физика

Ядерная физика и инжиниринг

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

1. Электронная библиотека ЮРАЙТ: www.biblio-online.ru

2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com>

3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/window>
4. Библиотека электронных учебников:
<http://www.book-ua.org/>
5. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:
<http://www.college.ru/>
6. Федеральный образовательный портал:
http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
7. Каталог научных ресурсов:
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
8. Большая научная библиотека:
<http://www.sci-lib.com/>
9. Естественно-научный образовательный портал:
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
10. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека сайта EqWorld:
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/>
11. Лекции по физике для ВУЗов:
<http://physics-lectures.ru/>
13. Техническая библиотека:
<http://techlibrary.ru/>
14. «Ядерная физика в Интернете»:
<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>

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.

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы как к выполняемым работам лабораторного практикума, так и к соот-

ветствующим разделам основной дисциплины «Общий физический практикум (Физика атомного ядра и элементарных частиц)».

Контроль осуществляется посредством проверки отчета студентов по каждой из выполненных лабораторных работ и результатами ответов на соответствующие контрольные вопросы.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный письменный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов основной дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц». После выполнения лабораторной работы студент предоставляет откорректированный в ходе защиты письменный отчет о ней.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников. В этом случае защита проходит в режиме краткого доклада на конференции.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Общий физический практикум (Атомная физика)» также относится учебно-методическое пособие по ядерной физике:

Барков А.П., Дорош В.С., Никитин В.А., Прохоров В.П., Хотнянская Е.Б. Основы ядерной физики: лаборат. практикум. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2011.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Общий физический практикум (Физика атомного ядра и элементарных частиц)» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по ядерной физике.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (4 недели):

Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1	Радиоактивность	4	Устный ответ. Текстовый документ. Ответы на контрольные вопросы. Выполнение практических заданий.	1
2	Взаимодействие ядерного излучения с веществом	4	Устный ответ. Текстовый документ. Ответы на	1

			контрольные вопросы. Выполнение практических заданий.	
3	Эксперименты в физике высоких энергий	4	Устный ответ. Текстовый документ. Ответы на контрольные вопросы. Выполнение практических заданий.	1
4	Современные астрофизические представления. Открытые вопросы физики ядра и частиц	3,9	Устный ответ. Текстовый документ. Ответы на контрольные вопросы. Выполнение практических заданий.	1
Итого:		15,9		4

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету (в том числе через email, Skype или viber) являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

8.1. Перечень информационных технологий

Информационные образовательные технологии возникают при использовании 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).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

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.

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.

Применение образовательных информационных ресурсов в качестве дополнения к традиционному учебному процессу имеет большое значение в тех случаях, когда на качественное усвоение объема учебного материала, предусмотренного ГОС, не хватает аудиторных занятий по учебному плану. Кроме того, такая форма организации учебного процесса очень важна при неодинаковой начальной подготовке обучающихся.

Следует особенно подчеркнуть, что при таком подходе крайне важно обеспечить интенсивный контроль степени усвоения материала. Как правило, по каждой теме предусмотрено большое по объему контрольное задание или контрольное тестирование.

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

8.2. Перечень необходимого программного обеспечения

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.

№ договора	Перечень лицензионного программного обеспечения
Дог. №77-АЭФ/223-ФЗ/2017 от 03.11.2017	Подписка на 2017-2018 учебный год на программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов:

	DsktpEdu ALNG LicSAPk MVL
--	---------------------------

4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

№ договора	Перечень лицензионного программного обеспечения
Контракт №69-АЭФ/223-ФЗ от 11.09.2017	Комплект антивирусного программного обеспечения (продление прав пользования):
	Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License
	Антивирусная защита виртуальных серверов: Kaspersky Security для виртуальных сред, Server Russian Edition. 25–49 VirtualServer 1 year Educational Renewal License
	Защита почтового сервера от спама: Kaspersky Anti-Spam для Linux Russian Edition. 5000+ MailBox 1 year Educational Renewal License
	Антивирусная защита виртуальных рабочих станций (VDI): Kaspersky Security для виртуальных сред, Desktop Russian Edition. 150–249 VirtualWorkstation 1 year Educational Renewal License

5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation).

6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).

№ договора	Перечень лицензионного программного обеспечения
Контракт №115-ОАЭФ/2013 от 05.08.2013	Продление программной поддержки и приобретение прав пользования прикладным программным обеспечением
	MathWorks MATLAB
	PTC MATHCAD University Classroom Perpetual – Floating Maintenance Gold
Контракт №127-АЭФ/2014 от 29.07.2014	Предоставление бессрочных прав пользования программным обеспечением, возможность загрузки лицензионного программного обеспечения через Интернет:
	Mathworks MATLAB Wavelet Toolbox
	Mathworks Simulink, Signal Processing Toolbox
	Mathworks Fuzzy Logic Toolbox Neural Network Toolbox Optimization Toolbox Statistics Toolbox Partial Differential Equation Toolbox DSP System Toolbox Communications System Toolbox Financial Toolbox Econometrics Toolbox

8.3. Перечень информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU:
<http://www.elibrary.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/window>
3. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:
<http://www.rubricon.com/>
4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:
<http://www.college.ru/>
5. Каталог научных ресурсов:
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
6. Естественно-научный образовательный портал:
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
7. Физическая энциклопедия:
<http://www.femto.com.ua/articles/>
8. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/150/Атомная_физика/
9. Википедия – свободная энциклопедия.
<http://ru.wikipedia.org/wiki/>
10. Физическая энциклопедия
<http://www.femto.com.ua/articles/>
11. Ядерная физика в интернете. Справочная информация. Проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ, осуществляемый при поддержке НИИЯФ МГУ
www.nuclphys.sinp.msu.ru/
12. Физика атомного ядра | Ядерная физика в Интернете | НИИЯФ МГУ
www.sinp.msu.ru/ru/project/8343
www.sinp.msu.ru/en/node/8343
(Электронные версии учебников, статей. Справочная информация. Учебные материалы курса «Физика атомного ядра и элементарных частиц»)
13. Ядерная физика в Интернете | Единое окно доступа | Кафедра общей ядерной физики физического факультета МГУ и НИИЯФ МГУ
www.window.edu.ru/resource/621/34621
14. Ядерная физика – Википедия
www.ru.wikipedia.org/wiki/Ядерная_физика
15. Ядерная физика – Narod.ru
www.profbeckman.narod.ru/YadFiz.htm
16. Физика нейтрино – Видеотека
www.elementy.ru/video?pubid=432031
17. Институт Ядерной Физики им. Г.И.Будкера СО РАН
www.inp.nsk.su/
18. DMOZ – World: Russian: Наука: Физика: Ядерная физика: Справочная информация
www.dmoz.org/

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

Успешная реализация преподавания дисциплины «Общий физический практикум (Атомная физика)» предполагает наличие минимально необходимого для реализации бакалаврской программы перечня материально-технического обеспечения:

- дисплейный класс с персональными компьютерами для проведения лабораторных групповых занятий;
- программы моделирования физических процессов в атомной физике;
- программы онлайн-контроля знаний студентов (в том числе программное обеспечение дистанционного обучения).

Лаборатория атомной и ядерной физики оснащена следующим экспериментальным инструментарием:

- установка ФКЛ-6 с осциллографом CQ-5010A;
- установка ЛКК-2 с самописцем Н307/1;
- Ne-He лазер ЛГН-203 с вольтметром, компьютером и принтером;
- лабораторные комплексы ЛКК-4 и ЛКК-5;
- спектрографы ДФС-8 и кварцевый ИСП-28;
- фотоэлектронные кассета МОРС-6 (многоканальная оптическая регистрирующая система) для спектрографа ДФС-8;
- фотоэлектронные кассета МОРС-6 (многоканальная оптическая регистрирующая система) для спектрографа ИСП-28;
- искровой генератор ИВС-29;
- спектрометр СЭПР-2;
- дозиметр ДРГЗ-02 и дозиметр-радиометр МКС-05;
- сигнализатор загрязненности;
- лабораторная установка по измерению периода полураспада;
- радиометры с осциллографом и пересчетным прибором;
- лабораторная установка УЛП-1;
- сцинтилляционные приборы различных типов;
- персональные компьютеры с установленным программным комплексом «Физика микромира (МГУ)».

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№ п/п	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 201, корп. С: Комплект учебной мебели на 150 мест; доска учебная магнитно-маркерная; проектор интерактивный Epson EB-585Wi; трибуна интерактивная SmartOne PRO15; Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Windows 8, 10; Microsoft Office Professional Plus (№73–АЭФ/223-ФЗ/2018; Соглашение Microsoft ESS 72569510). Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 209с (проектор EPSON EB-1776W).
2	Практические занятия	Аудитория, оснащенная тремя меловыми или маркерными досками, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 209с (проектор EPSON EB-1776W),

		№ 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).
3	Лабораторные занятия	«Учебная лаборатория атомной и ядерной физики»: ауд. 225с (см. нижеследующую таблицу).
4	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории: 209с, 207с, 205с
5	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитории: 209с, 205с
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: 208с, 205с

Учебная лаборатория атомной и ядерной физики», ауд. 225с		
Лабораторные работы по дисциплинам: «Атомная физика», «Физика атомного ядра и элементарных частиц»	Оборудование и программно-техническое оснащение учебной лаборатории, относящиеся только к данным дисциплинам:	Кол-во
	Установка ФКЛ-6 с осциллографом CQ-5010A	1
	Установка ЛКК-2 с самописцем Н307/1	1
	Ne-He лазер ЛГН-203 с вольтметром, компьютером и принтером	1
	Лабораторные комплексы ЛКК-4 и ЛКК-5	2
	Спектрографы ДФС-8 и кварцевый ИСП-28	2
	Фотоэлектронные кассета МОРС-6 (многоканальная оптическая регистрирующая система) для спектрографа ДФС-8	2
	Фотоэлектронные кассета МОРС-6 (многоканальная оптическая регистрирующая система) для спектрографа ИСП-28	2
	Дозиметр ДРГЗ-02 и дозиметр-радиометр МКС-05	2
	Сигнализатор загрязненности	1
	Лабораторная установка по измерению периода полураспада	1
	Радиометры с осциллографом и пересчетным прибором	1
	Лабораторная установка УЛП-1	1
	Сцинтилляционные приборы различных типов	1
	Персональные компьютеры с установленным программным комплексом «Физика микромира (МГУ)»	2

	Наборные комплекты для проведения лабораторных работ (соединительные модули, шнуры, кабели, переходы и др.)	~
--	---	---