

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Ядерной физики
 Кадменский С.Г.

30.08.2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.07 Ядерная физика

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

геол 05.03.01 Геология

2. Профиль подготовки: Геофизик

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очное

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра ядерной физики

6. Составители программы: к.ф.м.н., доцент Любашевский Дмитрий Евгеньевич

7. Рекомендована:

Научно-методическим советом физического факультета, протокол № 6 от 21.06.2017

(отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2018/2019

Семестр(ы): 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Изучение основ атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Обязательная дисциплина Вариативной части базового блока дисциплин
Основана на таких дисциплинах как Физика, Математика.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-2	иметь представления о современной научной картине мира на основе знаний основных положений философии, базовых законов и методов естественных наук	<p>Знать: • о строении атомного ядра; • о видах и закономерностях радиоактивного распада; • об эффективных сечениях и способах их измерений; • о закономерностях прохождения излучения через вещество; • о механизмах протекания ядерных реакций и их типах; • о физических основах использования свойств ядер и ядерных излучений в науке и технике; • об основных закономерностях деления и синтеза ядер.</p> <p>Уметь: • использовать полученные знания в практической деятельности • проводить оценочные и инженерные расчеты результатов ядерных превращений; • работать с ядерно-физической аппаратурой.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основными законами и явлениями микромира; • основными методами ядерно-физических исследований; • типами ядерных реакций и их закономерностями; • законами прохождения излучения через вещество; • источниками и детекторами ядерных излучений.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) :
3 /108.

Форма промежуточной аттестации зачет

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 4	№ семестра	...
Аудиторные занятия	50	50		
в том числе: лекции	12	12		
практические	12	12		
лабораторные	26	26		
Самостоятельная работа	58	58		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 1 час)				
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	Развитие представлений о строении атома.	Модель атома Дж. Томсона. опыты Э. Резерфорда по рассеянию α -частиц. Формула Резерфорда. Планетарная (ядерная) модель атома. Противоречия ядерной модели. Закономерности спектра атома водорода. Формула Бальмера. Спектральные термы. Спектральные серии атома водорода.
2	Теория Н. Бора	Теория Н. Бора для атома водорода и водородоподобных ионов. Постулаты Бора. Формулы для радиусов стационарных орбит и скорости электронов. Квантованные значения энергии электрона для атома водорода и водородоподобных ионов. опыты Франка и Герца. Затруднения теории Бора. Гипотеза Д' Бройля. Формула Д' Бройля. опыты по дифракции электронов, нейтронов и т.п.
3	Волновая функция	Уравнение Шрёдингера. Уравнение Шрёдингера для стационарных состояний. Статистический смысл волновой функции. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Квантово механическое описание движения частиц. Принцип причинности. Границы применимости классической механики.
4	Решение уравнения Шрёдингера	Решение уравнения Шрёдингера для электрона в потенциальном ящике. Квантованные значения энергии электрона в потенциальном ящике, главное квантовое число. Принцип соответствия Бора. Потенциальный барьер. Понятие о туннельном эффекте. Квантовая теория атома водорода. Решение уравнения Шрёдингера для атома водорода в основном состоянии. Квантованные значения орбитального механического момента электрона, орбитальное квантовое число.

5	Пространственное квантование, магнитное квантовое число.	Опыты Штерна и Герлаха, магнетон Бора. Спин электрона, спиновое квантовое число, магнитное спиновое квантовое число. Принцип Паули. Число электронов в атоме. Элементарная теория периодической системы элементов Менделеева. Рентгеновские лучи. Сплошной и характеристический рентгеновские спектры. Рентгеновские спектральные серии. Закон Мозли. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Рентгеновская дефектоскопия. Понятие о рентгеновском спектральном анализе.
6	Развитие представлений о строении атомного ядра.	Капельная и оболочечная модели ядра. Пространственно-временные масштабы атомных ядер. Основные характеристики атомных ядер: масса, заряд, спин, магнитный момент, четность. Физические основы масс-спектрометрии. Определение масс атомных ядер масс-спектрографом Астона и Масс-спектрометром Демпстера. Изотопы и изобары.
7	Сверхтонкая структура спектральных линий атомов.	Механический и магнитный моменты ядер. Ядерный магнетон. Магнитнорезонансные методы определения магнитных моментов. Аномальные значения магнитных моментов протона и нейтрона. Массы протона и нейтрона. Нуклоны. Протонно-нейтронная структура атомных ядер по Иваненко и Гейзенбергу. N-2 диаграмма атомных ядер. Стабильные и радиоактивные ядра. Размеры ядер. Плотность ядерного вещества. Энергия связи ядер. Формула Вайцзеккера. Периодичность характеристик атомных ядер. Магические числа нейтронов и протонов в атомных ядрах. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Способы выделения энергии ядер.
8	Понятие о ядерных силах и их основные свойства	Понятие о ядерных силах и их основные свойства: короткодействие, зарядовая независимость, зависимость от ориентации спинов и орбитальных моментов нуклонов, свойство насыщения, нецентральный и обменный характер. Взаимопревращаемость нуклонов. Нейтрино. Мезоны. Обменное взаимодействие нуклонов в ядре. Основные схемы обмена виртуальными мезонами между нуклонами в ядре. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Постоянная распада, период полураспада, время жизни радиоактивного вещества.
9	Правила смещения для альфа-и бета-распада.	Альфа-распад. Энергетическое условие и энергия α -распада. Энергетический спектр α -излучения. Квантовая модель α -распада, прохождение α -частицы через потенциальный барьер. Связь периода полураспада и энергии α -частицы. Закон Гейгера-Неттола. бета-распад. Схемы и энергетические условия бета-распада. Нейтрино. Энергия β -распада. Энергетический спектр. Энергетический спектр компонентов β -захвата.
10	Время жизни возбужденных состояний атомных ядер.	Способы возбуждения ядер. Гамма-излучение. Энергетический спектр γ -лучей. Примеры γ -излучения α - и (β -радиоактивных ядер. Механизм взаимодействия γ -излучения с веществом: фотоэлектрическое поглощение, комптоновское рассеяние, рождение электрон-позитронных пар. Закон ослабления интенсивности γ -излучения. Линейный и массовый коэффициенты ослабления. Понятие о гамма-дефектоскопии. Эффект Мёссбауэра.
11	Ядерные реакции	Реакции с образованием промежуточного (компаунд) ядра. Прямые ядерные реакции. Эффективное сечение ядерной реакции. Реакции на протонах и нейтронах. Деление атомных ядер, цепная реакция деления, коэффициент размножения нейтронов.

		Примеры ядерных реакций деления. Тепловой выход реакции деления. Физические принципы работы ядерных энергетических установок и устройств. Реакция синтеза легких ядер. Тепловой выход реакции. Физические принципы функционирования термоядерных энергетических установок и устройств.
12	Основы физики элементарных частиц.	Частицы и античастицы. Характеристики и свойства лептонов. Основные пути распада нестабильных лептонов. Кварки, их физические характеристики, Адроны, Кварковая модель адронов. Характеристики и свойства Мезонов, кварковая структура и основные пути распада мезонов. Свойства и характеристики Барионов. Кварковый состав и основные пути распада барионов. Заключение. Некоторые современные научные данные об истории развития Вселенной и возможных механизмах рождения ядер различных химических элементов.
2.Практика		
1	Развитие представлений о строении атома.	Модель атома Дж. Томсона. Опыты Э. Резерфорда по рассеянию α -частиц. Формула Резерфорда. Планетарная (ядерная) модель атома. Противоречия ядерной модели. Закономерности спектра атома водорода. Формула Бальмера. Спектральные термы. Спектральные серии атома водорода.
2	Теория Н. Бора	Теория Н. Бора для атома водорода и водородоподобных ионов. Постулаты Бора. Формулы для радиусов стационарных орбит и скорости электронов. Квантованные значения энергии электрона для атома водорода и водородоподобных ионов. Опыты Франка и Герца. Затруднения теории Бора. Гипотеза Д' Бройля. Формула Д' Бройля. Опыты по дифракции электронов, нейтронов и т.п.
3	Волновая функция	Уравнение Шрёдингера. Уравнение Шрёдингера для стационарных состояний. Статистический смысл волновой функции. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Квантово механическое описание движения частиц. Принцип причинности. Границы применимости классической механики.
4	Решение уравнения Шрёдингера	Решение уравнения Шрёдингера для электрона в потенциальном ящике. Квантованные значения энергии электрона в потенциальном ящике, главное квантовое число. Принцип соответствия Бора. Потенциальный барьер. Понятие о туннельном эффекте. Квантовая теория атома водорода. Решение уравнения Шрёдингера для атома водорода в основном состоянии. Квантованные значения орбитального механического момента электрона, орбитальное квантовое число.
5	Пространственное квантование, магнитное квантовое число.	Опыты Штерна и Герлаха, магнетон Бора. Спин электрона, спиновое квантовое число, магнитное спиновое квантовое число. Принцип Паули. Число электронов в атоме. Элементарная теория периодической системы элементов Менделеева. Рентгеновские лучи. Сплошной и характеристический рентгеновские спектры. Рентгеновские спектральные серии. Закон Мозли. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Рентгеновская дефектоскопия. Понятие о рентгеновском спектральном анализе.

6	Развитие представлений о строении атомного ядра.	Капельная и оболочечная модели ядра. Пространственно-временные масштабы атомных ядер. Основные характеристики атомных ядер: масса, заряд, спин, магнитный момент, четность. Физические основы масс-спектрометрии. Определение масс атомных ядер масс-спектрографом Астона и Масс-спектрометром Демпстера. Изотопы и изобары.
7	Сверхтонкая структура спектральных линий атомов.	Механический и магнитный моменты ядер. Ядерный магнетон. Магнитнорезонансные методы определения магнитных моментов. Аномальные значения магнитных моментов протона и нейтрона. Массы протона и нейтрона. Нуклоны. Протонно-нейтронная структура атомных ядер по Иваненко и Гейзенбергу. N-2 диаграмма атомных ядер. Стабильные и радиоактивные ядра. Размеры ядер. Плотность ядерного вещества. Энергия связи ядер. Формула Вайцзеккера. Периодичность характеристик атомных ядер. Магические числа нейтронов и протонов в атомных ядрах. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Способы выделения энергии ядер.
8	Понятие о ядерных силах и их основные свойства	Понятие о ядерных силах и их основные свойства: короткодействие, зарядовая независимость, зависимость от ориентации спинов и орбитальных моментов нуклонов, свойство насыщения, нецентральный и обменный характер. Взаимопревращаемость нуклонов. Нейтрино. Мезоны. Обменное взаимодействие нуклонов в ядре. Основные схемы обмена виртуальными мезонами между нуклонами в ядре. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Постоянная распада, период полураспада, время жизни радиоактивного вещества.
9	Правила смещения для альфа-и бета-распада.	Альфа-распад. Энергетическое условие и энергия α -распада. Энергетический спектр α -излучения. Квантовая модель α -распада, прохождение α -частицы через потенциальный барьер. Связь периода полураспада и энергии α -частицы. Закон Гейгера-Неттола. бета-распад. Схемы и энергетические условия бета-распада. Нейтрино. Энергия β -распада. Энергетический спектр. Энергетический спектр компонентов β -захвата.
10	Время жизни возбужденных состояний атомных ядер.	Способы возбуждения ядер. Гамма-излучение. Энергетический спектр γ -лучей. Примеры γ -излучения α - и (β -радиоактивных ядер. Механизм взаимодействия γ -излучения с веществом: фотоэлектрическое поглощение, комптоновское рассеяние, рождение электрон-позитронных пар. Закон ослабления интенсивности γ -излучения. Линейный и массовый коэффициенты ослабления. Понятие о гамма-дефектоскопии. Эффект Мёссбауэра.
11	Ядерные реакции	Реакции с образованием промежуточного (компаунд) ядра. Прямые ядерные реакции. Эффективное сечение ядерной реакции. Реакции на протонах и нейтронах. Деление атомных ядер, цепная реакция деления, коэффициент размножения нейтронов. Примеры ядерных реакций деления. Тепловой выход реакции деления. Физические принципы работы ядерных энергетических установок и устройств. Реакция синтеза легких ядер. Тепловой выход реакции. Физические принципы функционирования термоядерных энергетических установок и устройств.
12	Основы физики элементарных частиц.	Частицы и античастицы. Характеристики и свойства лептонов. Основные пути распада нестабильных лептонов.

		Кварки, их физические характеристики, Адроны, Кварковая модель адронов. Характеристики и свойства Мезонов, кварковая структура и основные пути распада мезонов. Свойства и характеристики Барионов. Кварковый состав и основные пути распада барионов. Заключение. Некоторые современные научные данные об истории развития Вселенной и возможных механизмах рождения ядер различных химических элементов.
3.Лабораторные		
1	Радиоактивный распад	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распределение вероятностей случайных величин, наблюдаемых в ядерно-физических экспериментах, и оценка их параметров; 2. Определение периодов полураспада искусственных радиоактивных нуклидов; 3. Определение периодов полураспада смеси двух изотопов. 4. Ядерная изомерия. Определение периодов полураспада изомеров родия
2	Детектирования ядерных излучений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Газонаполненные детекторы; 2. Сцинтилляционные детекторы; 3. Полупроводниковые детекторы 4. Другие типы детекторов.
3	Радиоактивный распад	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распределение вероятностей случайных величин, наблюдаемых в ядерно-физических экспериментах, и оценка их параметров; 2. Определение периодов полураспада искусственных радиоактивных нуклидов; 3. Определение периодов полураспада смеси двух изотопов. 4. Ядерная изомерия. Определение периодов полураспада изомеров родия;
4	Бета распад	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение бета-активности тонких препаратов известного радионуклида с помощью торцевого счетчика (абсолютным и относительным методом); 2. Измерение бета-активности толстого препарата известного радионуклида с помощью торцевого счетчика; 3. Определение максимальной энергии бета спектра; 4. Измерение спектра электронов бета-распад.
5	Альфа распад	<ol style="list-style-type: none"> 1. Измерение энергетического спектра альфа-частиц от источника; 2. Определение энергии альфа-частиц по их пробегу в воздухе;
6	Гамма-излучение ядер	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение энергии гамма-излучения с помощью сцинтилляционного спектрометра; 2. Определение энергии гамма-излучения методом поглощения.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Развитие представлений о строении атома.	1	1	2	4	8
2	Теория Н. Бора	1	1	2	4	8
3	Волновая функция	1	1	2	4	8
4	Решение уравнения Шрёдингера	1	1	2	4	8
5	Пространственное квантование, магнитное квантовое число.	1	1	2	4	8
6	Развитие представлений о строении атомного ядра.	1	1	2	4	8
7	Сверхтонкая структура спектральных линий атомов.	1	1	2	4	8
8	Понятие о ядерных силах и их основные свойства	1	1	2	6	10
9	Правила смещения для альфа-и бета-распада.	1	1	2	6	10
10	Время жизни возбужденных состояний атомных ядер.	1	1	2	6	10
11	Ядерные реакции	1	1	2	8	12
12	Основы физики элементарных частиц.	1	1	2	6	10
		12	12	26	58	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

1. работа с конспектами лекций,
2. выполнение лабораторных работ, тестов
3. выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации.

Изучение дисциплины предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; практические занятия; индивидуальные занятия; контрольные работы. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ-демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы студентов. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить как старое, так и новое, углубит

понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом. При этом хорошо овладеть содержанием лекции - это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план;
- уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций;
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений. Существует

несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;
- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;
- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;
- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и неизвестное, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;
- записывать надо сжато;
- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием рефератов, выполнением лабораторных работ, подготовкой и сдачей зачета по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки бакалавров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или практической работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа студента позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развиваются творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу студентов и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность студентов должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний,

необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной

мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности студента по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались учащиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных студентом знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда.

Результат обучения и самостоятельной работы студента предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Информатика» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к экзамену.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	И.В. Ракобольская. Ядерная физика — Изд. 3-е, перераб. — Москва : URSS, 2014 .— 241 с.
2	Детлаф А. А. Курс физики : [учеб. пособие для студ. вузов] / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский .— 10-е изд., стер. — Москва : Издательский центр "Академия", 2015 .— 719, [1] с. (20 шт.)
3	Михайлов М . А. Ядерная физика и физика элементарных частиц: учебное пособие : в 2-х ч, Ч. 1. Физика атомного ядра/ М. А.М ихайлов .— М.: Прометей, 2011.— 94 с. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.— URL: http:// biblioclub.ru »

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Ишханов Б. С. Частицы и атомные ядра : учебник по дисциплине "Физика атом. ядра" для студ. вузов, обуч. по специальностям 010701 - "Физика", 010705 - "Физика атом. ядра и частиц" и направлению 010700 - "Физика" / Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .— Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : URSS : Изд-во ЛКИ, 2007 .— 581 с.
4	Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц/ И.М.Капитонов.– Издательство "Физматлит", ISBN: 978-5-9221-1250-5, 2010.– 512 с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.– URL: https://e.lanbook.com/book/2189#book_name .
5	Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. 7-е изд, стер./ К.Н. Мухин.– Издательство "Лань", ISBN: 978-5-8114-0739-2. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.– URL: https://e.lanbook.com/book/277#book_name .
6	Современная философия науки. Хрестоматия. М: Логос, 1996.
7	Ландау Л. Д. Теоретическая физика : Учеб. пособие для студентов физических специальностей университетов: В 10 т.
8	Ю. М. Широков, Н. П.Юдин. Ядерная физика. М: Наука, 1972
9	М. Боулер. Гравитация и относительность. М: Мир, 1979.
10	Мигдал А. Б. Теория конечных ферми-систем и свойства атомных ядер / А.Б. Мигдал .— 2-е изд., перераб. и допол. — М. : Наука, 1983 .— 429, с.
11	Пайерлс П.Е. Квантовая теория твердых тел / П.Е. Пайерлс.– М. : Изд.-во иностр. лит., 1956. – 258 с.
12	В. В. Свиридов. Эволюция естественнонаучной картины мира. Издат. Воронежского Пед. Инст. 1994.
13	В. С. Барашенков. Вселенная в электроне. М: Детская литература, 1988.
14	П. Л. Капица. Эксперимент, теория, практика. М: Наука, 1974.
15	Д. Гудинг и Д. Леннокс. Мировоззрение. Изд. «Норд», Ярославль, 2001.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	w www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ Источник
18	www.lib.vsu.ru
19	Электронные ресурсы по физике American Physical Society. – <URL: http://publish.aps.org >
20	Ишханов, Э.И. Кэбин "Физика ядра и частиц. XX век" М., Изд-во Московского университета. 2000. В Web-версии учтены современные ядерные данные. Публикацию подготовил Э.Кэбин. http://nuclphys.sinp.msu.ru/introduction/index.html

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
21	Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Михайлов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2011. — 94 с. — 978-5-4263-0048-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/8306.html
22	Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 2. Элементарные частицы [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Михайлов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2013. — 28 с. — 978-5-7042-2471-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58212.html
23	Частицы и атомные ядра. Лекции профессора Б.С. Ишханова. http://nuclphys.sinp.msu.ru/lect/index.html
24	Лекции профессора Б.С. Ишханова (2012 г.) http://nuclphys.sinp.msu.ru/lect/ishkhanov2012/index.html
25	Лекции профессора И.М. Капитонова (2012 г.) http://nuclphys.sinp.msu.ru/lect/kapitonov2012/index.html

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Установка для изучения космических лучей ФПК 01

2. Установка для изучения взаимодействия альфа-излучения с веществом детектор ДКПС-50:

предусилитель ПУ-Г-1К;

пульт спектрометрический СЭС-13;

пересчетный прибор ПСО2-4;

3. Установка для изучения взаимодействия бета-излучения с веществом УДНС-01П;

блок детектирования БДЖП-06П;

устройство измерительное УИ-38П1;

4. Установка для изучения взаимодействия бета-излучения с веществом УДНС-01П;

детектор СИ-8Б;

блок питания ПСО2-08А;

пересчетный прибор ПСО2-4;

5. Установка для изучения взаимодействия гамма-излучения с веществом (2 шт.);

блок детектирования БДЭГ2-23;

высоковольтный блок ВС-22;

пересчетный прибор ПСО2-4;

6. Установка дозиметрического контроля УИМ2-2 с блоками детектирования БДМГ-08Р и БДБ2-03;

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ОПК-2 иметь представления о современной научной картине мира на основе знаний основных положений философии, базовых законов и методов естественных наук</p>	<p>Выпускник должен иметь представление:</p> <ul style="list-style-type: none"> • о строении атомного ядра; • о видах и закономерностях радиоактивного распада; • об эффективных сечениях и способах их измерений; • о закономерностях прохождения излучения через вещество; • о механизмах протекания ядерных реакций и их типах; • о физических основах использования свойств ядер и ядерных излучений в науке и технике; • об основных закономерностях деления и синтеза ядер. <p>Выпускник должен знать и уметь использовать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы и явления микромира; • основные методы ядерно-физических исследований; • типы ядерных реакций и их закономерности; • законы прохождения излучения через вещество; • источники и детекторы ядерных излучений. Выпускник должен уметь: • использовать полученные знания в практической деятельности • проводить оценочные и инженерные расчеты результатов ядерных превращений; • работать с ядерно-физической аппаратурой. 	1-2	<p>Вопросы КИМ и Методические разработки к выполнению лабораторных работ</p>

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом дисциплины;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять полученные знания на практике, решать задачи, выполнять лабораторные работы
- 5) владение способами численных расчетов;

Для оценивания результатов обучения на зачете используется оценки – зачтено, не зачтено
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области, оформленная и правильно выполненная работа по теме.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, лабораторная работа выполнена неверно.</i>	–	<i>Не зачтено</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Основные характеристики атомных ядер
2. Масса ядра. Массовое число. Методы определения массы атомов.
3. Основные характеристики протона и нейтрона.
4. Изотопы, изобары, изогоны. Нуклид.
5. Свойства ядерных сил.
6. Дефект масс. Энергия связи атомного ядра. Единицы измерения энергии. Удельная энергия связи, зависимость от массового числа и атомного номера.
7. Спин ядра. Магнитный момент ядра. Ядерный магнетон. Зависимость магнитного момента и спина от основных состояний ядер.

8. Радиоактивный распад ядер. Виды радиоактивного распада. Стохастический характер распада. Постоянный распад, Время жизни ядер, период полураспада, ветви распада. Активность.
 9. Альфа-распад. Энергетическое условие распада. Эмпирические закономерности альфа-распада. Соотношение период полураспада с энергией распада.
 10. Одночастичная модель распада. Объяснение соотношения Гейгера-Неттола.
 11. Какие числа нуклонов называются магическими и в чем проявляется их магичность.
 13. Основные характеристики энергетических уровней ядра.
 14. Форма бета-спектра. Максимальная энергия бета-спектров; как она связана с энергией бета-распада. Энергия бета-распада.
 15. Основные характеристики гамма-кванта. Энергетический спектр гамма-излучения ядер. Мультипольность гамма-переходов. Правила отбора при гамма-переходах.
 16. Спонтанное деление атомных ядер. Энергия распада. Распределение масс продуктов осколков. Зависимость энергии распада от удельной энергии связи и массового числа.
 17. Капельная модель спонтанного деления ядер. Параметр деления. Энергия активации. Туннельный механизм деления.
 18. Ядерные реакции. Эндотермические и экзотермические реакции. Каналы реакции. Прямые реакции. Механизм составного ядра. Сечение реакции.
 19. Цепная ядерная реакция. Коэффициент размножения нейтронов. Зависимость от времени интенсивности потока нейтронов. Ядерный реактор.
 20. Какие числа нуклонов называются магическими и в чем проявляется их магичность.
 21. Основные характеристики энергетических уровней ядра.
 22. Форма бета-спектра. Максимальная энергия бета-спектров как она связана с энергией бета-распада. Энергия бета-распада.
 23. Основные характеристики гамма-кванта. Энергетический спектр гамма-излучения ядер. Мультипольность гамма-переходов. Правила отбора при гамма-переходах.
 24. Спонтанное деление атомных ядер. Энергия распада. Распределение масс продуктов осколков. Зависимость энергии распада от удельной энергии связи и массового числа.
 25. Капельная модель спонтанного деления ядер. Параметр деления. Энергия активации. Туннельный механизм деления.
 26. Ядерные реакции. Эндотермические и экзотермические реакции. Каналы реакции. Прямые реакции. Механизм составного ядра. Сечение реакции.
 27. Цепная ядерная реакция. Коэффициент размножения нейтронов. Зависимость от времени интенсивности потока нейтронов. Ядерный реактор. Обязательные вопросы
1. Основные характеристики атомных ядер.
 2. Энергия связи атомного ядра.
 3. Зависимость удельной энергии связи ядра от массового числа.
 4. Необходимое условие для распада ядра.
 5. Закон (временной) распада ядер. Период полураспада.
 6. Реакции альфа-, бета-распада и деления ядер.
 7. Спин и магнитный момент ядра.
 8. Распределение осколков по массовому числу при спонтанном делении ядер.
 9. Зависимость периода полураспада от энергии альфа-распада ядер (закон Гейгера-Неттола).
 10. Основные характеристики ядерных сил.
 11. Энергетические спектры гамма-излучения и бета-излучения ядер.
 12. Зависимость среднего радиуса ядер от их массового числа.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса (индивидуальный опрос, ; письменных работ (контрольные, лабораторные работы.); Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

