

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 / Титова Л.В./  
26.06.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.11 Экспериментальные методы ядерной физики**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

14.03.02 Ядерные физика и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Физика атомного ядра и частиц

**3. Квалификация выпускника: бакалавр**

**4. Форма обучения: очная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

доц., к.ф.м.н. Алейников Алексей Николаевич

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 26.06.2024

**8. Учебный год: 2026/2027**

**Семестр(ы): 6**

**9. Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- формирование основы знаний и навыков, на которых базируются экспериментальные методы исследований в области ядерной физики.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение основных механизмов взаимодействий излучения с веществом, принципов работы детекторов излучений и основных методов исследования характеристик радиоактивных излучений, распада частиц и сечений реакций.

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов.	ПК-3.1	Знает методы экспериментального исследования физических процессов, создания экспериментальных установок.	<p>Знать: фундаментальные понятия дисциплины, быть знакомыми с современным программным обеспечением позволяющим решать физические задачи.</p> <p>Уметь: создавать структурированные и неструктурированные модели, задавать граничные условия и визуализировать полученные результаты.</p> <p>Владеть: навыками решения классических и современных задач средствами компьютерного моделирования.</p>
		ПК-3.5	Уметь выработать требования к точности измерений, осуществлять контроль.	<p>Знать: методики проведения экспериментов, фундаментальные разделы математики, необходимые для логического осмысления и обработки информации, полученной в ходе эксперимента;</p> <p>Уметь: применяет основные положения и методы математических наук при решении сложных комплексных профессиональных задач; проводить эксперименты</p> <p>Владеть: методиками экспериментального исследования, навыками использования математического аппарата при анализе результатов эксперимента.</p>
ПК-5	Способен к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции.	ПК-5.3	Владеть методами расчета погрешностей измерений, методами контроля качества, навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределённости) измерений, испытаний и достоверности контроля	<p>Знать: основные понятия теории эксперимента методы статистического анализа, принципы и методы планирования эксперимента, необходимых для решения производственных и эксплуатационных задач</p> <p>Уметь: применять метрологический анализ результатов; применять теорию эксперимента при решении различных инженерных задач</p> <p>Владеть: методами решения инженерных задач по планированию эксперимента и обработке его результатов</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час —4/144.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		6 семестр
Аудиторные занятия	60	60
в том числе:	лекции	
	практические	60
	лабораторные	
Самостоятельная работа	84	84
в том числе: курсовая работа (проект)		
Контроль		
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Итого:	144	144

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Общие сведения о ядерных реакциях.	Прямые ядерные реакции. Составное ядро. Ядерные реакции под воздействием нейтронов. Ядерные реакции под действием заряженных частиц. кулоновское возбуждение. Реакции под воздействием быстрых частиц.	-
1.2	Техника исследования реакций и распадов.	Магнитные спектрометры; спектрометры со сцинтилляционными детекторами, спектрометры с полупроводниковыми детекторами; специальные методы спектрометрии. Сравнение эффективности и энергетического и временного разрешений различных спектрометров. Спектрометры для многомерного анализа.	-
1.3	Получение изотопов	Получение изотопов в реакциях под действием быстрых частиц. Получение изотопов в реакциях под действием тяжелых ионов. Получение изотопов в реакциях деления. Получений изотопов при последовательным захвате нейтронов.	-
1.4	Измерение энергий ядерных реакций	Измерение энергий ядерных реакций, измерение энергии альфа-распада. Определение граничной энергии бета-спектров. Измерение масс атомов. Полуэмпирическая формула для масс атомов.	-
1.5	Методы определения времени жизни ядерных состояний	Методы определения времени жизни ядерных состояний по измерению скорости спада интенсивности излучения. Метод задержанных состояний. Метод ядер отдачи, измерение ширины ядерных уровней. Эффекты теней. Сравнение методов измерения времени жизни ядерных состояний.	-

1.6	Методы определения спинов и четностей ядерных состояний.	Методы определения спинов и четностей ядерных состояний. Определение спинов при исследовании пространственного определения полей ядерных излучений. Нахождение четности состояний при линейной поляризации гамма-квантов. Определение спинов и четностей при исследовании поляризационных явлений в ядерных реакциях. Определение спинов и четностей при исследовании поляризационных явлений в ядерных реакциях. Определение спинов и четностей при исследовании спектров ЭВК.	-
1.7	Методы определения электромагнитных моментов ядерных состояний.	Методы определения электромагнитных моментов ядерных состояний. При измерении энергетических интервалов между магнитным» подуровнями. При измерении чистоты ламинарной прецессии ядра в магнитном поле. Определение электромагнитных моментов при прецессии упругого состояния быстрых нейтронов. Определение электрических мультипольных моментов в опытах по измерению сечения фотопоглощения.	-
1.8	Ядерные оболочки в сферических и деформированных ядрах	Ядерные оболочки в сферических и деформированных ядрах, Капельная гидродинамическая модель ядра. Полумикроскопический подход к теории ядра. Исследование сверхтонких взаимодействий.	-
1.9	Исследование сверхтонких взаимодействий методом ядерного магнитного резонанса	Исследование сверхтонких взаимодействий методом ядерного магнитного резонанса : методы наблюдения ЯМР. Стационарные методы. Релаксация. Ядерная спин-решеточная релаксация. Спин-спиновая Релаксация. Метод спинового эха. Ширины и формы ЯМР. Ядерный и квадрупольный резонанс.	-
1.10	Угловые корреляции	Угловые корреляции. Теория гамма-гамма корреляции направлений для свободных ядер. Корреляция направлений с участием электронов конверсии. Угловая бета-гамма корреляция.	-
1.11	Влияние сверхтонких взаимодействий на угловые определения ядерных излучений	Влияние сверхтонких взаимодействий на угловые определения ядерных излучений, типы взаимодействий, приводящих к возмущению угловых корреляций. Интегральные и зависящие от времени дифференциальные угловые корреляции. Определение величин магнитного и статистического квадрупольного взаимодействий.	-
1.12	Исследование сверхтонких взаимодействий методом эффекта Мессбауэра	Исследование сверхтонких взаимодействий методом эффекта Мессбауэра. Экспериментальные методы наблюдения эффекта Мессбауэра. Детекторы мессбауэровского излучения. Форма линии резонансного поглощения. Спектрометры скоростей, источники и поглотители. Изомерный сдвиг.	-
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Техника исследования реакций и распадов.	Техника исследования реакций и распадов.	-
2.2	Получение изотопов.	Получение изотопов.	-
2.3	Измерение энергий.	Измерение энергий.	-
2.4	Метод задержанных совпадений.	Метод задержанных совпадений.	-
2.5	Определение спинов и четностей	Определение спинов и четностей	-
2.6	Электромагнитные	Электромагнитные моменты ядерных состояний	-

	моменты ядерных состояний		
2.7	Ядерные модели.	Ядерные модели.	-
2.8	Сверхтонкие взаимодействия.	Сверхтонкие взаимодействия.	-
2.9	Угловые корреляции.	Угловые корреляции.	-

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Общие сведения о ядерных реакциях.		4		4		8
2	Техника исследования реакций и распадов.		4		4		8
3	Получение изотопов		4		4		8
4	Измерение энергий ядерных реакций		4		4		8
5	Методы определения времени жизни ядерных состояний		6		8		14
6	Методы определения спинов и четностей ядерных состояний.		6		8		14
7	Методы определения электромагнитных моментов ядерных состояний.		6		8		14
8	Ядерные оболочки в сферических и деформированных ядрах		6		8		14
9	Исследование сверхтонких взаимодействий методом ядерного магнитного резонанса		6		8		14
10	Угловые корреляции		6		8		14
11	Влияние сверхтонких взаимодействий на угловые определения ядерных излучений		6		8		14
12	Исследование сверхтонких взаимодействий методом эффекта Мессбауэра		6		8		14
	Итого:		64		80		144

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения отведено время на все разделы курса.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса,

рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

**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	Малышев Л.Г. Физика атома и ядра [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Г. Малышев, А.А. Повзнер. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 144 с. — 978-5-7996-1283-2. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/68498.html">http://www.iprbookshop.ru/68498.html</a>
2	Болоздыня А. И. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения : учеб. пособие / А.И. Болоздыня, И.М. Ободовский .— Долгопрудный : Интеллект, 2012 .— 204 с.
3	Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.] / К.Н. Мухин .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009- .— (Классическая учебная литература по физике / ред. совет: Ж.И. Алферов (пред.) [и др.] )
4	Барсуков, О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии / О.А. Барсуков. - Москва : Физматлит, 2011. - 560 с. : ил., схем., табл. - (Фундаментальная и прикладная физика). - ISBN 978-5-9221-1306-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457408">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457408</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц : учеб. пособие для студентов физ. фак. клас. ун-тов и др. вузов, обучающихся по специальности "Ядерная физика" и направлению "Физика" / И. М. Капитонов. — Изд. 3-е испр. и доп. — М. : КомКнига, 2006. — 327 с.
6	Соловьев В.Г. Теория атомного ядра / В.Г. Соловьев. - М. : Энергоатомиздат, 1981.
7	Бор О. Структура атомного ядра: в 2 т. / О. Бор, Б. Моттельсон. – М. : МИР, 1971. – Т. 1 : Одночастичное движение. – 1971. – 456 с.
8	Бор О. Структура атомного ядра: в 2 т. / О. Бор, Б. Моттельсон. – М. : МИР, 1977. – Т. 2 : Деформация ядер. – 1977. – 464 с.
9	Ситенко А.Г. Лекции по теории ядра / А.Г. Ситенко, В.К. Тартаковский.– М. : Атомиздат, 1972.
10	Давыдов А.С. Теория атомного ядра / А.С. Давыдов. – М. : Физматгиз, 1958.
11	Айзенберг И. Модели ядер. Коллективные и одночастичные явления / И. Айзенберг, В. Грайнер – М. : Атомиздат, 1970.
12	Браун Дж. Единая теория ядерных моделей и сил / Дж. Браун. – М. : Атомиздат, 1970.
13	Строение атомного ядра: сб. ст. / под ред. А.С. Давыдова. – М. : ИЛ, 1959.
14	Баранов В.Ю.Изотопы: свойства, получение, применение . В 2 т. Т. 2/ В.Ю.Баранов.– Москва: Физматлит, 2005.– 728. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.– URL: <a href="http://biblioclub.ru">http:// biblioclub.ru</a> »
15	Ракобольская И. В. Ядерная физика : [учеб. пособие для студентов физических специальностей вузов] / И.В. Ракобольская .— Изд. 3-е, перераб. — Москва : URSS, 2014 .— 241 с

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

№ п/п	Ресурс
20	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ

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

№ п/п	Источник
1	Хребтова С. Б. Физические методы исследования вещества : задания для самостоятельной работы студентов, Ч. 1. Спектроскопия ЯМР и ЭПР/ Хребтова С. Б. , Телешев А. Т. , Ярышев Н. Г.– Москва: МПГУ, 2015.– 20 с. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.– URL: <a href="http:// biblioclub.ru">http:// biblioclub.ru</a> »

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online, www.lib.vsu.ru -ЗНБ ВГУ Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla Fire Fox.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе ScenMedia Aplo-T          Microsoft Windows. Договор №3010-15/1204-15 от 25.12.2015          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь          Университетская, д.1, пом.І, ауд.          30</p>
<p>Лаборатория (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, установка для изучения космических лучей ФПК -01 с телескопом газоразрядных детекторов, установка для изучения космических лучей с телескопом сцинтилляционных детекторов, установка для изучения взаимодействия бета-излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования; высоковольтный блок питания ПСО2-08А; пересчетный прибор ПСО2-4), установка для изучения взаимодействия нейтронного излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования СИ-8Б; высоковольтный блок; пересчетный прибор ПСО2-4; счетчик импульсов СЧМ-16), установка дозиметрического контроля УИМ2-2 с блоками детектирования БДМГ-08Р и БДБ2-03</p>	<p>г.Воронеж, площадь          Университетская, д.1, пом.І, ауд.          32</p>
<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, мессбауэровский спектрометр SM1101, мессбауэровский спектрометр MSI 104Em, альфа-спектрометр СЭА-13П          Univem MS 9.01 РТЦК 350000.000 ПС. лицензия бессрочная          MossFit (версия 3.06) ДШИ 2.851.003 ПС. лицензия бессрочная          LSRM Альфа (LSRM Spectra Line ADA, версия 1.1.959). лицензия бессрочная</p>	<p>г.Воронеж, площадь          Университетская, д.1, пом.І, ауд.          37</p>
<p>Аудитория для самостоятельной работы, компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)</p>	<p>г. Воронеж, площадь          Университетская, д.1, пом.І, ауд.          313а</p>

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Общие сведения о ядерных реакциях.	ПК-3 ПК-5	ПК-3.1 ПК-3.5 ПК-5.3	Устный опрос
2.	Техника исследования реакций и распадов.			
3.	Получение изотопов			
4.	Измерение энергий ядерных реакций			
5.	Методы определения времени жизни ядерных состояний			
6.	Методы определения спинов и четностей ядерных состояний.			
7.	Методы определения электромагнитных моментов ядерных состояний.			
8.	Ядерные оболочки в сферических и деформированных ядрах			
9.	Исследование сверхтонких взаимодействий методом ядерного магнитного резонанса			
10.	Угловые корреляции			
11.	Влияние сверхтонких взаимодействий на угловые определения ядерных излучений			
12.	Исследование сверхтонких взаимодействий методом эффекта Мессбауэра			
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Пункт 20.2.1 Вопросы к зачету

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Устный опрос

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
---------------------------------	--------------------------------------	--------------

Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Повышенный уровень</i>	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Базовый уровень</i>	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	<i>Пороговый уровень</i>	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

---

### 20.2.1. Перечень вопросов к зачету:

1. Ядерные реакции через составное ядро (теория Бора).
2. Интегральные и дифференциальные методики измерения угловых корреляций.
3. Техника исследования реакций и распадов.
4. Возмущенные угловые корреляции.
5. Сравнение эффективности и энергетического и временного разрешений различных видов детекторов.
6. Угловая бета-гамма корреляция.
7. Получение изотопов в различных реакциях.
8. Корреляция направлений с учетом электронов конверсии.
9. Измерение энергий ядерных реакций.
10. Элементарная теория угловых корреляций.
11. Методы определения времени жизни ядерных состояний.
12. Определение коэффициентов внутренней конверсии гамма-квантов.
13. Ядерные реакции под воздействием заряженных частиц.
14. Капельная (гидродинамическая) модель ядра.
15. Угловые распределения аннигиляционного излучения.
16. Полуэмпирический подход в теории ядерных моделей.
17. Бета-спектры. Кривая Кюри.
18. Прямые ядерные реакции.
19. Метод ядерного магнитного резонанса. Спин-спиновая реакция.

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом дисциплины (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области физики.	Достаточный уровень	зачтено
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует перечисленным показателям. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в ответе.	–	Не зачтено

### ПК-3

Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов

### ПК-5

Способен к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

#### Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

##### 1) Тестовые задания с выбором ответов

1. Как зависит от количества  $M$  динодов коэффициент усиления  $K$  фотоэлектронного умножителя?

- 1)  $K \sim M$ ;
- 2)  $K \sim 1/M$ ;
- 3)  $K \sim \text{const}$ .

2. Как зависит коэффициент усиления  $K$  фотоэлектронного умножителя при увеличении напряжения между динодами  $U$ ?

- 1)  $K$  – возрастает;
- 2)  $K$  – убывает;
- 3)  $K$  – переходит от возрастания к убыванию.

3. Мертвое время сцинтилляционного детектора:

- 1) Больше чем у газонаполненного детектора;
- 2) **Меньше чем у газонаполненного детектора;**
- 3) Примерно равны.

4. Увеличение давления газа наполняющего рабочий объем пропорционального счетчика ведет к:

- 1) **Увеличению коэффициента газового усиления (КГУ);**
- 2) Уменьшению КГУ;
- 3) Не влияет на КГУ.

5. Во сколько раз  $K$  отличаются удельные потери энергии альфа-частицы от протона при одной энергии в одном веществе?

- 1)  **$K=16$ ;**
- 2)  $K=30$ ;
- 3)  $K=1$ .

6. Как зависят удельные линейные потери энергии тяжелых заряженных частиц в веществе с увеличением атомного номера вещества?

- 1) **Увеличиваются;**
- 2) Уменьшаются;
- 3) Не меняются.

7. В аппаратном гамма-спектре пик обратного рассеяния в каналах:

- 1) Превышает пик полного поглощения;
- 2) Равны;
- 3) **Менее пика полного поглощения.**

8. С увеличением коэффициента газового усиления  $K$  в пропорциональном счетчике частотные функции амплитуды сигнала с анода:

- 1) **Возрастают;**
- 2) Убывают;
- 3) Не меняются.

9. Зависят ли удельные линейные потери энергии частицы в веществе от знака заряда частицы?

- 1) **Зависят квадратично;**
- 2) Зависят линейно;
- 3) Не зависят.

2) Тестовые задания без выбора ответов

1. Газонаполненный детектор с самостоятельным разрядом (счетчик Гейгера) может или нет определять энергию частиц?

Нет, т.к. амплитуда сигнала не зависит от энергии частицы

2. Газонаполненный детектор с самостоятельным разрядом (счетчик Гейгера) должен иметь участок плато на счетной характеристике или нет?

Должен, т.к. амплитуда сигнала превышает порог регистрации

3. Разрешающее время детекторов излучений больше мертвого времени или нет?

Больше, т.к. в течении мертвого времени регистрация обусловлена одним процессом, а в разрешающем времени несколько

4. Зависит или нет эффективность регистрации гамма-излучения счетчиком Гейгера от давления рабочего газа в детектор?  
Да, т.к. чем больше давление, тем больше атомов газа в единице объема и больше вероятность взаимодействия кванта с газом
5. Зависит или нет эффективность регистрации гамма-излучения от энергии излучения счетчиком Гейгера?  
Да, т.к. все механизмы взаимодействия гамма-квантов с атомами зависят от энергии
6. Амплитуда импульса напряжения с анода пропорционального газонаполненного счетчика зависит или нет от разности потенциалов между анодом и катодом?  
Зависит, т.к. зависит от энергии коэффициент газового усиления
7. Амплитуда импульса напряжения с анода пропорционального газонаполненного счетчика зависит или нет от потерь энергии регистрируемой частицы в рабочем объеме счетчика?  
Зависит, т.к. амплитуда сигнала зависит от заряда потерь энергии и коэффициента газового усиления
8. Можно или нет определить ток частиц  $Z^2M$  (где  $Z$  – зарядовое число,  $M$  – масса частиц) по их удельным потерям энергии в веществе?  
Можно, т.к.  $(dE/dx)E \sim Z^2M$
9. Энергетическое разрешение у полупроводникового детектора больше, меньше или равно разрешению сцинтилляционного детектора?  
Меньше, т.к. энергия на образование единицы сигнала в сцинтилляционном спектрометре в десятки раз больше, чем в полупроводниковом