

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Дубне

УТВЕРЖДАЮ

и.о. Директора

Филиала МГУ в г. Дубне

«01» сентября 2024 г.



**Оценочные и методические материалы
формирования компетенций, оценивания уровня знаний,
умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и
выпускников**

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 «Физика»

Направленность (профиль) ОПОП:

Фундаментальная и прикладная ядерная физика

Форма обучения:

Очная

Дубна
2024

Оценочные и методические материалы формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников разработаны в соответствии с образовательным стандартом, самостоятельно установленным МГУ имени М.В.Ломоносова для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», утвержденным решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол № 7).

Содержание

- I. Общие положения
- II. Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы
- III. Этапы формирования компетенций с указанием элементов образовательной программы, формирующих компетенции выпускников
 - III.1. Этапы формирования универсальных компетенций (УК) и элементы ОПОП ВО
 - III.2. Этапы формирования общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника и элементы ОПОП ВО
 - III.3. Этапы формирования профессиональных компетенций (ПК) выпускника и элементы ОПОП ВО
 - III.4. Этапы формирования специализированных профессиональных компетенций (МПК) выпускника и элементы ОПОП ВО

Матрица соответствия универсальных компетенций (УК) выпускника и дисциплин (модулей), практик образовательной программы

Матрица соответствия общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника и дисциплин (модулей), практик образовательной программы

Матрица соответствия профессиональных компетенций (ПК) выпускника и элементов образовательной программы, их формирующих

Матрица соответствия специализированных компетенций (МПК) выпускника и элементов образовательной программы, их формирующих

- IV. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям)
- V. Оценочные материалы для итогового контроля формирования компетенций выпускников

Дисциплины (модули) базовой части

Философские вопросы естествознания

История и методология физики

Современные проблемы физики

Общие вопросы преподавания физико-математических дисциплин

Иностранный язык для профессиональной коммуникации

Дисциплины (модули) вариативной части

Введение в ядерную астрофизику

Дифракционная нейтронография

Математическое моделирование в биофизике

Нейтронная оптика

Необратимые процессы в мягком веществе

Основы теории ускорителей

Основы физики ядерных реакций

Применение синхротронного излучения в исследованиях строения вещества

Рассеяние нейтронов на ядрах

Теория конденсированного состояния

Теория рассеяния и ее применение в экспериментах

Дисциплины по выбору студента

Обработка экспериментальных данных

Системы детектирования нейтронов

Источники нейтронных пучков

Методика нейтронной рефлектометрии

Практикум «Исследовательские установки ЛНФ ОИЯИ»

Методы исследования липидных наноструктур

Методика малоуглового рассеяния

Нейтронная ядерная физика

Физика взаимодействия ядер с ядрами

Неупругое рассеяние нейтронов

Дозиметрия и радиационная безопасность

Основные понятия физики микромира

Практика и научно-исследовательская работа

Педагогическая практика

Преддипломная практика

Научно-исследовательская работа

Научно-исследовательский семинар

Общие положения

Оценочные и методические материалы формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников (далее – Оценочные материалы) являются составной частью Фондов оценочных средств для основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ФОС ОПОП ВО). Состав ФОС ОПОП ВО определен в п.7 локального акта МГУ «Положение о фонде оценочных средств по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в МГУ», утвержденного 17 декабря 2017 года.

Кроме настоящих материалов в состав ФОС ОПОП ВО входят также оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся, разрабатываемые для каждой дисциплины (модуля) и практики, а также оценочные материалы для проведения государственной итоговой аттестации.

II. Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы

Универсальные компетенции (УК) выпускника МГУ, освоившего программу магистратуры:

Группа компетенций НАУЧНОЕ МЫШЛЕНИЕ

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно-обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.

УК-2. Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач.

Группа компетенций РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ

УК-3. Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта.

Группа компетенций КОМАНДНАЯ РАБОТА И ЛИДЕРСТВО

УК-4. Способен организовывать и осуществлять руководство работой команды (группы), вырабатывая и реализуя командную стратегию для достижения поставленной цели.

Группа компетенций КОММУНИКАЦИЯ И МЕЖКУЛЬТУРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

УК-5. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия.

УК-6. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.

Группа компетенций САМООРГАНИЗАЦИЯ И САМОРАЗВИТИЕ

УК-7. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития.

Общепрофессиональные компетенции (ОПК) выпускника МГУ, освоившего программу магистратуры:

ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач.

ОПК-2. Способен применять основные законы педагогики при осуществлении образовательной деятельности в области физики.

ОПК-3. Способен применять знания современных проблем и новейших достижений физики и смежных наук при организации научно-исследовательской деятельности направленной на решение актуальных научных задач.

ОПК-4. Способен использовать профессионально-профилированные знания в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе и междисциплинарного характера.

ОПК-5. Способен определять научно-инновационный потенциал решений, полученных при выполнении научных исследований.

**Профессиональные компетенции (ПК) выпускника МГУ,
освоившего программу магистратуры:**

ПК-1. Способен применять знания в области физики при проведении исследовательских работ, направленных на решение актуальных вопросов современной науки.

ПК-2. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты для осуществления научно-исследовательской работы, основываясь на передовом российском и зарубежном опыте, с учетом междисциплинарных связей.

ПК-5. Способен сопровождать научно-исследовательскую деятельность обучающихся младших курсов с учетом основ педагогики.

**Специализированные компетенции (МПК) выпускника МГУ,
освоившего программу магистратуры по профилю
«Фундаментальная и прикладная ядерная физика»:**

МПК-1 Способен решать практические задачи профессиональной деятельности в области фундаментальной и прикладной ядерной физики на основе фундаментальных знаний

МПК-2 Способен ставить, формализовать и решать задачи в области фундаментальной и прикладной ядерной физики

МПК-3 Способен самостоятельно (или) в составе научного коллектива применять математические методы для исследования физических явлений и процессов в области фундаментальной и прикладной ядерной физики при решении задач профессиональной деятельности.

III. Этапы формирования компетенций с указанием элементов образовательной программы, формирующих компетенции выпускников

III.1. Этапы формирования универсальных компетенций (УК) и элементы ОПОП ВО

Элементы образовательной программы	Периоды обучения		Документ, в котором размещены ФОС для промежуточного контроля формирования компетенции
	1 курс	2 курс	
ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ			
Философские вопросы естествознания		УК-2	РПД, ФОС по дисциплине
История и методология физики	УК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Иностранный язык для профессиональной коммуникации	УК-5		РПД, ФОС по дисциплине
Научно-исследовательский семинар	УК-6 УК-7		РПД, ФОС по дисциплине
ПРАКТИКА И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА			
Преддипломная практика		УК-4 УК-7	РПД, ФОС по дисциплине
Научно-исследовательская работа	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4	РПД, ФОС по дисциплине
ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ			
Государственный экзамен по направлению «Физика»		УК-1, УК-6, УК-7	РПД
Защита выпускной квалификационной работы		УК-2, УК-3, УК-4, УК-5	РПД

III.2. Этапы формирования общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника и элементы ОПОП ВО

Элементы образовательной программы	Периоды обучения		Документ, в котором размещены ФОС для промежуточного контроля формирования компетенции
	1 курс	2 курс	
ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ			
Современные проблемы физики	ОПК-3, ОПК-5		РПД, ФОС по дисциплине
Общие вопросы преподавания физико-математических дисциплин		ОПК-2	РПД, ФОС по дисциплине
ДИСЦИПЛИНЫ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ			
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ БЛОК			
Введение в ядерную астрофизику	ОПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Математическое моделирование в биофизике		ОПК-4	РПД, ФОС по дисциплине
Основы теории ускорителей	ОПК-5		РПД, ФОС по дисциплине
Теория конденсированного состояния		ОПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Применение синхротронного излучения в исследованиях строения вещества	ОПК-3		РПД, ФОС по дисциплине
Дисциплины по выбору студента			
Обработка экспериментальных данных	ОПК-1 ОПК-4		РПД, ФОС по дисциплине
Системы детектирования нейтронов	ОПК-1		РПД, ФОС по дисциплине

Источники нейтронных пучков	ОПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Практикум «Исследовательские установки ЛНФ ОИЯИ»	ОПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Нейтронная ядерная физика	ОПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Физика взаимодействия ядер с ядрами	ОПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Неупругое рассеяние нейтронов		ОПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Дозиметрия и радиационная безопасность		ОПК-3	РПД, ФОС по дисциплине
Основные понятия физики микромира		ОПК-3	РПД, ФОС по дисциплине
Дополнительные главы физики высоких энергий	ОПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Экспериментальная физика элементарных частиц		ОПК-5	РПД, ФОС по дисциплине
ПРАКТИКА И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА			
Педагогическая практика		ОПК-2	РПД, ФОС по дисциплине
Преддипломная практика		ОПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ			
Государственный экзамен по направлению «Физика»		ОПК-1, ОПК-4	РПД
Защита выпускной квалификационной работы		ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5	РПД

III.3. Этапы формирования профессиональных компетенций (ПК) выпускника и элементы ОПОП ВО

Элементы образовательной программы	Периоды обучения		Документ, в котором размещены ФОС для промежуточного контроля формирования компетенции
	1 курс	2 курс	
ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ			
Общие вопросы преподавания физико-математических дисциплин		ПК-5	РПД, ФОС по дисциплине
Научно-исследовательский семинар	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
ДИСЦИПЛИНЫ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ			
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ БЛОК			
Дифракционная нейтронография	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Нейтронная оптика	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Необратимые процессы в мягком веществе		ПК-2	РПД, ФОС по дисциплине
Рассеяние нейтронов на ядрах		ПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Теория конденсированного состояния		ПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Теория рассеяния и ее применение в экспериментах	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Основы физики ядерных реакций	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Дисциплины по выбору студента			
Обработка	ПК-1 ПК-2		РПД, ФОС по дисциплине

экспериментальных данных			
Системы детектирования нейтронов	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Источники нейтронных пучков	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Методика нейтронной рефлектометрии	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Практикум «Исследовательские установки ЛНФ ОИЯИ»	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Методика малоуглового рассеяния	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Нейтронная ядерная физика	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Физика взаимодействия ядер с ядрами	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Неупругое рассеяние нейтронов		ПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Дозиметрия и радиационная безопасность		ПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Основы теории фундаментальных сил		ПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Основные методы квантовой теории поля	ПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Физика нейтрино и ее перспективы		ПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
ПРАКТИКА И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА			
Педагогическая практика		ПК-5	РПД, ФОС по дисциплине

Научно-исследовательская работа	ПК-1	ПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ			
Государственный экзамен по направлению «Физика»		ПК-1	РПД
Защита выпускной квалификационной работы		ПК-2, ПК-5	РПД

III.4. Этапы формирования специализированных профессиональных компетенций (МПК) выпускника магистерской программы и элементы ОПОП ВО

Элементы образовательной программы	Периоды обучения		Документ, в котором размещены ФОС для промежуточного контроля формирования компетенции
	1 курс	2 курс	
ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ			
Современные проблемы физики	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
ДИСЦИПЛИНЫ ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ			
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ БЛОК			
Введение в ядерную астрофизику	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Дифракционная нейтронография	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Математическое моделирование в биофизике		МПК-3	РПД, ФОС по дисциплине
Нейтронная оптика	МПК-2		РПД, ФОС по дисциплине
Необратимые процессы в мягком веществе		МПК-3	РПД, ФОС по дисциплине
Основы теории ускорителей	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Основы физики ядерных реакций	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Применение синхротронного излучения в исследованиях строения вещества	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Рассеяние нейтронов на ядрах		МПК-2	РПД, ФОС по дисциплине
Теория конденсированного состояния		МПК-3	РПД, ФОС по дисциплине

Теория рассеяния и ее применение в экспериментах	МПК-3		РПД, ФОС по дисциплине
Дисциплины по выбору студента			
Обработка экспериментальных данных	МПК-3		РПД, ФОС по дисциплине
Системы детектирования нейтронов	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Источники нейтронных пучков	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Методика нейтронной рефлектометрии	МПК-3		РПД, ФОС по дисциплине
Практикум «Исследовательские установки ЛНФ ОИЯИ»	МПК-3		РПД, ФОС по дисциплине
Методы исследования липидных наноструктур	МПК-1		РПД, ФОС по дисциплине
Методика малоуглового рассеяния	МПК-3		РПД, ФОС по дисциплине
Нейтронная ядерная физика	МПК-2		РПД, ФОС по дисциплине
Физика взаимодействия ядер с ядрами	МПК-2		РПД, ФОС по дисциплине
Неупругое рассеяние нейтронов		МПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Дозиметрия и радиационная безопасность		МПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
Основные понятия физики микромира		МПК-2	РПД, ФОС по дисциплине

Анализ данных современных экспериментов в физике частиц	МПК-1 МПК-3		РПД, ФОС по дисциплине
Основные методы квантовой теории поля	МПК-1, МПК-3		РПД, ФОС по дисциплине
Дополнительные главы физики высоких энергий	МПК-2		РПД, ФОС по дисциплине
Физика нейтрино и ее перспективы		МПК-2 МПК-3	РПД, ФОС по дисциплине
Экспериментальная физика элементарных частиц		МПК-1, МПК-3	РПД, ФОС по дисциплине
Основы теории фундаментальных сил		МПК-1	РПД, ФОС по дисциплине
ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ			
Государственный экзамен по направлению «Физика»		МПК-1	РПД
Защита выпускной квалификационной работы		МПК-2, МПК-3	РПД

Матрица соответствия универсальных компетенций выпускника магистерской программы и дисциплин (модулей), практик образовательной программы
(исключены дисциплины, не участвующие в формировании УК)

Элементы образовательной программы	УК-1	УК-2	УК-3	УК-4	УК-5	УК-6	УК-7
Базовая часть							
Философские вопросы естествознания		+					
История и методология физики	+						
Иностранный язык для профессиональной коммуникации					+		
Научно-исследовательский семинар						+	+
Практики и научно-исследовательская работа							
Преддипломная практика				+			+
Научно-исследовательская работа			+	+			
Итоговая государственная аттестация							
Государственный экзамен по направлению «Физика»	+					+	+
Защита выпускной квалификационной работы		+	+	+	+		

Матрица соответствия общепрофессиональных компетенций (ОПК) выпускника магистерской программы и дисциплин (модулей), практик образовательной программы

(исключены дисциплины, не участвующие в формировании ОПК)

Элементы образовательной программы	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5
Базовая часть					
Современные проблемы физики			+		+
Общие вопросы преподавания физико-математических дисциплин		+			
Вариативная часть					
Профессиональный					
Введение в ядерную астрофизику	+				
Математическое моделирование в биофизике				+	
Основы теории ускорителей					+
Применение синхротронного излучения в исследованиях строения вещества			+		
Рассеяние нейтронов на ядрах	+				
Теория конденсированного состояния	+				
Дисциплины по выбору студента					
Обработка экспериментальных данных	+			+	
Системы детектирования нейтронов	+				
Источники нейтронных пучков	+				

Практикум «Исследовательские установки ЛНФ ОИЯИ»	+				
Нейтронная ядерная физика	+				
Физика взаимодействия ядер с ядрами	+				
Неупругое рассеяние нейтронов	+				
Дозиметрия и радиационная безопасность			+		
Основные понятия физики микромира			+		
Дополнительные главы физики высоких энергий	+				
Экспериментальная физика элементарных частиц					+
Практики и научно-исследовательская работа					
Педагогическая практика		+			
Преддипломная практика	+				
Итоговая государственная аттестация					
Государственный экзамен по направлению «Физика»	+			+	
Защита выпускной квалификационной работы		+	+		+

Матрица соответствия профессиональных компетенций (ПК) выпускника магистерской программы и элементов образовательной программы, их формирующих

(исключены дисциплины, не участвующие в формировании ПК)

Элементы образовательной программы	ПК-1	ПК-2	ПК-5
Базовая часть			
Общие вопросы преподавания физико-математических дисциплин			+
Научно-исследовательский семинар	+		
Вариативная часть			
Профессиональный			
Дифракционная нейтронография	+		
Нейтронная оптика	+		
Необратимые процессы в мягком веществе		+	
Рассеяние нейтронов на ядрах	+		
Теория конденсированного состояния	+		
Теория рассеяния и ее применение в экспериментах	+		
Основы физики ядерных реакций	+		
Дисциплины по выбору студента			
Обработка экспериментальных данных	+	+	
Системы детектирования нейтронов	+		

Источники нейтронных пучков	+		
Методика нейтронной рефлектометрии	+		
Практикум «Исследовательские установки ЛНФ ОИЯИ»	+		
Методика малоуглового рассеяния	+		
Нейтронная ядерная физика	+		
Физика взаимодействия ядер с ядрами	+		
Неупругое рассеяние нейтронов	+		
Дозиметрия и радиационная безопасность	+		
Основы теории фундаментальных сил	+		
Основные методы квантовой теории поля	+		
Физика нейтрино и ее перспективы	+		
Практики и научно-исследовательская работа			
Педагогическая практика			+
Преддипломная практика	+		
Итоговая государственная аттестация			
Государственный экзамен по направлению «Физика»	+		
Защита выпускной квалификационной работы		+	+

Матрица соответствия специализированных компетенций (МПК) выпускника магистерской программы и элементов образовательной программы, их формирующих

(исключены дисциплины, не участвующие в формировании МПК)

Элементы образовательной программы	МПК-1	МПК-2	МПК-3
Базовая часть			
Современные проблемы физики	+		
Вариативная часть			
Профессиональный			
Введение в ядерную астрофизику	+		
Дифракционная нейтронография	+		
Математическое моделирование в биофизике			+
Нейтронная оптика		+	
Необратимые процессы в мягком веществе			+
Основы теории ускорителей	+		
Основы физики ядерных реакций	+		
Применение синхротронного излучения в исследованиях строения вещества	+		
Рассеяние нейтронов на ядрах		+	
Теория конденсированного состояния			+
Теория рассеяния и ее применение в экспериментах			+
Дисциплины по выбору студента			

Обработка экспериментальных данных			+
Системы детектирования нейтронов	+		
Источники нейтронных пучков	+		
Методика нейтронной рефлектометрии			+
Практикум «Исследовательские установки ЛНФ ОИЯИ»			+
Методы исследования липидных наноструктур	+		
Методика малоуглового рассеяния			+
Нейтронная ядерная физика		+	
Физика взаимодействия ядер с ядрами		+	
Неупругое рассеяние нейтронов	+		
Дозиметрия и радиационная безопасность	+		
Основные понятия физики микромира		+	
Основы теории фундаментальных сил	+		
Анализ данных современных экспериментов в физике частиц	+		+
Дополнительные главы физики высоких энергий		+	
Основные методы квантовой теории поля	+		+
Физика нейтрино и ее перспективы		+	+
Экспериментальная физика элементарных частиц	+		+
Итоговая государственная аттестация			

Государственный экзамен по направлению «Физика»	+		
Защита выпускной квалификационной работы		+	+

IV. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям)

Результат освоения дисциплины	Критерии оценивания знаний, умений и навыков			
	2/ не зачтено	3/ зачтено	4/ зачтено	5/ зачтено
Знания	Отсутствие знаний	В целом успешные, но не систематические знания	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знания	Успешные и систематические знания
Умения	Отсутствие умения применять знания фундаментальных и актуальных проблем.	В целом успешное, но не систематическое умение применять знания	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания	Успешное и систематическое умение применять знания
Навыки	Отсутствие/фрагментарные навыки в решении задач	В целом успешные, но не систематические навыки в решении задач	В целом успешные, но содержащее отдельные пробелы навыки в решении задач	Успешные и систематические навыки в решении задач

V. Оценочные материалы для контроля формирования компетенций выпускников

Дисциплины базовой части

Философские вопросы естествознания

Семестр: 3

Зачетных единиц – 3

Общая трудоемкость – 108 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка 36 ч

Из них

Лекций – 36 ч

Семинаров -

Практических занятий -

Самостоятельная работа -72 ч

Форма промежуточной аттестации – экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	
УК-2	<p><u>Знать</u> основы философского понятийного аппарата и основные философские проблемы естествознания</p> <p><u>Уметь</u> выделять в научной проблематике связи философии и естествознания</p> <p><u>Владеть</u> основами современного философского мышления</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

2.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине:

I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Центральным понятием концепции Т. Куна является:

А) Научно-исследовательская программа

Б) Поисковая гипотеза

В) Парадигма

Г) Научная тема

2. Центральным понятием концепции И. Лакатоса является:

А) Научно-исследовательская программа

Б) Поисковая гипотеза

В) Парадигма

Г) Научная тема

3. Семантическая концепция истины А. Тарского используется в:

А) Конструктивном эмпиризме

Б) Научном реализме

В) Инструментализме

Г) Конвенционализме

4. Структурный реализм утверждает:

А) Соответствие математического формализма теории структуре реальности

Б) Соответствие теоретического объекта физическому объекту

В) Соответствие мысли познаваемому объекту

Г) Соответствие научных результатов общественным запросам.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	в	а	Б	а

II. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Вопрос: Что такое модель в метаматематике?

Ответ: Такая интерпретация теории, при которой все формулы теории являются истинными

2. Вопрос: Что такое модель в естественных науках?

Ответ: Такая репрезентация явления, которая отображает существенные для исследования характеристики явления

3. Вопрос: Что является критерием принятия научной теории в конструктивном эмпиризме?

Ответ: Эмпирическая адекватность теории.

4. Вопрос: допускает ли эпистемологический анархизм П. Фейерабенда существование методологических правил научного познания?

Ответ: Да, но только одного: «Всё дозволено».

Ключ к тесту

Номер вопроса	Правильный ответ
1	Такая интерпретация теории, при которой все формулы теории являются истинными
2	Такая репрезентация явления, которая отображает существенные для исследования характеристики явления
3	Эмпирическая адекватность теории.
4	Да, но только одного: «Всё дозволено».

III. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Сопоставьте аргументы с концепциями философии науки

А) Пессимистическая мета-индукция Б) Чудес не бывает В) Независимой наблюдаемости Г) Неосознанных альтернатив	1) Структурный реализм 2) Инструментализм 3) Экспериментальный реализм 4) Неоинструментализм 5) Научный реализм 6) Солипсизм
--	---

Ответ: А - 2, Б - 5, В - 3, Г - 4.

2. Сопоставьте методологические тезисы с концепциями

А) Тезис Дюгема - Куайна Б) Тезис о теоретической нагруженности В) Тезис о несоизмеримости теорий	1) Научный реализм 2) Философия научного экспериментирования 3) Исторический релятивизм 4) Фальсификационизм 5) Холизм
---	--

Ответ: А - 5, Б - 2, В - 3.

3. Сопоставьте понятия с концепциями

А) Верификация Б) Научная революция В) Принцип соответствия Г) Решающий эксперимент	1) Фальсификационизм 2) Конвенционализм 3) Научный реализм 4) Логический позитивизм 5) Экспериментальный реализм 6) Парадигмальная модель
--	--

Ответ: А - 4, Б - 6, В - 3, Г - 1.

4. Сопоставьте понятия с идеями

А) Дедукция Б) Интуиция Г) Абдукция	1) Фальсификационизм 2) Конвенционализм 3) Контекст открытия 4) Структурный реализм 5) Научный реализм
---	--

Ответ: А - 1, Б - 3, Г - 5.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	А - 2, Б - 5, В - 3, Г - 4	А - 5, Б - 2, В - 3	А - 4, Б - 6, В - 3, Г - 1	А - 1, Б - 3, Г - 5

IV. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Расположите в правильной последовательности этапы перехода от старой парадигмы к новой

- 1) Научная революция
- 2) Смена парадигм
- 3) Накопление аномалий
- 4) Кризис

Ответ: 3,4,1,2.

2. Расположите в правильной последовательности этапы развития научного реализма

- 1) Структурный реализм
- 2) Аргумент пессимистическая мета-индукция
- 3) Научный реализм
- 4) Конструктивный эмпиризм

Ответ: 3,2,4,1.

3. Расположите в правильной последовательности этапы развития науки по К. Попперу

- 1) Устранение ошибок
- 2) Проблема 1
- 3) Пробная теория
- 4) Проблема 2

Ответ: 2,3,1,4.

4. Расположите в правильной последовательности этапы развития познания в эволюционной эпистемологии.

- 1) Возникновение теории
- 2) Возникновение дескриптивного языка
- 3) Формирование критического метода
- 4) Конкуренция теорий
- 5) Вместо нас умирают наши теории

Ответ: 2,3,1,4,5.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	3,4,1,2	3,2,4,1	2,3,1,4	2,3,1,4,5

V. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных

1. Выделите аргументы, имеющие отношение к инструментализму.

- А) Эквивалентных теорий
- Б) Чудес не бывает
- В) Независимой наблюдаемости
- Г) Пессимистическая мета-индукция

2. Выделите критерии принятия модели

- А) Аналогия между моделью и влиянием

- Б) Подобие между моделью и явлением
- В) Взаимно-однозначное соответствие между моделью и явлением
- Г) Инсайт в понимании природы явления.

3. Выделите аргументы, характерные для экспериментального реализма.

- А) Аргумент неосознанных альтернатив
- Б) Аргумент независимой наблюдаемости
- В) Аргумент эквивалентных описаний
- Г) Манипулятивный аргумент

4. Тезис о теоретической нагруженности эксперимента основывается на:

- А) Теории работы прибора
- Б) Теории интерпретации явления
- В) Теории меж теоретических отношений
- Г) Теории суперструн.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	АГ	АБ	БГ	АБ

Разработчик ФОС: к.ф.н., Фурсов А.А.

История и методология физики

Семестр: 2

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка - 34 ч

Из них

Лекций – 34 ч

Семинаров -

Практических занятий -

Самостоятельная работа - 38 ч

Форма промежуточной аттестации – экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине:

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	
УК-1	<p><u>Знать</u> тенденции и перспективы развития современной ядерной физики, а также смежных областей физической науки</p> <p><u>Уметь</u> использовать аналитический аппарат методологии научного познания при оценке проблемной ситуации и последующей ее декомпозиции на отдельные задачи</p> <p><u>Владеть</u> навыками методологического анализа научного исследования и его результатов</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

2.1. Типовые контрольные задания

2.1.1 Примеры вариантов вопросов теста

1. Физика Аристотеля предполагает:

- а) Конечность мира, дискретность пространства, изотропность пространства, геоцентризм.
- б) Существование атомов и пустоты.
- в) Конечность мира, непрерывность пространства, анизотропность пространства, геоцентризм.
- г) Бесконечность мира, непрерывность пространства, анизотропность пространства, гелиоцентризм.

2. Гелиоцентрическая система мира впервые была предложена:

- а) Н. Коперником.
- б) Т. Браге.
- в) Г. Галилеем.
- г) Аристархом Самосским.

3. Физика Ньютона предполагает:

- а) Абсолютность пространства, абсолютность времени, невозможность действия на расстоянии, существование пустоты.
- б) Абсолютность пространства, абсолютность времени, дальноедействие, существование пустоты.
- в) Абсолютность пространства, относительность времени, дальноедействие, существование пустоты.
- г) Абсолютность пространства, абсолютность времени, дальноедействие, отсутствие пустоты.

4. В методологии физики логического позитивизма эмпирические законы:

- а) Дедуктивно выводимы из теоретических.
- б) Никак не связаны с теоретическими законами.
- в) Являются индуктивным основанием для выведения теоретических законов.
- г) Не нужны для физики.

5. Примером использования тезиса Дюгема – Куайна в методологии физики НЕ является:

- а) Эксперименты Майкельсона – Морли.
- б) Гипотеза нейтрино.
- в) Открытие Нептуна.
- г) Бесконечность продольных волн в эфире.

6. Научный реализм утверждает:

- а) Конвергенцию физических теорий к истине, объективность физической реальности, фиктивность теоретических объектов.
- б) Конвергенцию физических теорий к истине, объективность физической реальности, реальность теоретических объектов.
- в) Несоизмеримость научных теорий, объективность физической реальности.
- г) Несоизмеримость научных теорий, субъективность физической реальности.

7. Маркером кризиса физики конца 19 – начала 20 века НЕ является:

- а) Излучение абсолютно черного тела.

- б) Противоречие между классической механикой и электродинамикой.
- в) Отсутствие «эфирного ветра».
- г) Измерение А. Эйнштейном числа Авогадро.

8. Копенгагенская интерпретация квантовой механики утверждает:

- а) Состояние квантовой системы существует независимо от измерения, вероятностное описание состояния отдельной элементарной частицы является принципиальным постулатом квантовой механики, квантовая механика является полной теорией.
- б) Состояние квантовой системы не существует независимо от измерения, вероятностное описание состояния отдельной элементарной частицы является принципиальным постулатом квантовой механики, квантовая механика является полной теорией.
- в) Состояние квантовой системы существует независимо от измерения, вероятностное описание состояния отдельной элементарной частицы является принципиальным постулатом квантовой механики, квантовая механика является неполной теорией.
- г) Состояние квантовой системы не существует независимо от измерения, вероятностное описание состояния отдельной элементарной частицы является следствием нашего незнания скрытых параметров, квантовая механика является полной теорией.

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8
Правильный ответ	в	г	Б	а	а	б	г	б

Разработчик ФОС: к.ф.н., Фурсов А.А.

Современные проблемы физики

Семестры – 1 и 2

Зачетных единиц – 4

Общая трудоемкость – 144 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 70 ч

Лекций – 35 ч

Семинаров – 35 ч

Часов самостоятельная работа студента – 74 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет (1 семестр) и зачет (2 семестр)

1. Результаты обучения по дисциплине:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	<p><u>Знать</u> достижения современной ядерной физики в разрезе междисциплинарного научного развития</p> <p><u>Уметь</u> применять современные достижения естествознания при анализе и постановке научных задач</p> <p><u>Владеть</u> методами анализа и синтеза современных научных междисциплинарных результатов при проведении профильных научных исследований</p>
ОПК-5	<p><u>Знать</u> тенденции и перспективы развития современной ядерной физики, а также смежных областей науки и техники</p> <p><u>Уметь</u> использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в области современной ядерной физики при постановке научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> навыками научно-инновационного прогнозирования при решении исследовательских задач в области современной ядерной физики.</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в области фундаментальной и прикладной ядерной физики.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления фундаментальной и прикладной ядерной физики, создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей, определять их недостатки и несоответствия.</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

2.1. Современная нейтронография

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Характеристика		Метод	
А	Структура нанонеоднородностей	1	Нейтронная дифракция
Б	Спектр фононных возбуждений в кристалле	2	Малоугловое рассеяние нейтронов
В	Структура кристаллов	3	Нейтронная рефлектометрия
Г	Структура плоских поверхностей и границ раздела определяются	4	Неупругое рассеяние нейтронов

КЛЮЧ: А-2, Б-4, В-1, Г-3

Компетенции	МПК-1
-------------	-------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. В рамках стационарного подхода для решения задачи рассеяния неподвижным силовым центром – потенциалом конечного радиуса $V(r)$ т.е. для получения измеряемой величины – дифференциального сечения рассеяния установите правильный порядок действий:

1. Построить гамильтониан;
2. Выразить амплитуду рассеяния через потенциал и волновую функцию рассеяния;
3. Получить выражение для функции Грина свободной частицы и ее асимптотику на больших расстояниях;
4. записать выражение для граничных условий на больших расстояниях;
5. записать интегральное уравнение Липпмана-Швингера для волновой функции рассеяния;
6. записать стационарное уравнение Шредингера для волновой функции;
7. выразить дифференциальное сечение как отношение потоков

ОТВЕТ: 1, 6, 4, 5, 3, 2, 7

Компетенции	МПК-1
-------------	-------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Тепловые нейтроны имеют энергию:

- а) ~100 МэВ
- б) ~10 эВ
- в) ~10 мэВ
- г) ~0.1 мэВ

2. Время жизни нейтрона в несвязанном состоянии составляет:

- а) 1 мс
- б) 5.65 с
- в) 103.44 с
- г) 886 с

3. После замедлителя с $T = 300$ К максимум энергетического спектра пучка тепловых нейтронов приходится на энергию 25.3 мэВ. Соответствующая длина волны равна:

- а) 0.18 нм
- б) 1.18 нм
- в) 10.18 нм
- г) 100.18 нм

4. В каком году впервые наблюдалась дифракция нейтронов?

- а) 1912
- б) 1927
- в) 1936
- г) 1946

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	в	Г	а	в
Компетенции	МПК-1	МПК-1	ОПК-1	ОПК-5

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какие современные источники и методики используются для исследования кристаллической структуры?

- а) дифракция рентгеновских излучения;
- б) малоугловое рассеяние нейтронов;
- в) нейтронная рефлектометрия;
- г) нейтронная дифракция;
- д) малоугловое рассеяние синхротронного излучения;

Ключ к тесту: а г

Компетенции	ОПК-3
-------------	-------

Обоснование:

Методика исследования кристаллической структуры основана на явлении дифракции на плоскостях кристаллической решетки при рассеянии различных типов излучений, описываемого формулой Вульфа-Брэгга

$$2d\sin\alpha = \lambda,$$

λ – длина волны рассеиваемого излучения; α – угол рассеяния, d – межплоскостное расстояние.

Эти методики реализуются с использованием как рентгеновского излучения, так и нейтронных пучков низких энергий, имеющих необходимую длину волны соизмеримую с межплоскостными расстояниями.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Получить формулу для эффективности регистрации тепловых нейтронов с произвольной длиной волны λ в газовом детекторе, заполненном ^3He . Задано: калибровочное сечение поглощения ядром ^3He , σ_{a0} , при длине волны нейтронов λ_0 ; давление газа p , заданное в атмосферах $p[\text{атм.}]$; рабочая толщина детекторного газа d .

Ответ:

Компетенции	ОПК-3
-------------	-------

Ослабление пучка за счет поглощения:

$$T = \exp(-S_a d),$$

где S_a – макроскопическое сечение поглощения.

Вероятность поглощения на длине d , или эффективность регистрации:

$$h = 1 - T = 1 - \exp(-S_a d)$$

Из уравнения состояния идеального газа концентрация атомов ${}^3\text{He}$ n пропорциональна давлению p , отсюда:

$$h = 1 - T = 1 - \exp(-p[\text{атм.}]S_{a,\text{norm}}d),$$

где $S_{a,\text{norm}} = n_0\sigma_a$ – макроскопическое сечение поглощения при нормальном давлении (концентрация согласно закону Авогадро $n_0 = N_a/22.4138$ л). Для нахождения σ_a используем закон для зависимости сечения поглощения тепловых нейтронов ($E \sim 10$ мэВ) от скорости:

$$\sigma_a \sim 1/v$$

Согласно формуле де Бройля:

$$\lambda \sim 1/v$$

Составляя пропорцию, получаем:

$$\sigma_a = (\lambda/\lambda_0)\sigma_{a0}$$

В итоге:

$$h = 1 - \exp(-p[\text{атм.}]n_0(\sigma_{a0}\lambda/\lambda_0)d)$$

2.2. Современные модели атомных ядер

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	Каковы условия применимости модели аксиального ротатора для описания спектра низколежащих	1	$E(4^+_{1})/E(2^+_{1}) \gg 2$

	состояний четно-четных ядер?		
Б	Каковы условия применимости модели гармонического осциллятора для описания спектра низколежащих состояний четно-четных ядер?	2	$E(4^+_1) \gg E(2^+_2)$ $E(0^+_2) \gg E(4^+_1)$
В	Каковы условия применимости модели неаксиального ротатора ($\gamma=30$ град) для описания спектра низколежащих состояний четно-четных ядер?	3	$E(4^+_1)/E(2^+_1) = 10/3$

КЛЮЧ: А-3, Б-1, В-2

Компетенции	ОПК-3
-------------	-------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Установить правильный порядок действий для вывода гамильтониана модели независимых квазичастиц:

1. Из общего гамильтониана оболочечной модели ядра выделить гамильтониан независимых частиц и парное взаимодействие нуклонов; ;
2. Исключить из гамильтониана слагаемые, описывающие взаимодействие квазичастиц;
3. Используя условие нормировки u - v коэффициентов, получить уравнение для "энергетической щели";

4. Получить выражение для гамильтониана с парным взаимодействием в терминах операторов квазичастиц;
5. С помощью u - v преобразования выразить в гамильтониане операторы рождения и уничтожения частиц через операторы рождения и уничтожения квазичастиц;
6. Получить условие диагонализации гамильтониана, не содержащего взаимодействие квазичастиц;
7. Получить выражение для энергии квазичастиц.

ОТВЕТ: 1, 5, 4, 2, 6, 3, 7

Компетенции	МПК-1
-------------	-------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Что является причиной того, что состав наиболее стабильных ядер характеризуется определенными числами протонов и нейтронов?

- а) большая величина параметра диффузности поверхности ядра;
- б) сильное спин-орбитальное взаимодействие;
- в) уменьшение глубины потенциала ядра в его центре;
- г) определенное значение радиуса ядра

2. Как зависит радиус ядра R от числа нуклонов A ?

- а) $R = 1.2 \text{ фм} \times A$;
- б) $R = 1.2 \text{ фм} \times A^{2/3}$;
- в) $R = 1.2 \text{ фм} \times A^{1/3}$;
- г) $R = 1.2 \text{ фм} \times A(A-1)$;

3. Как зависит от нуклонного состава ядра энергия симметрии в выражении для энергии связи ядра?

- а) $-(N-Z)^2/A$;
- б) $-|N-Z|/A$;
- в) $-(N-Z)^2/A^2$;
- г) $-(N-Z)/A^2$

4. Как в модели ферми газа величина импульса Ферми k_F связана с плотностью нуклонов ρ в ядре?

- а) $\rho \sim k_F$;
- б) $\rho \sim k_F^2$;
- в) $\rho \sim k_F^3$;
- г) $\rho \sim k_F^{1.5}$

Ключ

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	б	В	а	в
Компетенции	МПК-1	ОПК-3	МПК-1	ОПК-3

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какой член в выражении для нуклон-нуклонного взаимодействия объясняет появление у дейтрона в основном состоянии квадрупольного момента?

- а) $\vec{s}_1 \cdot \vec{s}_2 V(r)$;
 б) $\vec{p}^2 V(r)$;
 в) $\vec{S} \cdot \vec{L} V(r)$;
 г) $\left[\frac{3(\vec{s}_1 \cdot \vec{r})(\vec{s}_2 \cdot \vec{r})}{r^2} - (\vec{s}_1 \cdot \vec{s}_2) \right] V(r)$;

Ключ: г

Компетенции	ОПК-5
-------------	-------

Обоснование:

Угловой момент и четность дейтрона в основном состоянии 1^+ . Такой угловой момент может быть получен в двух случаях: $S=1, L=0$ и $S=1, L=2$. Первая компонента является основной и необходима для объяснения энергии связи и радиуса дейтрона. Вторая компонента объясняет появление квадрупольного момента. Для того, чтобы в волновую функцию дейтона входили обе компоненты необходимо, чтобы взаимодействие нуклонов содержало нецентральное взаимодействие, которое смешивает компоненты с разными L . Таковым является выражение, приведенное в г).

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Найти спектр асимметричного ротатора при больших значениях углового момента.

Ответ:

Компетенции	МПК-1
-------------	-------

Будем рассматривать гамильтониан

$$H_{rot} = \frac{I_1^2}{2I_1} + \frac{I_2^2}{2I_2} + \frac{I_3^2}{2I_3}$$

предположив, что $I_1 > I_2 > I_3$. При больших значениях угловой момент I будет направлен вдоль оси с наибольшим моментом инерции, т.е. вдоль первой оси. В этом случае можно считать малыми флуктуации компоненты I относительно среднего значения I и полагать, что приближенно коммутатор $[I, I_2, I_3]$ пропорционален константе: $[I, I_2, I_3] = -iI_1 \approx -iI$. Удобно ввести операторы $I_{\pm} = I_2 \pm iI_3$ и $I_{-} = I_2 - iI_3$, тогда коммутатор

Это типично бозонное коммутационное соотношение. Поэтому мы можем ввести операторы $c^{\pm} = \frac{1}{\sqrt{2I}} I_{\pm}$.

Выраженный в терминах бозонных операторов гамильтониан H_{rot} имеет вид

$$H_{rot} = \frac{1}{2I_1} I^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2I_2} + \frac{1}{2I_3} - \frac{1}{I_1} \right) I$$

Этот гамильтониан можно диагонализировать с помощью линейного преобразования бозонных операторов $c^{\pm} = xb^{\pm} + yb^{\mp}$ и $c = xb + yb^{\dagger}$, где $x^2 - y^2 = 1$, а

В результате получаем

$$H_{rot} = \frac{1}{2I_1} I^2 + \hbar\omega$$

Спектр собственных значений H_{rot} имеет вид

$$E(I, n) = \frac{1}{2I_1} I^2 + \hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right).$$

Квантовое число n характеризует прецессию углового момента относительно первой оси. При малых амплитудах это гармонические колебания.

Разработчики ФОС: д.ф.- м.н. Авдеев М.В.,
д.ф.- м.н., профессор Джолос Р.В.

Общие вопросы преподавания физико-математических дисциплин

Семестр 3

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка 36 ч

Из них

Лекций – 36 ч

Семинаров -

Практических занятий -

Самостоятельная работа -36 ч

Форма промежуточной аттестации – зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	
ОПК-2	<p><u>Знать</u> принципы построения современного образовательного процесса в области ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> осуществлять педагогическую поддержку при выполнении обучающимися поставленных научно-образовательных задач в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками педагога при осуществлении научно-образовательного процесса в области современной ядерной физики</p>
ПК-5	<p><u>Знать</u> основные научные принципы и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике методы научных исследований в области современной ядерной физики в процессе образовательного сопровождения профильной учебной деятельности</p> <p><u>Владеть</u> методами педагогического сопровождения научно-исследовательской деятельности обучающихся младших курсов</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

2.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине:

I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных

- 1) Как расшифровывается аббревиатура ФГОС?
 - а) Федеральный городской обязательный стандарт
 - б) Федеральный государственный образовательный стандарт
 - в) Физический государственный образовательный стандарт
 - г) Федеральный государственный общий специалитет

- 2) Знание какого из этих документов НЕ требуется учителю в процессе преподавания физики?
- а) ФЗ «Об образовании»
 - б) Конституция РФ
 - в) Жилищный кодекс РФ
 - г) Примерная основная образовательная программа по физике
- 3) Каким ОБЯЗАТЕЛЬНО должен быть учебник, используемый в образовательном процессе в школе?
- а) Он должен входить в Федеральный перечень учебников
 - б) Он должен быть таким же, как тот, по которому учился педагог
 - в) Он должен содержать задачи олимпиадного уровня
 - г) Он должен содержать цветные картинки
- 4) Что из перечисленного является примером ПРОЕКТНОЙ работы ученика?
- а) Конспект параграфа учебника по физике
 - б) Решение задачи «со звездочкой»
 - в) Написание реферата по теме «Волновая оптика»
 - г) Построение модели реактивного двигателя

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	б	в	а	г
Компетенции	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5

II. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Вопрос: В чем разница между лекцией и семинаром?

Ответ: на лекции преподаватель излагает материал, а активность студентов сведена к минимуму, на семинаре - наоборот, активны в основном студенты, а преподаватель модерировать обсуждение материала.

2. Вопрос: Что такое демонстрационный эксперимент?

Ответ: эксперимент, который преподаватель демонстрирует студентам (обычно в рамках лекции) для лучшего понимания и усвоения темы занятия.

3. Вопрос: В чем разница между эмпирическим и теоретическим уровнями знания?

Ответ: эмпирический уровень - фиксация фактов (в наблюдениях, экспериментах и т.п.), теоретический уровень - объяснение имеющихся фактов, установление закономерностей.

4. Вопрос: Приведите типичные примеры форм итогового контроля в конце семестра

Ответ: зачет, экзамен

Ключ к тесту

Номер вопроса	Правильный ответ	Компетенции
1	на лекции преподаватель излагает материал, а активность студентов сведена к минимуму, на семинаре - наоборот, активны в основном студенты, а преподаватель модерирует обсуждение материала.	ОПК-2, ПК-5
2	эксперимент, который преподаватель демонстрирует студентам (обычно в рамках лекции) для лучшего понимания и усвоения темы занятия.	ОПК-2, ПК-5
3	эмпирический уровень - фиксация фактов (в наблюдениях, экспериментах и т.п.), теоретический уровень - объяснение имеющихся фактов, установление закономерностей	ОПК-2, ПК-5
4	зачет, экзамен	ОПК-2, ПК-5

III. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Сопоставьте три вопроса методики обучения физике и их содержание

А) Зачем учить? Б) Как учить? В) Чему учить	1) Методы, средства, формы обучения 2) Содержание обучения 3) Цели обучения
---	---

Ответ: А-3, Б-1, В-2.

2. Сопоставьте особенности проведения занятий с их формами

А) Изложение преподавателем большого объема нового материала Б) Студенты обсуждают пройденный материал, преподаватель задает вопросы и модерирует обсуждение В) Преподаватель контролирует освоение практических навыков студентами	1) Семинар 2) Практикум 3) Лекция
---	---

Ответ: А-3, Б-1, В-2

3. Сопоставьте примеры результатов обучения с типами результатов

<p>А) Ученик выучил второй закон Ньютона</p> <p>Б) Ученик понял, как связаны понятие производной в алгебре и понятие ускорения в классической механике</p> <p>В) Законы классической механики стали частью научного мировоззрения ученика</p>	<p>1) Личностные результаты (формирование личности ученика)</p> <p>2) Метапредметные результаты (понимание связей между разными предметами)</p> <p>3) Предметные результаты (знание предмета)</p>
---	---

Ответ: А-3, Б-2, В-1

4. Сопоставьте модели построения курса и их описание

<p>А) Линейная модель</p> <p>Б) Концентрическая модель</p> <p>В) Блочная модель</p>	<p>1) Темы курса излагаются последовательно, следующие темы вытекают из предыдущих</p> <p>2) Материал излагается независимыми друг от друга блоками, знание одних разделов не обязательно для усвоения других</p> <p>3) Материал излагается циклически, на новом круге происходит возврат к пройденным темам и их изложение на более сложном уровне</p>
---	---

Ответ: А-1, Б-3, В-2.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	А-3, Б-1, В-2	А-3, Б-1, В-2	А-3, Б-2, В-1	А-1, Б-3, В-2
Компетенции	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5

IV. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Расположите этапы лекции в правильной последовательности

- 1) Определение новых понятий и принципов
- 2) Формулировка темы лекции
- 3) Вывод физических закономерностей
- 4) Решение задач на основе сформулированных законов

Ответ: 2, 1, 3, 4

2. Расположите этапы подготовки преподавателя к семинарскому занятию в правильной последовательности

- 1) Подбор необходимого материала
- 2) Составление плана и конспекта семинара
- 3) Определение темы семинара

Ответ: 3, 1, 2

3. Расположите этапы становления образовательной системы в Европе в хронологическом порядке (от древних к новым)

- 1) Появление университетов
- 2) Появление Академий Наук
- 3) Отделение физических факультетов от философских
- 4) Появление модели «предпринимательского университета»

Ответ 1, 2, 3, 4

4. Расположите этапы подготовки и проведения оценочных мероприятий в правильном порядке

- 1) Подготовить вопросы и задания
- 2) Определить формы и методы контроля (устный опрос, тестирование, контрольная работа и т.п.)
- 3) Определить знания, умения и навыки, которые необходимо проверить
- 4) Подвести итоги оценочного мероприятия
- 5) Провести оценочное мероприятие

Ответ: 3, 2, 1, 5, 4

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	2, 1, 3, 4	3, 1, 2	1, 2, 3, 4	3, 2, 1, 5, 4
Компетенции	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5

V. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных

1. Что из этого относится к ПРАВАМ обучающегося?

- а) Выбор образовательной организации после достижения 18 лет
- б) Отсрочка от призыва на военную службу
- в) Самостоятельное проведение лекции
- г) Свобода выбора факультативных занятий

2. Что из перечисленного относится к ОБЯЗАННОСТЯМ обучающегося?

- а) Добросовестное освоение образовательной программы
- б) Использование академического отпуска
- в) Одновременное освоение нескольких образовательных программ
- г) Бережное отношение к имуществу организации

3. Что из перечисленного относится к ОБЯЗАННОСТЯМ педагога?

- а) Соблюдение требований профессиональной этики
- б) Систематическое повышение своего профессионального уровня
- в) Проведение демонстрационного эксперимента на каждой лекции
- г) Создание оригинальных авторских курсов

4. Выберите верные утверждения о формах проведения занятий в вузах:

- а) Преимущество лекции перед семинаром - необходимость преподавателя отвечать на большое количество вопросов студентов
- б) Преимуществом семинара по сравнению с лекцией является более эффективная обратная связь между студентом и преподавателем
- в) Семинар не предполагает предварительную самостоятельную работу студента
- г) Материал лекции усваивается лучше, если сопровождать лекцию демонстрационным экспериментом.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	абг	аг	аб	бг
Компетенции	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5	ОПК-2, ПК-5

Разработчик ФОС: д.ф.н. Печенкин А.А.

Иностранный язык для профессиональной коммуникации

Семестры 1-2

Зачетных единиц – 5

Общая трудоемкость – 180 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка 70 ч

Из них

Лекций -

Семинаров - 70 ч

Практических занятий -

Самостоятельная работа - 110 ч

Форма промежуточной аттестации – зачет (1 семестр), экзамен (2 семестр)

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

УК-5	<p><u>Знать</u> основные современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранном языках), используемые для академического и профессионального взаимодействия в области современной ядерной физики;</p> <p><u>Уметь</u> представлять результаты научной деятельности, с учетом специфики канала коммуникации</p> <p><u>Владеть</u> методами аргументированного и конструктивного представления научных результатов в академической и профессиональной среде</p>
------	--

2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

- для текущего контроля используется систематический письменный и устный опрос по изучаемым темам и тестирование;
- для совершенствования необходимых коммуникативных навыков предлагается выполнение устных и письменных заданий, подготовка и проведение презентаций на различные научные темы;
- студенты еженедельно получают домашние задания и отчитываются за выполнение заданий на аудиторных занятиях;
- в аудитории выполняется презентация прочитанного материала по подготовленному плану;
- презентация оценивается с точки зрения содержания и формы, соответствия стандартам академического стиля, грамматической и лексической корректности излагаемого;
- прослушиваются и оцениваются сообщения и беседы о прочитанной литературе по специальности на английском языке.
- прослушиваются и обсуждаются сообщения и беседы на общественно-политические темы по материалам журналов и газет на английском языке.

2.1 Примерные вопросы/задания для текущего контроля, проводимого в письменной форме:

1. Подготовить письменные переводы текста с английского на русский язык и с русского на английский язык;
2. Ответить на вопросы к прочитанному тексту и сформулировать основные тезисы автора;
3. Составить план реферирования текста;
4. Представить устное реферирование текста;

5. Представить доклад на профессиональную тему.

2.2 Примерные вопросы/задания для текущего контроля, проводимого в устной форме:

1. Сделать презентацию доклада по специальности;
2. Принять участие в обсуждении специальных профессиональных проблем.

2.3 Пример заданий для текущего контроля знаний

I. Прочитать текст и ответить на вопросы теста выбором одного верного ответа из предложенных

Reading 1

The atom

The ancient Greeks coined the term *atomos*, meaning the smallest possible separation of matter. In ancient times, both the Greeks and Indians had philosophised about the existence of the atom but, as mentioned in unit 6, it was first hypothesised scientifically by the British chemist John Dalton (1766-1844) in the early years of the 19th century, when he suggested it was the smallest particle that could exist. Since then, smaller subatomic particles have been discovered and the part they play as the basic building blocks of the universe is clear. We now know that atoms are made up of differing numbers of electrons, neutrons and protons, and these too are made up of even smaller particles.

Dalton's theory about atoms was not immediately accepted by chemists, though one reason for this was Dalton's well-known carelessness in experimental procedures. However, we know now that Dalton was correct in almost everything he said in his theory of the atom. He described an atom, even though he had never seen one, as a particle that cannot change its nature. It could, he observed, combine with the atoms of other chemical elements to create a compound. Almost a century later the first subatomic particles were discovered. By the 1930s, physicists were working with new ideas which allowed them to investigate the parts of the atom in great detail. In turn, these developments helped them to develop quantum mechanics — the basis of both modern chemistry and physics.

In chemistry, the atom is the smallest part of an element that can still be recognised. An example will explain best of all. Each element is identified by the number of protons it has. An atom of carbon has six protons. Those six protons without the neutrons and electrons, or the electrons without the other subatomic particles are simply subatomic particles; they are not carbon. A carbon atom can be combined with two atoms of oxygen to give the compound carbon dioxide, or CO₂. It is this difference in the number of subatomic particles that makes one atom different from another.

Subatomic particles also have another purpose. If there is the same number of electrons and protons in the atom, then the atom will be electronically neutral. A difference between the two means the atom has an electrical charge, in other words, it produces electricity. This electricity means the electrons can become attracted to each other. In this way, atoms can bond together to form molecules, and when enough molecules are joined together we have matter that we can see.

The most recent theories of the origins of the universe say that all the atoms in the universe were formed in the first few minutes of the universe coming into existence. The most common element is the simplest, hydrogen, which has the atomic number 1. Seventy-five per cent of all atoms are hydrogen atoms. The next most simple is the next most common, helium, atomic number 2 making twenty-four per cent of all atoms. All the other atoms add up to just one per cent of everything that exists in the universe.

1. Dalton believed the atom to be
A. an element.

- B. made of smaller particles.
 C. the smallest possible particle.
 D. his own idea.
2. Dalton's theories were
 A. generally accepted.
 B. not tested very carefully.
 C. accepted at once.
 D. not correct.
3. The number of protons in an element
 A. is the same as the number of electrons.
 B. is always six.
 C. never changes.
 D. characterises the element.
4. Electrons help
 A. protons to form elements.
 B. atoms to be neutral.
 C. molecules to become atoms.
 D. atoms to form molecules.
5. Hydrogen is
 A. the simplest atom there is.
 B. present in all atoms.
 C. the oldest atom.
 D. as common as helium.

Ключ к тесту:

Номер вопроса	1	2	3	4	5
Правильный ответ	c	b	d	d	a

Reading 2

Exploration for oil

Exploration for oil around the Scottish shores has become a very big industry. This is an account of how oil is extracted from beneath the North Sea.

To get the oil out, four production platforms will be used: huge structures, three made of concrete and one of steel, designed to work for 25 years or more. Instead of floating, they are planted firmly on the sea bed and designed to stand up to the worst of sea and weather. From each platform a series of holes is drilled, some going almost straight down, others drilled at an angle away from the platform so that a large volume of oil can be extracted. The oil does not lie there like a great swimming pool full of black liquid, it is trapped in small spaces between the porous rocks. To get as much as possible out many separate holes have to be drilled.

Each platform has accommodation for 90 people. The life is tough, the work heavy and difficult, and the hours long. No alcohol is allowed on the platforms but the food is good and there is plenty of it, a necessity for men who work hard all day in cold wet conditions. The living quarters are comfortable, but far from luxurious, and the noise is continuous.

Read the text and choose the correct answer.

1. What constructions are used to extract oil?
 - A. 4 floating production platforms
 - B. 3 floating and 1 stable platforms
 - C. 4 concrete stable platforms
 - D. 4 stable production platforms

2. Where is oil?
 - A. by the sea, on the coast
 - B. floating on the sea surface
 - C. trapped between the rocks in the sea
 - D. lying under water like a swimming pool

3. To get much oil it is necessary to:
 - A. drill one deep hole
 - B. drill a series of holes
 - C. drill many holes going straight down
 - D. drill a hole at an angle from the platform

Ключ к тесту:

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	d	c	b

II. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Заполните пропуск корректной формой глагола to rotate в предложении "The Earth _____ around the Sun."

Ответ: rotates

2. Заполните пропуск корректной формой глагола to use в предложении "Can I borrow your tablet? Or _____ it?"

Ответ: are you using

3. Заполните пропуск корректной формой глагола to build в предложении "The new laboratory _____ two years ago."

Ответ: was built

4. Заполните пропуск корректной формой глагола to forget в предложении “He realized he _____ to back up the database when the system failed.”

Ответ: had forgotten

5. Заполните пропуск корректной сравнительной формой прилагательного easy в предложении “The new programming language turned out to be _____ than I expected.”

Ответ: easier

Ключ к тесту

Номер вопроса	Правильный ответ
1	rotates
2	are you using
3	was built
4	had forgotten
5	easier

III. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Соотнесите каждый термин из Column 1 (1–7) с наиболее подходящим описанием из Column 2 (A–J). Три описания останутся лишними.

Column 1 (Terms):	Column 2 (Descriptions):
1) Nuclear fission	A. A process where light atomic nuclei combine to form a heavier nucleus, releasing energy (e.g., in the Sun).
2) Nuclear fusion	B. The time required for half of the radioactive atoms in a sample to decay.
3) Radioactive decay	C. The splitting of a heavy atomic nucleus into lighter nuclei, releasing energy and neutrons.
4) Chain reaction	D. A self-sustaining series of nuclear reactions where neutrons from one fission trigger further fissions.
5) Half-life	E. The process by which an unstable atomic nucleus loses energy by emitting radiation.
6) Isotope	F. A material used to slow down neutrons in a nuclear reactor to increase the likelihood of fission.
7) Neutron moderation	

	<p>G. Atoms of the same element with different numbers of neutrons.</p> <p>H. The force that holds protons and neutrons together in the nucleus.</p> <p>I. A device that controls the rate of a nuclear chain reaction by absorbing excess neutrons.</p> <p>J. The minimum amount of fissile material needed to maintain a nuclear chain reaction.</p>
--	--

Ключ для проверки (правильный ответ): 1 – C, 2 – A, 3 – E, 4 – D, 5 – B, 6 – G, 7 – F

2. Соотнесите каждую частицу из Column 1 (1–5) с её характеристиками из Column 2 (A–H). Три описания останутся лишними.

<p>Column 1 (Particles):</p> <p>1) Proton</p> <p>2) Neutron</p> <p>3) Electron</p> <p>4) Alpha particle</p> <p>5) Beta particle</p>	<p>Column 2 (Properties):</p> <p>A. Consists of two protons and two neutrons; emitted during certain types of radioactive decay.</p> <p>B. Negatively charged particle orbiting the nucleus.</p> <p>C. Positively charged particle found in the atomic nucleus.</p> <p>D. Neutral particle found in the atomic nucleus.</p> <p>E. High-energy electron emitted from the nucleus during beta decay.</p> <p>F. Particle with the largest mass among the listed ones.</p> <p>G. Particle that can penetrate several millimeters of aluminum.</p> <p>H. Particle with a charge of +2e.</p>
---	--

Ключ для проверки (правильный ответ): 1 – C, 2 – D, 3 – B, 4 – A, 5 – E

3. Соотнесите каждое понятие из Column 1 (1–6) с его применением/описанием из Column 2 (A–I). Три описания останутся лишними.

<p>Column 1 (Technologies/Concepts):</p>	<p>Column 2 (Applications/Descriptions):</p> <p>A. Method to determine the age of ancient objects using the decay</p>
--	---

1) Nuclear reactor	of radioactive isotopes.
2) Geiger counter	B. Device used to detect and measure ionizing radiation.
3) Radioisotope dating	C. Process of increasing the proportion of U- 235 for use in reactors or weapons.
4) Radiation therapy	D. Facility where controlled nuclear fission produces heat for electricity generation.
5) Enrichment (uranium)	E. Use of targeted radiation to destroy cancer cells.
6) Shielding (nuclear)	F. Material (e.g., lead, concrete) used to absorb radiation and protect people.
	G. Process of converting nuclear energy directly into electrical energy.
	H. Method to monitor neutron flux in a reactor core.
	I. Technique to stabilize nuclear waste for long- term storage.

Ключ для проверки (правильный ответ): 1 – D, 2 – B, 3 – A, 4 – E, 5 – C, 6 – F

Ключ к тесту:

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	1 – C, 2 – A, 3 – E, 4 – D, 5 – B, 6 – G, 7 – F	1 – C, 2 – D, 3 – B, 4 – A, 5 – E	1 – D, 2 – B, 3 – A, 4 – E, 5 – C, 6 – F

IV. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Расположите нижеприведённые этапы (A–E) процесса кипения воды в правильной последовательности — от холодной воды до полного кипения. Запишите ответ в виде цепочки букв (например, A - C - B - E - D).

Stages (Этапы):

- A. Small bubbles appear at the bottom and sides of the pot.
- B. Water temperature reaches 100 °C (at sea level).
- C. Water is at room temperature (about 20 °C).
- D. Large bubbles rise quickly to the surface; steam is visible.

E. Water gradually warms up; you can see slight movement near the bottom.

Ключ для проверки (правильный ответ):

C - E - A - B - D

2. Расположите нижеприведённые этапы (A–E) процесса выработки электроэнергии на АЭС в правильной последовательности — от ядерного распада до готовой электроэнергии. Запишите ответ в виде цепочки букв (например, *A - B - D - E - C*).

Stages (Этапы):

- A. Steam turns the turbine, which spins a generator.
- B. Control rods regulate the rate of nuclear fission.
- C. The generator produces electricity.
- D. Nuclear fission releases heat, which boils water to produce steam.
- E. Uranium atoms split in a controlled chain reaction.

Ключ для проверки (правильный ответ):

E - B - D - A - C

3. Расположите нижеприведённые этапы (A–F) процесса обнаружения радиоактивного распада с помощью счётчика Гейгера-Мюллера в правильной последовательности. Запишите ответ в виде цепочки букв (например, *A - C - B - F - D - E*).

Stages (Этапы):

- A. The detector converts ionized particles into electrical pulses.
- B. Radioactive material emits alpha, beta, or gamma radiation.
- C. The user reads the count rate on the display (e.g., counts per minute).
- D. The electrical pulses are amplified and counted by the instrument.
- E. Radiation enters the Geiger-Müller tube and ionizes the gas.

Ключ для проверки (правильный ответ):

B - E - A - D - C

Ключ к тесту:

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	<i>C - E - A - B - D</i>	<i>E - B - D - A - C</i>	<i>B - E - A - D - C</i>

Разработчик ФОС: ассистент Сагайдак Н.А.

Введение в ядерную астрофизику

Семестр – 2

Зачетных единиц – 3

Общая трудоемкость – 108 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 34 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 17 ч

Часов самостоятельная работа студента – 74 ч

Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	
ОПК-1	<p>Знать основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p>Уметь применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p>Владеть навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в области фундаментальной и прикладной ядерной физики в приложении к астрофизике.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления фундаментальной и прикладной ядерной физики в приложении к астрофизике, создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей в ядерной астрофизике, определять их недостатки и несоответствия.</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	Каковы условия протекания r-процесса?	1	Ядерное статистическое равновесие
Б	Каковы условия протекания s-процесса ?	2	Период захвата протона $t_p \ll$ периода β -распадов t_β

В	Каковы условия протекания р-процесса ?	3	Период захвата нейтрона $t_n \ll$ периода β -распадов t_β
Г	Каковы условия протекания е-процесса?	4	Период захвата нейтрона $t_n >$ периода β -распадов t_β

КЛЮЧ: А-3, Б-4, В-2, Г-1

Компетенции	ОПК-1, МПК-1
-------------	-----------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Установите правильный порядок основных эпох дозвёздного нуклеосинтеза:

1. Ядерные циклы в нуклеосинтезе;
2. Термодинамическое равновесие для нуклонов;
3. Замерзание дейтронов;
4. Отщепление нейтрино

ОТВЕТ: 2, 4, 3, 1

Компетенции	ОПК-1
-------------	-------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. - Рассмотрение дозвёздного нуклеосинтеза необходимо для объяснения происхождения |

1. всех химических элементов во Вселенной.
2. ${}^4\text{He}$ в
3. ядер с массовыми числами меньше 60
4. актинидов

2. - Уравнение Саха определено для

1. микроканонического ансамбля.
2. канонического ансамбля. В
3. большого канонического ансамбля.

3. - Если в природе присутствует не 3, а 4 типа нейтрино, то относительный объем ^4He

1. увеличится. В
2. останется неизменным.
3. Уменьшится.
4. исчезнет.

4. - Горение атомных ядер в Солнце

1. включает все ядерные циклы.
2. заканчивается при зажигании ^4He . В
3. заканчивается при зажигании ядер группы железа.
4. заканчивается синтезом актинидов

5. - Предел Чандрасекара – это

1. максимальная масса всех звезд.
2. максимальная масса нейтронных звезд.
3. максимальная масса белых карликов. В
4. максимальная масса красных гигантов.

6. - Гидростатическое горение атомных ядер в массивных звездах

1. заканчивается синтезом свинца и висмута
2. заканчивается при зажигании ^4He .
3. заканчивается синтезом ядер группы железа. В
4. заканчивается синтезом актинидов и сверхтяжелых.

7. - Атомные ядра наибольшей массы, синтезируемые в s-процессе, - это

1. свинец и висмут. В
2. ^4He .
3. ядра группы железа.
4. актиниды и сверхтяжелые.

8. - Атомные ядра наибольшей массы, синтезируемые в r-процессе, - это

1. свинец и висмут.
2. ^4He .
3. ядра группы железа.
4. актиниды и сверхтяжелые. В

9. - Осцилляции нейтрино – это

1. круговое движение нейтрино в магнитном поле Земли.
2. периодическое движение нейтрино в гравитационном поле Солнца .
3. изменение аромата нейтрино в зависимости от времени. В
4. периодическое движение нейтрино в электромагнитном поле атомных ядер.

10. - Проблема солнечных нейтрино – это

1. малые потоки солнечных нейтрино по сравнению с предсказаниями стандартной солнечной модели.
2. малые потоки электронных солнечных нейтрино по сравнению с предсказаниями стандартной солнечной модели. В
3. большие потоки солнечных нейтрино по сравнению с предсказаниями стандартной солнечной модели.
4. большие потоки электронных солнечных нейтрино по сравнению с предсказаниями стандартной солнечной модели.

11. - Предел Грайзена — Зацепина — Кузьмина определяет обрезание спектра в области предельно высоких энергий из-за рассеяния нуклонов на

1. реликтовом излучении В
2. космической пыли
3. магнитном поле галактик
4. звездах.

12. - С помощью процессов мультифрагментации атомных ядер можно исследовать

1. основное состояние атомных ядер.
2. фазовый переход жидкость-газ ядерной материи В
3. деление атомных ядер.
4. слияние атомных ядер.

13. - Какие космических лучи не являются первичными

1. солнечные нейтрино.
2. атмосферные нейтрино. В
3. нейтрино от взрыва сверхновых.
4. реликтовое излучение.

14. - Относительная распространенность в космических лучах атомных ядер массовыми числами больше 60

1. такая же как
2. выше чем В

3. ниже чем
в солнечной системе
4. отсутствует.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Правильный ответ	2	2	1	2	3	3	1	4	3	2	1	2	2	2
Компетенции	О П К- 1, МП К -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1	ОП К- 1, М ПК -1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Для распространенности химических элементов во Вселенной можно выделить N групп атомных ядер.

- а) $N=3$,
б) $N=4$;
в) $N=5$;
г) $N=6$;

Ключ к тесту: в г

Компетенции	ОПК-1, МПК-1
-------------	--------------

Обоснование:

Если рассматривать только стабильные ядра, то число групп $N=5$. Учёт группы актинидов приводит к $N=6$.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Скорость Хаббла H выражается через температуру T и число степеней свободы F , принятого равным $43/4$. Предполагая наличие нейтрино $4x$ видов (а не $3x$), $F_4 = 25/2$.

Как это повлияет на момент времени и температуру образования дейтерия? Как изменится распространенность ${}^4\text{He}$.

Компетенции	ОПК-1, МПК-1
-------------	--------------

Ответ:

- В превращениях протон \leftrightarrow нейтрон – $p\leftrightarrow n$ – участвует только электронное нейтрино (ν) и частота $R_{p\leftrightarrow n} = a_s T^5$ не зависит от полного числа ν . Параметр Хаббла $H = a\sqrt{F_4} T^2$ зависит от числа ν через число степеней свободы $F_3 = 43/4$ и $F_4 = 25/2$ для 3х и 4х ν , соответственно. Температура отщепления нейтрино ν определяется соотношением $R_{p\leftrightarrow n} = H$. Тогда для отношения соответствующих температур получаем $T_3/T_4 = (F_4/F_3)^{1/6} \approx 1.025$, что приводит к увеличению числа нейтронов и ${}^4\text{He}$ на 3%. Здесь учтено, что в точке замерзания слабых взаимодействия T_f отношение числа нейтронов к протонам дано соотношением $[n/p] = \exp\{-\Delta m_N/T_f\}$ с разностью масс нейтрона и протона $\Delta m_N \approx 1.294$ МэВ.
- Температура замерзания дейтрона не зависит от полного числа видов ν . Однако, параметр Хаббла в случае 4х ν больше, $H_4/H_3 = \sqrt{F_4/F_3} \approx 1.078$. В результате Вселенная достигает точки замерзания дейтрона быстрее и число свободных нейтронов распадается на 8% меньше. Таким образом во Вселенной с 4мя видами ν содержание ${}^4\text{He}$ на 11% больше, чем в случае 3х ν .

Разработчик: к.ф.-м.н., с.н.с. Кондратьев В.Н.

Дифракционная нейтронография

Семестр – 1
 Зачетных единиц – 2
 Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.
 Общая аудиторная нагрузка – 36 ч
 Лекций – 18 ч
 Семинаров – 18 ч
 Часов самостоятельная работа студента - 36 ч
 Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики и физики конденсированного состояния, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики и физики конденсированного состояния</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в области фундаментальной и прикладной ядерной физики в применении к дифракционной нейтронографии.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления фундаментальной и прикладной ядерной физики в применении к дифракционной нейтронографии., создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей, определять их недостатки и несоответствия.</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
A	При каком угле Брэгга будет наблюдаться дифракция нейтронов, если $d_{hkl} = 2 \text{ \AA}$ и $\lambda = 2 \text{ \AA}$?	1	$0 \leq \lambda \leq 4 \text{ \AA}$

Б	При каком угле Брэгга будет наблюдаться дифракция нейтронов, если $d_{hkl} = 0.5 \text{ \AA}$ и $\lambda = 2 \text{ \AA}$?	2	$\theta = 60^\circ$
В	В каком диапазоне длин волн будет наблюдаться дифракция нейтронов при угле Брэгга $\theta = 30^\circ$ на кристалле с кубической ячейкой, имеющей $a = 4 \text{ \AA}$.	3	$\theta = 30^\circ$
		4	Ни при каких

КЛЮЧ: А-3, Б-4, В-1

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Какова правильная последовательность расположения основных узлов нейтронного дифрактометра по времени пролета:

1. Импульсный источник нейтронов;
2. Детектор;
3. Платформа с образцом;
4. Коллиматор перед образцом;
5. Зеркальный нейтронотвод;
6. Фоновый прерыватель.

~~ОТВЕТ: 1, 6, 5, 3, 4, 2~~

Просьба учесть, что в этом ответе была опечатка

ОТВЕТ: 1, 6, 5, 4, 3, 2

Правильный ответ этот

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Сформулируйте три условия, необходимые для наблюдения дифракции излучения на кристалле.

1.1. Структура кристалла должна быть периодична, рассеянные волны должны быть когерентны, периоды структуры должны быть соизмеримы с длиной волны.

1.2. Структура кристалла должна быть периодична, рассеянные волны должны быть некогерентны, периоды структуры должны быть соизмеримы с длиной волны.

1.3. Структура кристалла должна быть периодична, рассеянные волны должны быть когерентны, периоды структуры должны быть много больше длины волны.

1.4. Структура кристалла должна быть периодична, рассеянные волны должны быть когерентны, периоды структуры должны быть много меньше длины волны.

2. Напишите формулу Брэгга-Вульфа

2.1. $2d \cdot \sin\theta = 2\lambda$

2.2. $2d \cdot \sin 2\theta = \lambda$

2.3. $2d \cdot \sin\theta = \lambda$

2.4. $4d \cdot \sin\theta = \lambda$

3. В чем заключается действие центра инверсии на координаты атомов?

3.1. Координаты циклически переставляются.

3.2. Координаты x и y меняются на обратные, z не меняется.

3.3. К координате z добавляется 1/2.

3.4. Все три координаты меняются на обратные.

4. Какого порядка бывают поворотные оси в кристаллах?

4.1. 1, 2, 3, 4

4.2. 1, 2, 3, 4, 6

4.3. 2, 3, 4, 6

4.4. 1, 2, 3, 4, 5, 6

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	1	3	4	2
Компетенции	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. В чем заключается влияние теплового движения атомов на дифракционную картину?

- а. Интенсивности дифракционных пиков уменьшаются.
- б. Интенсивности дифракционных пиков увеличиваются.
- в. Дифракционные пики уширяются.
- г. Интенсивности дифракционных пиков уменьшаются, а их ширина не меняется.

Ключ к тесту: а, г

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

Обоснование:

Влияние теплового движения атомов на дифракционную картину определяется фактором Дебая-Валлера. Этот фактор всегда меньше единицы, поэтому наличие теплового движения приводит к уменьшению интенсивности пиков. Поскольку дальний порядок в структуре кристалла тепловое движение в среднем не нарушает, то ширина пиков не меняется.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Какие две основные поправки вводятся при переходе от интенсивностей дифракционных пиков к их структурным факторам и как они рассчитываются?

Ответ:

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

При переходе от интенсивностей дифракционных пиков к их структурным факторам вводятся поправки на поглощение и экстинкцию. Оба эффекта приводят к уменьшению интенсивности пиков вследствие постепенного выбывания уменьшения потока излучения по мере углубления

в образец и для корректного определения структурных факторов их следует учесть. Для учета эффекта поглощения надо знать полное сечение взаимодействия излучения с образцом и форму образца. В случае регулярной формы образца, например, сферы, цилиндра или плоскопараллельной пластины, для определения фактора поглощения можно воспользоваться справочными таблицами. В случае нерегулярной формы образца следует рассчитать интеграл по его объему от экспоненты с показателем, включающем линейный коэффициент ослабления. Для учета эффекта экстинкции следует воспользоваться формулами Беккера-Коппенса, включенными в стандартные программы обработки дифракционных данных по методу Ритвельда.

Разработчик: д.ф.-м.н., А.М. Балагуров

Математическое моделирование в биофизике

Семестр – 3
 Зачетных единиц – 2
 Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.
 Общая аудиторная нагрузка – 36 ч
 Лекций – 18 ч
 Семинаров – 18 ч
 Часов самостоятельная работа студента - 36 ч
 Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4	<p><u>Знать</u> типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в области современной физики конденсированного состояния</p> <p><u>Уметь</u> использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной деятельности в области современной физики конденсированного состояния</p> <p><u>Владеть</u> методами научного моделирования при решении поставленных исследовательских задач с использованием современных информационных технологий</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> численные методы, используемые в биофизике, и основные способы их реализации.</p> <p><u>Уметь</u> воплощать численные методы решения задач и описания явлений с помощью языков программирования и иных средств.</p> <p><u>Владеть</u> навыками использования математики и программирования, достаточными для успешного применения различных методов моделирования.</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения:

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача	Формула условия
--------------------	-----------------

А	Каковы условия применимости жидкостной модели молекулярной динамики (МД) на потенциале Леннарда-Джонса с параметром σ для конечного радиуса межатомного взаимодействия d ?	1	$t^* \ll t, \sigma \ll d,$ $t^* \sim 1\phi c, d \sim 10\text{нм}$ $\sigma \sqrt{\frac{m}{\epsilon}} = t^*$
Б	Каковы условия применимости жидкостной модели молекулярной динамики (МД) на потенциале Леннарда-Джонса с параметрами σ, ϵ , характеристического времени t^* , для конечного радиуса межатомного взаимодействия d ?	2	$t \ll t^*, \sigma \gg d,$ $t^* \sim 1\phi c,$ $d \sim 10\text{нм}$ $\sigma \sqrt{\frac{m}{\epsilon}} = t^*$
В	Каковы условия применимости жидкостной модели молекулярной динамики (МД) на потенциале Леннарда-Джонса с параметрами σ и ϵ и характеристического времени t^* ?	3	$\sigma \ll d, d \sim 1\text{нм}$
		4	$t^* \ll t$

КЛЮЧ: А-3, Б-1, В-1

Компетенции	ОПК-4, МПК-3
-------------	--------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Что такое силовое поле в МД моделировании?

- а) алгоритм Верле;
- б) потенциалы межатомного взаимодействия;
- в) термостат Берендсена;
- г) термостат Нозе-Хувера.

2. В каком диапазоне колеблется характерное время событий в молекулярной динамике?

- а) 1 – 10 с;
- б) 10 – 20 с;
- в) 1 – 10 фс;
- г) 10 – 20 мс.

3. Команды в CONTROL, CONFIG, FIELD определяют?

- а) исходные параметры МД моделирования;
- б) исходные параметры Монте-Карло моделирования;
- в) исходные параметры моделирования ядерных реакций;
- г) исходные параметры моделирования плазмы.

4. Что определяет преимущественно конформацию (структурную организацию) макромолекул в традиционном (*conventional*) приближении МД моделирования?

- а) кванто-химическое перекрывание электронных волновых функций;
- б) ван-дер-ваальсовое взаимодействие между атомами;
- в) дальнедействующее кулоновское взаимодействие частиц;
- г) взаимодействие между электронными облаками атомов;

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	б	в	а	в
Компетенции	ОПК-4, МПК-3	ОПК-4, МПК-3	ОПК-4, МПК-3	ОПК-4, МПК-3

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. **Каковы условия применимости жидкостной модели молекулярной динамики (МД) на основе потенциала Леннарда-Джонса?**

Ответ:

Компетенции	ОПК-4, МПК-3
-------------	--------------

В жидкостной модели молекулярной динамики часто применяются феноменологические потенциалы межатомного взаимодействия. В частности используется потенциал Леннарда-Джонса, который в общем виде описывается формулой:

$$U(r) = 4\epsilon[(\sigma/r)^{12} - (\sigma/r)^6],$$

где:

- r — расстояние между центрами частиц;
- ϵ — глубина потенциальной ямы (минимальная энергия взаимодействия);
- σ — расстояние, на котором энергия взаимодействия становится равной нулю.

Условия применимости жидкостной модели молекулярной динамики на потенциале Леннарда-Джонса имеют следующий вид:

$$t^* \ll t, \quad t^* \sim 1 \text{ фс},$$

где $\sigma \sqrt{\frac{m}{\epsilon}} = t^*$ — характеристическое время

Если используется потенциал конечного радиуса d межатомного взаимодействия, то дополнительное условие:

$$\sigma \ll d, \quad d \sim 10 \text{ нм}$$

Разработчик: д.ф.-м.н., Холмуродов Х.Т.

Нейтронная оптика

Семестры – 2

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 34 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 17 ч

Часов самостоятельная работа студента - 38 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-2	<p><u>Знать</u> основные направления исследования в физике нейтронов и применения нейтронографии</p> <p><u>Уметь</u> пользоваться актуальными базами данных ядерной физики.</p> <p><u>Владеть</u> способностью анализировать данные и источники по ядерной физики и нейтронографии.</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения:

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	Нейтроны с какой энергией называют быстрыми?	1	$(1 - 100) \text{ эВ}$
Б	Нейтроны с какой энергией называют медленными?	2	$(10^{-2} - 10^{-1}) \text{ эВ}$
В	Нейтроны с какой энергией называют резонансными?	3	$> 0.1 \text{ МэВ}$
		4	$< 1 \text{ эВ}$

Ключ: А-3, Б-4, В-1

Компетенции	ПК-1, МПК-2
-------------	-------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

Для вычисления дифференциального сечения рассеяния медленных нейтронов на закрепленном ядре без спина установите правильный порядок действий:

1. записать стационарное уравнение Шредингера для волновой функции;
2. вычислить поток падающих нейтронов;
3. записать выражение для граничных условий на больших расстояниях;
4. записать асимптотику волновой функции для s-волны;
5. вычислить поток отраженных нейтронов;
6. выразить дифференциальное сечение как отношение потоков

Ответ: 1, 3, 4, 2, 5, 6

Компетенции	ПК-1
-------------	------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Как псевдо-потенциал Ферми зависит от взаимодействия нейтронов с веществом?

- а) Зависит от ядерной длины рассеяния.
- б) Зависит от энергии нейтронов.
- в) Зависит от массы вещества.
- г) Зависит от разности волновых векторов падающих и рассеянных нейтронов.

2. Как в борновском приближении сечение упругого рассеяния зависит от волновых векторов падающих и рассеянных нейтронов?

- а) Никак.
- б) От их разности.
- в) От их суммы.
- г) От их произведения.

3. Какое взаимодействие приводит к пространственному расщеплению нейтронного пучка на разные спиновые состояния?

- а) Взаимодействие Швингера.
- б) Нейтрон-электронное взаимодействие.
- в) Взаимодействие магнитного момента нейтрона с магнитным моментом электронной оболочки атома.
- г) Взаимодействие магнитного момента нейтрона с орбитальным моментом атомного ядра.

4. В чем отличие интерференционных процессов в каналах рассеянии медленных нейтронов: а) при скользящем падении (полное и зеркальное отражение, преломление нейтронных волн) и б) при дифракции?

- а) Нет разницы.
- б) В дифракции есть интерференция, в рассеянии при скользящем падении - нет.
- в) В обоих случаях интерференция происходит при условии Вульфа-Брега.
- г) При скользящем падении интерференция происходит в направлении первичного пучка, при дифракции происходит интерференция волн распространяющихся под некоторым углом к первичной волне.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	а	в	б	г
Компетенции	ПК-1, МПК-2	ПК-1, МПК-2	ПК-1, МПК-2	ПК-1, МПК-2

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

Какие выражения дают правильное соотношение амплитуды рассеяния f и длины ядерного рассеяния b в случае медленных нейтронов?

а) $\lim_{k \rightarrow 0} f = -b, b > 0$;

б) $\lim_{k \rightarrow 0} f = b, b$ – любое;

в) $\lim_{k \rightarrow 0} f = |b|$;

г) $\lim_{k \rightarrow 0} f = -b, b < 0$;

д) $\lim_{k \rightarrow 0} f = -b, b$ – любое.

Ключ к тесту: а г д

Компетенции	МПК-2
-------------	-------

Обоснование:

В фазовой теории рассеяния амплитуда рассеяния f медленных нейтронов (s -рассеяние) связана со сдвигом фазы рассеяния d_0 . При $k \rightarrow 0$ и малых d_0 длина рассеяния b определяется соотношением:

$$b = \lim_{k \rightarrow 0} f(k) = -\delta_0/k$$

Таким образом, длина рассеяния может как положительной, так и отрицательной.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

Определить условие унитарности для рассеяния нейтронов при скользющем падении на границу раздела сред при наличии поглощения?

Ответ:

Компетенции	ПК-1, МПК-2
-------------	-------------

Условие унитарности для рассеяния нейтронов при скользющем падении на границу раздела сред при наличии поглощения означает, что сумма потоков отраженных, преломленных и поглощенных нейтронных волн равна падающему потоку. Соответствующая формула имеет вид:

$$k_0 = k_0 R + k_1 T + k_0 A. \tag{1}$$

Она связывает коэффициенты отражения R , пропускания T и поглощения A . k_0, k_1 - волновые вектора падающих и рассеянных нейтронов, соответственно.

Для вычисления условия унитарности (1) надо, используя решения одномерного уравнения Шредингера, вычислить плотности потоков вероятностей для зеркального отражения и преломления нейтронных волн. Коэффициент поглощения A равен отношению поглощенного в среде потока J_a к падающему на поверхность потоку J_0 .

Условие унитарности (1) справедливо при условии идеальной бесконечной поверхности, когда имеется только два канала распространения нейтронов: зеркальное отражение и преломление.

Разработчик: д.ф.- м.н., проф., чл.- корр. РАН Аксенов В.Л.

Необратимые процессы в мягком веществе

Семестр – 3

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ПК-2	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики и физики конденсированного состояния, вычислительной математики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами и методами информационных технологий исследования при решении научных задач в области описания процессов в мягком веществе.</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные математические методы описания процессов в мягком веществе.</p> <p><u>Уметь</u> использовать основные методы для описания процессов в мягком веществе.</p> <p><u>Владеть</u> практическими умениями математики и программирования, необходимыми для успешного описания и анализа процессов в мягком веществе.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. В рамках традиционного подхода для решения задачи молекулярной динамики силовым центром – потенциалом конечного радиуса $V(r)$ т.е. для моделирования жидкостной системы Леннарда-Джонса установите правильный порядок действий:

1. Построить исходную ячейку кристалла, например, кубического «fcc-lattice»;
2. Генерировать новые значения ускорений и скоростей атомов;
3. Определить значения потенциальной энергии Леннарда-Джонса;
4. Определить межатомные расстояния;
5. Проверить выполнения периодичности граничных условий по межатомному взаимодействию;

6. Генерировать исходные скорости алгоритмом случайных чисел или распределением Максвеллом-Больцмана;
7. Генерировать новые значения координат атомов и проверить выполнения периодичности граничных условий по атомным координатам.

ОТВЕТ: 1, 6, 4, 5, 3, 2, 7

Компетенции	ПК-2, МПК-3
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Команды в CONTROL, CONFIG, FIELD определяют?

- а) исходные параметры МД моделирования;
- б) исходные параметры Монте-Карло моделирования;
- в) исходные параметры моделирования ядерных реакций;
- г) исходные параметры моделирования плазмы.

2. Что определяет преимущественно конформацию (структурную организацию) макромолекул в традиционном (*conventional*) приближении МД моделирования?

- а) кванто-химическое перекрытие электронных волновых функций;
- б) ван-дер-ваальсовое взаимодействие между атомами;
- в) дальнедействующее кулоновское взаимодействие частиц;
- г) взаимодействие между электронными облаками атомов;

3. Выберите показатель степенной зависимости рассеяния на полимерных гауссовых клубках (модель случайного блуждания):

- а) -1
- б) -2
- в) -3
- г) -4

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	а	в	г
Компетенции	ПК-2, МПК-3	ПК-2, МПК-3	ПК-2, МПК-3

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

По каким критериям возможно обрывать процесс минимизации?

- а) Число итераций N
- б) Модуль приращения функционала $\|S(P_{k+1})^2 - P(P_k)^2\| < \xi$
- в) $S(P)^2 \sim \chi^2_{m-n}$
- г) Время работы программы
- д) Норма приращения параметров $\|\Delta P\| < \xi$

Ключ к тесту: а, б, в, д.

Компетенции	ПК-2, МПК-3
-------------	-------------

Обоснование:

Норма приращения параметров $\|\Delta P\|$ - если процесс минимизации монотонный и быстро сходящийся, то как только эта величина станет меньше некоторого уровня, процесс можно обрывать.

Модуль приращения функционала $\|S(P_{k+1})^2 - P(P_k)^2\|$ - если процесс минимизации монотонный и быстро сходящийся, то как только эта величина станет меньше некоторого уровня, процесс можно обрывать.

Достижение $S(P)^2$ - значения $\sim \chi^2_{m-n}$ Критерий правильно срабатывает, если веса и модель регрессии в были заданы правильно.

Число итераций - для немонотонных и медленно сходящихся процессов это единственно надежный критерий, но вообще максимальное число итераций, которое может быть

использовано для минимизации, должно быть ограничено для любого процесса (во избежание бесконечного цикла).

Разработчик: д.ф.- м.н., Холмуродов Х.Т.

Основы теории ускорителей

Семестр – 1
 Зачетных единиц – 2
 Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.
 Общая аудиторная нагрузка – 36 ч
 Лекций – 18 ч
 Семинаров – 18 ч
 Часов самостоятельная работа студента - 36 ч
 Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-5	<p><u>Знать</u> достижения и научно-инновационный потенциал современной ядерной физики в разрезе междисциплинарного научного развития</p> <p><u>Уметь</u> применять современные достижения и научно-инновационный потенциал естествознания при анализе и постановке научных задач</p> <p><u>Владеть</u> методами анализа и синтеза современных научных междисциплинарных результатов при проведении профильных научных исследований</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> методы и модели, используемые в физике ускорителей.</p> <p><u>Уметь</u> применять известные методы и модели для количественного описания задач в физике ускорителей.</p> <p><u>Владеть</u> способностью анализировать результаты эксперимента</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача	Формула условия
--------------------	-----------------

А	Каково условие устойчивости поперечного движения в канале со знакопеременной фокусировкой при известных коэффициентах матрицы преобразования периода фокусировки?	1	$L = bl$
Б	Каково условие устойчивости поперечного движения при мягкой фокусировке?	2	$\left \frac{m_{11} + m_{22}}{2} \right \leq 1$
В	Каково условие синхронизма в структуре Видэроэ	3	$0 < n < 1$
		4	$L = bl/2$

КЛЮЧ: А-2, Б-3, В-4

Компетенции	МПК-1
-------------	-------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Для построения матрицы преобразования оптического элемента установите правильный порядок действий :

1. Записать уравнение движения;
2. рассчитать коэффициенты матрицы обратной к фундаментальной в нуле;
3. определить собственные вектора и собственные числа матрицы сил;
4. Линеаризовать уравнение движения и привести к виду $\frac{d\vec{X}}{ds} = A\vec{X}$;
5. Умножить фундаментальную матрицу системы на обратную;
6. . Построить фундаментальную матрицу системы.

ОТВЕТ: 1, 4, 3, 6, 2, 5

Компетенции	ОПК-5
-------------	-------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. К какому типу ускорителей относится каскадный генератор Кокрофта-Уолтона?

- а) Прямого действия
- б) Индукционный
- в) Высокочастотный резонансный
- г) Коллективный

2. Какой тип фокусировки пучка применялся в Синхрофазотроне ОИЯИ?

- а) Жесткая фокусировка
- б) Мягкая фокусировка
- в) Продольным магнитным полем
- г) Сеточная

3. Какой тип эксперимента реализуется на коллайдерах?

- а) На выведенном пучке
- б) На внутренней мишени
- в) На встречных пучках
- г) На космических лучах

4. Какой из методов охлаждения работает для электронных пучков?

- а) Радиационное
- б) Электронное
- в) Стохастическое
- г) Лазерное

5. Для ускорения каких частиц применяются микротроны?

- а) Ионов
- б) Электронов
- в) Антипротонов
- г) Мюонов

6. В соответствии с теоремой Лиувилля какая характеристика пучка является сохраняющейся величиной при движении во внешних электрических и магнитных полях?

- а) Эмиттанс
- б) Энергетический разброс
- в) Плотность частиц в фазовом пространстве
- г) Определитель матрицы моментов второго порядка функции распределения

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6
Правильный ответ	А	б	в	а	б	в
Компетенции	МПК-1	МПК-1	ОПК-5,	ОПК-5,	ОПК-5	МПК-1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов*в ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какой из ускорителей циклотрон или синхроциклотрон может работать в непрерывном режиме?

- а) Циклотрон
- б) Синхроциклотрон
- в) Одновременно а) и б)
- г) Ни тот и не другой

Ключ к тесту: а

Компетенции	ОПК-5,МПК-1
-------------	-------------

Обоснование:

В соответствии с классификацией Векслера, циклотрон это ускоритель с постоянным магнитным полем, увеличивающимся радиусом орбиты, постоянной частотой ускоряющего поля и постоянной кратностью ускорения, а синхротрон – ускоритель с увеличивающимся магнитным полем, постоянным радиусом орбиты, постоянной частотой ускоряющего поля и постоянной кратностью. Ввиду того, что магнитное поле и частота ускоряющего поля в циклотроне постоянны он может работать в непрерывном режиме. В синхротроне магнитное поле изменяется во время ускорения, следовательно режим работы – периодический.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

Написать уравнение и общее его решение в матричном виде для движения заряженной частицы в однородном магнитном поле.

Решение.

Компетенции	МПК-1
-------------	-------

Общее уравнение движения заряженной частицы в электромагнитном поле:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = e\vec{E} + \frac{e}{c}[\vec{V}, \vec{B}]$$

в случае однородного магнитного поля, в декартовой системе координат, приводится к следующей системе уравнений (поле направлено вдоль оси z):

$$\begin{cases} \frac{dp_x}{dt} = \frac{e}{c}V_z B, \\ \frac{dp_z}{dt} = -\frac{e}{c}V_x B, \\ \frac{dp_z}{dt} = 0. \end{cases}$$

С учетом того, что изменения энергии не происходит, т.е. $\gamma = const$, и, по определению, $\vec{p} = m\gamma\vec{V}$, для компонент импульса имеем:

$$\frac{dp_x}{dt} = m \frac{dV_x}{dt} = m \frac{d\gamma}{dt} V_x + m\gamma \frac{dV_x}{dt},$$

тогда

$$\begin{cases} m\gamma \frac{dV_x}{dt} = \frac{e}{c} V_z B \\ m\gamma \frac{dV_z}{dt} = -\frac{e}{c} V_x B \end{cases}.$$

Перейдем к независимой переменной – продольной координате s , и учитывая, что

$$V_x = \frac{dx}{dt}, \quad \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{ds} \frac{ds}{dt} = x' V,$$

получаем

$$\frac{dV_x}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{dx}{dt} = \frac{dx'}{ds} \frac{ds}{dt} V = x'' V^2,$$

После этого, система уравнений движения преобразуется к следующему виду:

$$\begin{cases} m\gamma x'' V^2 = \frac{e}{c} z' V B \\ m\gamma z'' V^2 = -\frac{e}{c} x' V B \end{cases},$$

Используя определение радиуса ларморовского вращения $\rho = -\frac{pc}{eB}$, получаем в окончательном виде систему уравнений для движения заряженной частицы в однородном магнитном поле:

$$\begin{cases} x'' = -\frac{z'}{\rho} \\ z'' = \frac{x'}{\rho} \end{cases}.$$

Определяя вектор поперечных координат частицы:

$$\vec{X} = \begin{pmatrix} x \\ x' \\ z \\ z' \end{pmatrix},$$

эту система можем записать в матричном виде:

$$\frac{d\bar{X}}{ds} = A\bar{X}$$

Матрица системы A строится из коэффициентов при соответствующих координатах:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{\rho} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{1}{\rho} & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Решением системы является

$$\bar{X}(s) = \bar{Y}_i e^{\lambda_i s},$$

где λ_i - собственное число матрицы A , а \bar{Y}_i - соответствующий ему собственный вектор, которые находятся из характеристического уравнения:

$$A\bar{Y} = \lambda\bar{Y}$$

В случае, когда матрица системы имеет 4 линейно независимых собственных вектора, общее решение системы можно записать в виде

$$\bar{X}(s) = C_1 \bar{Y}_1 e^{\lambda_1 s} + C_2 \bar{Y}_2 e^{\lambda_2 s} + C_3 \bar{Y}_3 e^{\lambda_3 s} + C_4 \bar{Y}_4 e^{\lambda_4 s},$$

где C_1-C_4 – постоянные, определяемые из начальных условий. При этом, некоторые из собственных чисел могут совпадать.

В матричной форме это можно переписать:

$$\bar{X}(s) = (\bar{Y}_1 e^{\lambda_1 s}, \bar{Y}_2 e^{\lambda_2 s}, \bar{Y}_3 e^{\lambda_3 s}, \bar{Y}_4 e^{\lambda_4 s}) \bar{C},$$

где \bar{C} – столбец, составленный из постоянных, а $(\bar{Y}_1 e^{\lambda_1 s}, \bar{Y}_2 e^{\lambda_2 s}, \bar{Y}_3 e^{\lambda_3 s}, \bar{Y}_4 e^{\lambda_4 s})$ - так называемая, фундаментальная матрица системы. Вектор постоянных определяется из начальных условий:

$$\bar{C} = (\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \bar{Y}_3, \bar{Y}_4)^{-1} \bar{X}_0$$

Разработчик: д.ф.- м.н., Трубников Г.В.

Основы физики ядерных реакций

Семестр – 2

Зачетных единиц – 3

Общая трудоемкость – 108 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 34 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 17 ч

Часов самостоятельная работа студента - 74 ч

Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> различные модели математического описания состояния и свойств ядер и ядерных реакций.</p> <p><u>Уметь</u> проводить модельные расчеты свойств атомных ядер и сечений ядерных реакций.</p> <p><u>Владеть</u> способностью оценивать характеристики явлений и качественно анализировать результаты.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
A	Сколько в среднем столкновений $\langle n \rangle$ с атомами тяжелого замедлителя $A \geq 12$ требуется, чтобы снизить кинетическую энергию нейтрона с K_0 до K	1	Нейтроны теряют свою энергию быстрее при столкновении с атомами тяжелых элементов

Б	Сколько в среднем столкновений $\langle n \rangle$ с атомами водорода требуется, чтобы снизить кинетическую энергию нейтрона с K_0 до K	2	$\langle n \rangle = \ln(K/K_0)$
В	При столкновении с какими атомами нейтроны теряют свою энергию наиболее быстро	3	$\langle n \rangle = (A/2)\ln(K/K_0)$
		4	Нейтроны теряют свою энергию наиболее быстро при столкновении с атомами водорода

КЛЮЧ: А-3, Б-2, В-4

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

В рамках кластерного подхода для решения задачи об альфа-распаде установите правильный порядок действий:

1. Записать зависящее от времени уравнение Шредингера для движения альфа-частицы в поле дочернего ядра, с начальным условием, что альфа-частица и дочернее ядро находятся в касательной конфигурации.
2. Рассчитать энергию взаимодействия альфа-кластера и дочернего ядра, как функцию относительного расстояния между их центрами.
3. Определить вероятность альфа-распада как произведение спектроскопического фактора и вероятности туннелирования альфа-частицы.
4. Определить вероятность нахождения альфа-частицы на поверхности дочернего ядра (спектроскопический фактор).
5. Используя метод Лапласа, определить мнимую часть энергии основного состояния я и, таким образом, определить вероятность туннелирования альфа-частицы.

6. Построить гамильтониан, описывающий относительное движение альфа-частицы и дочернего ядра.

ОТВЕТ: 2, 6, 4, 1, 5, 3

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Как определяется энергетический выход ядерной реакции.

а: Энергетический выход (Q-реакции) определяется разностью суммарных энергий покоя частиц до реакции и после нее.

б: Энергетический выход определяется температурой реакции.

в: Энергетический выход — это энергия, которую нужно сообщить исходным частицам, чтобы реакция произошла.

г: Энергетический выход — это кинетическая энергия исходных частиц.

2. Как определяется сечение реакции.

а: Сечение реакции — это количество провзаимодействовавших частиц, вылетающих из мишени.

б: Сечение реакции — это скорость протекания ядерной реакции.

в: Сечение реакции определяется отношением числа событий данного типа в единицу времени на одно ядро мишени к числу частиц, падающих в единицу времени на единицу поверхности.

г: Сечение реакции — это геометрическая площадь ядра мишени.

3. Каковы по порядку величины характерные времена протекания ядерных (сильных), электромагнитных, и слабых процессов.

а: Характерные времена протекания сильных процессов 10^{-10} сек, электромагнитных 10^{-23} сек, слабых 10^{-19} сек.

б: Характерные времена протекания сильных процессов 10^{-23} сек, электромагнитных 10^{-19} сек, слабых 10^{-10} сек.

в: Характерные времена протекания сильных процессов 10^{-19} сек, электромагнитных 10^{-10} сек, слабых 10^{-23} сек.

г: Характерные времена протекания сильных процессов 10^{-19} сек, электромагнитных 10^{-23} сек, слабых 10^{-23} сек.

4. Как изменение энергии альфа-частиц влияет на период полураспада радиоактивного ядра в соответствии с законом Гейгера-Неттолла.

- а:** Чем выше энергия альфа-частицы, тем дольше период полураспада.
- б:** Энергия альфа-частиц не влияет на период полураспада.
- в:** Период полураспада зависит только от заряда ядра, а не от энергии альфа-частиц.
- г:** Чем выше энергия альфа-частицы, тем короче период полураспада.

5. С чем связано появление резонансов в сечениях реакции взаимодействия частицы с ядром мишени?

- а:** Если энергия налетающей частицы соответствует уровню возбуждения составного ядра, формируется нестабильное промежуточное состояние, которое существует короткое время и затем распадается.
- б:** Если энергия налетающей частицы соответствует уровню возбуждения составного ядра, образуется стабильное составное ядро.
- в:** Если частица туннелирует частицы через кулоновский барьер, формируется нестабильное короткоживущее промежуточное состояние.
- г:** В результате взаимодействия с налетающей частицей, ядро-мишени распадается.

6. Какой тип ядерных реакций используется для синтеза сверхтяжелых элементов?

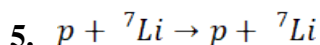
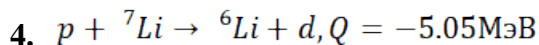
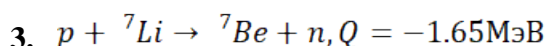
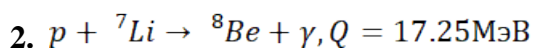
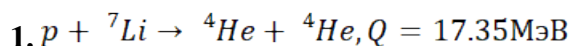
- а:** Полное слияние ядер в реакциях с тяжелыми ионами. Налетающий ион сливается с ядром-мишенью, образуя горячее составное ядро. Энергия иона должна быть достаточна для преодоления кулоновского барьера. После охлаждения путем испарения нейтронов и альфа-частиц, составное ядро может превратиться в сверхтяжелый элемент.
- б:** Полное слияние ядер в реакциях с низкоэнергетическими тяжелыми ионами. Налетающий ион туннелирует через кулоновский барьер и сливается с ядром-мишенью, образуя холодной составное ядро.
- в:** Реакции захвата протонов. Тяжелое ядро-мишень облучается протонами. Последовательный захват протонов ведет к образованию ядер со все большим атомным номером и, в конце концов, к образованию сверхтяжелых элементов.
- г:** Реакции, в которых два очень тяжелых ядра сталкиваются и образуют составную систему. После развала такой системы один из фрагментов с некоторой вероятностью оказывается сверхтяжелым ядром.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6
Правильный ответ	а	в	б	г	а	а
Компетенции	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какие из нижеперечисленных реакций могут произойти при энергии налетающего протона $K=4$ МэВ



Ключ к тесту: 1, 2, 3, 5

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

Обоснование: Экзотермические реакции (1 и 2) и реакции упругого рассеяния идут при любой энергии сталкивающихся частиц. Минимальная энергия протонов, необходимая для того, чтобы пошла эндотермическая реакция (3 и 4) определяется выражением

$K > K_{min} = \frac{m_A + m_p}{m_p} |Q|$. Для реакции 3, $K \geq 1.89$, для реакции 4 $K \geq 5.77$. Таким образом, реакции 1, 2, 3, 5 могут проходить, а реакция 4 — нет.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Определить коэффициент отражения нейтронов на границе ядра.

Ответ:

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

При прохождении частицы через границу ядра происходит резкий скачок потенциала, вызванный тем, что частица попадает в область действия ядерных сил притяжения. Этот скачок приводит к отражению падающей волны. Пусть налетающие частицы имеют энергию ϵ , движется в роль оси x . Предполагая, что граница ядра находится при $x=0$, потенциал взаимодействия ядра с нейтроном можно записать как

$$V(x) = 0, x < 0, V(x) = V_0, x > 0.$$

Волновое число частицы :

$$k = \sqrt{\frac{2m\epsilon}{\hbar}}, x < 0 \quad k = \sqrt{\frac{2m(\epsilon+V_0)}{\hbar}}, x > 0$$

Волновую функцию частицу можно записать как

$$\psi(x) = A\exp(ikx) + B\exp(-ikx), x < 0$$

$$\psi(x) = C\exp(iKx), x > 0$$

Коэффициенты A, B, C определяются, приравнявая значения и производные волновой функции в точке $x=0$.

Определяя коэффициент отражения как отношение квадрата амплитуды отраженной волны B^2 к квадрату амплитуды налетающей волны A^2 , получим

$$R = \frac{B^2}{A^2} = \frac{(K - k)^2}{(K + k)^2}.$$

Коэффициент отражения стремится к 1, для медленных частиц $k \ll K$ и к нулю для быстрых, если $k \gg K$.

Разработчик: д.ф.- м.н. Шнейдман Т.М.

Применение синхротронного излучения в исследованиях строения вещества

Семестр – 2

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 34 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 17 ч

Часов самостоятельная работа студента - 38 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-3	<p><u>Знать</u> достижения современной ядерной физики в разрезе междисциплинарного научного развития</p> <p><u>Уметь</u> применять современные достижения естествознания при анализе и постановке научных задач</p> <p><u>Владеть</u> методами анализа и синтеза современных научных междисциплинарных результатов при проведении профильных научных исследований</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в области фундаментальной и прикладной ядерной физики в применении к синхротронным исследованиям.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления фундаментальной и прикладной ядерной физики в применении к синхротронным исследованиям, создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей, определять их недостатки и несоответствия.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	Релятивистский лоренц-фактор	1	$K = \frac{eB_0\lambda_0}{2\pi mc^2}$
Б	Угол расходимости лучей синхротронного излучения	2	$P = 0.0885 \frac{E^4 I}{R}$

В	Мощность синхротронного излучения	3	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} = \frac{E}{mc^2}$
		4	$\theta_v \sim \frac{mc^2}{E} = \frac{1}{\gamma}$

КЛЮЧ: А-3, Б-4, В-2

Компетенции	ОПК-3, МПК-1
-------------	--------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Установите правильную последовательность расположения основных узлов экспериментальной станции БИОМУР Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения «КИСИ-Курчатов»:

1. Входные щели.
2. Источник синхротронного излучения.
3. Детектор.
4. Образец.
5. Коллимирующие щели перед образцом.
6. Зеркало.
7. Монохроматор.

ОТВЕТ: 2, 1, 7, 6, 5, 4, 3

Компетенции	ОПК-3, МПК-1
-------------	--------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Что такое синхротрон?

- а) ускоритель, в котором элементарные частицы двигаются синхронно друг с другом;
- б) кольцевой циклический ускоритель заряженных частиц, в котором частицы двигаются по орбите неизменного радиуса за счёт того, что темп нарастания их энергии в ускоряющих промежутках синхронизован со скоростью нарастания магнитного поля на орбите;
- в) это то же самое, что циклотрон;
- г) ускоритель частиц на встречных пучках, предназначенный для изучения продуктов их соударений.

2. Как выглядит формула Селякова-Шеррера, которая связывает размеры малых частиц (кристаллитов) с шириной дифракционных пиков?

- а) $2d \sin\theta = n\lambda$;
- б) $\lambda_c = 4\pi R^3/3(E/mc^2)$;
- в) $d = K\lambda/\beta \cos\theta$
- г) $R=mv/qB$.

3. В каких методах исследования структуры вещества используется синхротронное излучение?

- а) дифракционные методы исследования структуры: рентгеновская дифракция, малоугловое рассеяние рентгеновских лучей;
- б) хроматография;
- в) активационный анализ;
- г) дифракция нейтронов и электронов.

4. Какой диапазон электромагнитного излучения входит в спектр синхротронного излучения?

- а) видимый свет и УФ- излучение;
- б) все перечисленные;
- в) от радиоволн до рентгеновских лучей;
- г) инфракрасное излучение.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	б	в	а	б
Компетенции	ОПК-3, МПК-1	ОПК-3, МПК-1	ОПК-3, МПК-1	ОПК-3, МПК-1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Вигглер (многополюсное вставное устройство со знакопеременным магнитным полем предназначенное для генерации синхротронного излучения) состоит из последовательности чередующихся дипольных магнитов с одинаковой величиной магнитного поля и противоположной ориентацией полюсов. Типичная структура включает от нескольких до десятков периодов. Какие значения ондуляторного параметра справедливы для вигглеров?

а) $K \sim \text{от } 1 \text{ до } 10$;

б) $K < 1$;

в) $K = 0,5$;

г) $K \geq 1$;

д) $K = 2$;

Ключ к тесту: а г д

Компетенции	ОПК-3, МПК-1
-------------	--------------

Обоснование:

Параметр магнитного отклонения K , который также называется ондуляторный параметр определяется по формуле:

$$K = \frac{eB_0\lambda_0}{2\pi mc^2} = 0,934B_0\lambda_0,$$

где λ_0 – период структуры отклоняющих дипольных магнитов, B_0 – величина отклоняющего магнитного поля в ондуляторе, e – заряд электрона, m – масса электрона, c –

скорость света. В зависимости от величины ондуляционной постоянной K различают два типа ондуляторов. Если $K \ll 1$, то такой режим работы называется ондуляторным. Случай $K \gg 1$ соответствует режиму вигглера – ондулятора с большой напряженностью поля (~ 50 кГс). Значения K для вигглеров обычно лежат в диапазоне 1–10.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Электромагнитное излучение проявляет сильную угловую направленность, когда все мгновенное излучение оказывается сосредоточено в узком конусе с углом раствора θ порядка $1/\gamma$ (для электронов с энергией 2 ГэВ составляет около 0,25 мрад или ~ 50 угловых секунд), который направлен по касательной к орбите электрона по ходу его движения. Определить чему равен угол раствора СИ для электронов с энергией 6,03 ГэВ (ESRF) и 8 ГэВ (Spring-8)? Ответ выразите в мрад.

Ответ:

Компетенции	ОПК-3, МПК-1
-------------	--------------

Равномерное вращение электрона по окружности создает излучение по касательной с углом расходимости синхротронного излучения перпендикулярно плоскости орбиты. Угол расходимости обратно пропорционален лоренц-фактору электрона:

$$\theta \sim \frac{1}{\gamma} = \frac{m_0 c^2}{E} \text{ (рад.)}$$

Энергия покоя электрона $m_0 c^2 \approx 0,512 \text{ МэВ}$

$\theta (E=2 \text{ ГэВ}) \sim 0,256 \text{ мрад.}$

$\theta (E=6,03 \text{ ГэВ}) \sim \frac{0,512}{6,03} = 0,085 \text{ мрад.}$

$\theta (E=8 \text{ ГэВ}) \sim \frac{0,512}{8} = 0,064 \text{ мрад.}$

Вывод: чем больше энергия электронов, тем меньше расходимость пучка перпендикулярно плоскости орбиты. Следовательно, синхротронное излучение сильно коллимировано.

Разработчик: к.ф.- м.н. Шуленина А.В.

Рассеяние нейтронов на ядрах

Семестр – 3
 Зачетных единиц – 2
 Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.
 Общая аудиторная нагрузка – 36 ч
 Лекций – 18 ч
 Семинаров – 18 ч
 Часов самостоятельная работа студента - 36 ч
 Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-2	<p><u>Знать</u> порядок организации научного исследования в области фундаментальной и прикладной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> проводить работу с источниками информации для подготовки плана научного исследования в области фундаментальной и прикладной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> методами научного исследования в области фундаментальной и прикладной ядерной физики</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

А	Каковы условия применимости псевдопотенциала Ферми $U_f \sim a$, где a – амплитуда рассеяния нейтрона с длиной волны l	1	$ \sigma \gg l$

Б	Какой вид имеет коэффициент преломления нейтрона с длиной волны l в среде с плотностью N и амплитудой рассеяния нейтрона a	2	$ a \ll 1$
		3	$ a \sim 1$
		4	$n^2 = 1 - \frac{\lambda^2}{\pi} N \cdot a$
		5	$n = 1 - \frac{\lambda}{\pi} N \cdot a$

КЛЮЧ: А-2, Б-4

Компетенции	ПК-1, МПК-2
-------------	-------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Определите последовательность установки защитных материалов для экранировки сцинтилляционного нейтронного детектора от рассеянных нейтронов, создающих фон:

1. Бетон;
2. Кадмий;
3. Бор;
4. Полиэтилен;
5. Свинец;
6. Алюминий;

ОТВЕТ: 4, 3, 5

Компетенции	ПК-1, МПК-2
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из трех предложенных:

1. Оптическая теорема связывает полное сечение взаимодействия нейтронов с:

- а) мнимой частью амплитуды рассеяния;
- б) реальной частью амплитуды рассеяния;

в) модулем амплитуды рассеяния;

2. При каких энергиях нейтрона его взаимодействие с ядрами можно считать когерентным:

- а) менее нескольких МэВ;
- б) более нескольких МэВ;
- в) порядка нескольких мэВ;

3. Полное сечение нейтрона при низких энергиях ($E < 1$ эВ) имеет зависимость:

- а) $1/E$;
- б) $1/E^{1/2}$;
- в) E ;

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	а	а	б
Компетенции	ПК-1, МПК-2	ПК-1, МПК-2	ПК-1, МПК-2

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Укажите правильное выражение критического угла скольжения нейтрона для гладкой поверхности, при котором происходит его полное отражение:

- а) $\theta_{zp} \sim \lambda \sqrt{Na}$;
- б) $\theta_{zp} \sim a \sqrt{N/\lambda}$;
- в) $\theta_{zp} \sim a \sqrt{\lambda N}$;

$$\text{г) } \theta_{кр} \approx \sqrt{U/E}$$

Ключ к тесту: а, г

Компетенции	ПК-1, МПК-2
-------------	-------------

Обоснование:

Угол $\theta_{кр}$ определяется равенством части кинетической энергии нейтрона E , связанной с нормальной по отношению к границе раздела скоростью и потенциалом среды U :

$$E \sin^2 \theta_{кр} = U,$$

а условие полного отражения примет вид:

$$E_n \sin^2 \theta_{кр} \leq U.$$

Отсюда следует, что если $E < U$, то при любом угле скольжения это условие выполняется.

Для U в виде псевдопотенциала Ферми получаем в силу малости угла:

$$\theta_{кр} \approx \sqrt{U/E} \approx \lambda \sqrt{Na}.$$

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Определить трансмиссию нейтронов через поляризованную мишень (поляризатор).

Ответ:

Компетенции	ПК-1, МПК-2
-------------	-------------

Полное сечение для поляризованной мишени равно:

$$\sigma_{tot} = \sigma_0 + (\vec{s} \cdot \vec{P}_t) \sigma_{pol}.$$

Здесь, \vec{P}_t – вектор поляризации мишени, \vec{s} – единичный вектор спина нейтрона, и σ_{pol} – поляризационное сечение. Падающие неполяризованные нейтроны можно рассматривать как пучок состоящий из двух спиновых компонент одинаковой интенсивности с проекциями «+» и «-» ось квантования, задаваемой поляризатором. Тогда число нейтронов прошедших через

мишень толщиной l см, содержащую n ядер на см^3 , степень поляризации которых равна p_i , будет:

$$N = N_+ + N_- = \frac{N_0}{2} \exp[-(\sigma_0 + p_i \sigma_{pol})nl] + \frac{N_0}{2} \exp[-(\sigma_0 - p_i \sigma_{pol})nl]$$

$$N = N_0 \exp(-\sigma_0 nl) \cosh(p_i \sigma_{pol} nl)$$

По определению трансмиссия равна $T = N/N_0$ и:

$$T = \exp(-\sigma_0 nl) \cosh(p_i \sigma_{pol} nl) = T_0 \cosh(p_i \sigma_{pol} nl),$$

где T_0 – трансмиссия для неполяризованной мишени. Поскольку \cosh всегда не менее 1, то $T \geq T_0$. Этот эффект называется просветлением поляризованной мишени.

Разработчик: к.ф.-м.н., Ской В.Р.

Теория конденсированного состояния

Семестр – 3

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной физики конденсированного состояния</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной физики конденсированного состояния</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области физики конденсированного состояния для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы физики конденсированного состояния, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной физики конденсированного состояния</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> задачи теории конденсированного состояния и методы их решения в применении к физике рассеяния нейтронов в конденсированных средах.</p> <p><u>Уметь</u> качественно и количественно описывать процессы рассеяния нейтронов в конденсированных средах.</p> <p><u>Владеть</u> математическим аппаратом и знанием квантовой механики и иных разделов, необходимых для успешного решения задач теории рассеяния нейтронов в конденсированных средах.</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные численно-математические методы, применяемые в фундаментальной и прикладной теории рассеяния нейтронов в конденсированных средах</p> <p><u>Уметь</u> применять математические методы при решении</p>

	<p>поставленных научных задач фундаментальной и прикладной теории рассеяния нейтронов в конденсированных средах</p> <p><u>Владеть</u> современными численно-математическими методами при решении задач профессиональной деятельности в области фундаментальной и прикладной теории рассеяния нейтронов в конденсированных средах</p>
--	--

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	При каких значениях параметра Гинзбурга-Ландау k и магнитного поля H существует сверхпроводимость первого рода	1	$k > (1/2)^{1/2}$ $H < H_{c2}$
Б	При каких значениях параметра Гинзбурга-Ландау k и магнитного поля H существует сверхпроводимость второго рода	2	$k < (1/2)^{1/2}$ $H > H_c$
В	При каких значениях параметра Гинзбурга-Ландау k и магнитного поля H сверхпроводимость не существует	3	$k = 0$ $H_{c1} < H < H_{c2}$
		4	$k < (1/2)^{1/2}$ $H < H_c$

КЛЮЧ: А-4, Б-1, В-2

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

Установите правильный порядок действий для получения гамильтониана идеального газа фононов методом вторичного квантования:

1. Записать гамильтониан кристаллической решетки в гармоническом приближении.
2. Определить операторы рождения и уничтожения фононов.
3. Провести диагонализацию гамильтониана в представлении нормальных координат.
4. Получить коммутационные соотношения для операторов рождения и уничтожения фононов.
5. Определить представление нормальных координат и импульсов.
6. Перейти к представлению чисел заполнения и получить гамильтониан идеального газа фононов.

Ответ: 1, 5, 3, 2, 4, 6

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Как зависит от времени двух-временные корреляционные функции в случае статистического равновесия?

- а) От суммы времен.
- б) От разности времен.
- в) От произведения времен.
- г) Никак.

2. Что устанавливает спектральное представление для двух-временных термодинамических функций Грина- Боголюбова -Тябликова (Ф.Г.)?

- а) Спектральное представление для Ф.Г. устанавливает связь между запаздывающей и опережающей Ф.Г.
- б) Спектральное представление для Ф.Г. устанавливает связь между спектральной плотностью Ф.Г. и гамильтонианом системы в представлении взаимодействия.
- в) Спектральное представление для Ф.Г. устанавливает связь между спектральной плотностью Ф.Г. и гамильтонианом системы в представлении Шредингера.
- г) Спектральное представление для Ф.Г. устанавливает связь между фурье-представлением Ф.Г. и спектральной плотностью корреляционной функции.

3. Привести пример спонтанного нарушения симметрии в физике конденсированного состояния.

- а) Фазовый переход из кристаллического состояния в жидкое.
- б) Переход из состояния жидкости в состояние газа.
- в) Структурный фазовый переход.
- г) Переход сверхпроводника в нормальный металл при приложении магнитного поля.

4. В чем состоит главное физическое допущение теории Боголюбова слабо неидеального бозе-газа?

- а) Наличие конденсата Бозе-Эйнштейна для формирования когерентного коллективного поведения взаимодействующего бозе-газа.
- б) Распределение Больцмана для бозе частиц.
- в) Наличие конденсата при фазовом переходе и жидкой фазы в газовую.
- г) Наличие одночастичных возбуждений.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	б	г	в	а
Компетенции	ПК-1, МПК-3	ПК-1, МПК-3	ОПК-1, ПК-1	ПК-1, МПК-3

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

При каких условиях на спектр возбуждений $E(p)$ или на скорость течения v появляется сверхтекучесть в квантовой бозе-жидкости согласно критерию Ландау?

- а) $\min [E(p)/p] > 0$;
- б) $\min [E(p)/p] = 0$;
- в) $\min [E(p)] = 0$;

Г) $v > v_{\text{критическая}}$;

Д) $v < v_{\text{критическая}}$.

Ключ к тесту: а, д

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

Обоснование: согласно кинематическому анализу, если скорость течения жидкости будет превышать определенное критическое значение, то сверхтекучее состояние будет нарушено. С другой стороны, анализ спектра возбуждений квантовой жидкости He-4 показывает, для сверхтекучести необходимо наличие щели в спектре возбуждений. Поэтому оба условия а) и д) находятся в соответствии с критерием сверхтекучести Ландау.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

Рассмотреть асимптотическое поведение спиновых волн для модели ферромагнетика Гейзенберга в приближении Тябликова.

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

Ответ:

Рассмотрим магнитный диэлектрик, состоящий из N одинаковых атомов со спином S , расположенных в узлах кристаллической решетки. Обменное взаимодействие этих спинов может быть описано моделью Гейзенберга:

$$H = -h \sum_f S_f^z - \frac{1}{2} \sum_{f\bar{g}\alpha} I(\vec{f} - \vec{g}) S_f^\alpha S_{\bar{g}}^\alpha$$

где $h = \mu H^z$ – зеемановская энергия магнитного момента во внешнем магнитном поле H^z , направленном по оси z .

Энергия элементарных возбуждений в приближении Тябликова

$$E(q) = \langle S^z \rangle \sum_{\mathbf{g}} I(\mathbf{f} - \mathbf{g}) \left(1 - e^{-i\mathbf{q}(\mathbf{f} - \mathbf{g})} \right) \sigma S \{ J(0) - J(q) \} = \sigma E^0(q)$$

где $J(q)$ – фурье-компонента обменного взаимодействия $J(q) = \sum_{\mathbf{f}} I(\mathbf{f}) e^{-i\mathbf{q}\mathbf{f}}$.

Рассмотрим особенности спектра при $q \rightarrow 0$

$$J(0) - J(q) \approx \sum_{\mathbf{f}} I(\mathbf{f}) \frac{1}{2} (\mathbf{q}\mathbf{f})^2 = \frac{1}{2} q^2 \sum_{\mathbf{f}} I(\mathbf{f}) f^2,$$

поэтому

$$E(q \rightarrow 0) \approx \frac{\langle S^z \rangle}{S} D q^2 = \sigma D q^2 \rightarrow 0 \text{ при } q \rightarrow 0$$

Спектр зависит от температуры через зависимость от температуры намагниченности $\sigma = \langle S^z \rangle$.

При $T \ll T_c$ $\langle S^z \rangle \approx S$ – имеем блоховские спиновые волны. При $T \rightarrow T_c$ намагниченность $\langle S^z \rangle \rightarrow 0$ и энергия спиновых волн $E(q) \rightarrow 0$.

Разработчик: д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. РАН Аксенов В.Л.

Теория рассеяния и ее применение в экспериментах

Семестр – 1

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные численно-математические методы, применяемые в теории рассеяния в фундаментальной и прикладной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять математические методы теории рассеяния при решении поставленных научных задач фундаментальной и прикладной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> современными численно-математическими методами при решении задач профессиональной деятельности в области фундаментальной и прикладной ядерной физики</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача	Формула условия	
Каковы условия применимости Борновского приближения рассеяния на потенциале конечного радиуса d со средним	1	$ V \ll E, \theta \ll 1$

	значением V при $kd \ll 1$?		
	Каковы условия применимости Борновского рассеяния на потенциале конечного радиуса d со средним значением V при $1 \ll kd$?	2	$ V \ll E, 1 \ll \theta$
	Каковы условия применимости эйконального приближения рассеяния на потенциале конечного радиуса d со средним значением V при $1 \ll kd$?	3	$ V \ll \hbar^2 / md^2$
		4	$ V \ll 2E / kd$

КЛЮЧ: А-3, Б-4, В-1

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. В рамках стационарного подхода для решения задачи рассеяния неподвижным силовым центром – потенциалом конечного радиуса $V(r)$ т.е. для получения измеряемой величины – дифференциального сечения рассеяния установите правильный порядок действий:

1. Построить гамильтониан;
2. Выразить амплитуду рассеяния через потенциал и волновую функцию рассеяния;
3. Получить выражение для функции Грина свободной частицы и ее асимптотику на больших расстояниях;
4. записать выражение для граничных условий на больших расстояниях;
5. записать интегральное уравнение Липпмана-Швингера для волновой функции рассеяния;

6. записать стационарное уравнение Шредингера для волновой функции;
7. выразить дифференциальное сечение как отношение потоков

ОТВЕТ: 1, 6, 4, 5, 3, 2, 7

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Следствием чего являются дисперсионные соотношения между реальной и мнимой частями коэффициента преломления?

- а) сферической симметрии;
- б) принципа причинности;
- в) принципа неопределенности;
- г) зеркальной симметрии.

2. В каком диапазоне углов в системе центра масс может рассеиваться классическая частица на монотонно убывающем отталкивательном потенциала?

- а) 0 – 360 гр.;
- б) 180 – 360 гр.;
- в) 0 – 180 гр.;
- г) 0 – 90 гр.

3. Как при малых энергиях ведет себя амплитуда рассеяния?

- а) $\sim k^{2l+1}$;
- б) $\sim 1/E$;
- в) $\sim E^{1/2}$

г) $\sim k$

4. Чем отличается амплитуда кулоновского рассеяния, вычисленная точно, от вычисленной в борновском приближении?

а) точная и приближенная амплитуды совпадают;

б) точная амплитуда отличается от приближенной кулоновской фазой

$$\sigma_0 = \arg \Gamma(1+i\eta);$$

в) точная амплитуда отличается от приближенной фазовым множителем

$$\exp \{i\eta \ln(\sin^2(\theta/2)) + i\pi + 2i\sigma_0\}$$

г) множителем $2i\pi$

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	б	в	а	в
Компетенции	ПК-1, МПК-3	ПК-1, МПК-3	ПК-1, МПК-3	ПК-1, МПК-3

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какие выражения дают правильное соотношение амплитуды рассеяния f и длины рассеяния a при малых энергиях?

а) $f|_{E \rightarrow 0} = -a, a > 0;$

б) $f|_{E \rightarrow 0} = a; a - \text{любое};$

в) $f|_{E \rightarrow 0} = |a|;$

г) $f|_{E \rightarrow 0} = -a, a < 0;$

д) $f|_{E \rightarrow 0} = -a; a - \text{любое};$

Ключ к тесту: а г д

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

Обоснование:

Парциальная амплитуда рассеяния связана с фазой рассеяния

$$f_l(k) \sim \{\exp(2i\delta_l(k)) - 1\}/2ik,$$

с учетом того, что при $k \rightarrow 0$ вклад дает только компонента фазы с $l = 0$, а длина рассеяния по определению есть

$$a = \lim_{k \rightarrow 0} (-\delta_0(k)/k),$$

длина рассеяния может как положительной, так и отрицательной.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Определить граничное условие для волновой функции на асимптотике в стационарной задаче рассеяния на силовом центре и дифференциальное сечение рассеяния

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

Ответ:

Граничное условие для волновой функции, являющейся решением уравнения Шредингера в стационарной задаче рассеяния на силовом центре, на асимптотике имеет следующий вид:

$$\psi_{\mathbf{k}}^{(+)}(\mathbf{r})|_{r \rightarrow \infty} = \exp(i\mathbf{k}\mathbf{r}) + f(k, k') \frac{\exp(ikr)}{r};$$

где $f(k, k')$ – амплитуда рассеяния

Здесь первый член описывает волновую функцию, определяющую падающий на силовой центр поток

$$j_0 = \frac{\hbar k}{m},$$

второй — расходящийся от центра радиальный рассеянный поток

$$j_r^{scatt} = \frac{\hbar k}{m} \frac{|f|^2}{r^2}.$$

Отношение этих потоков по определению даёт дифференциальное сечение рассеяния

$$d\sigma/d\Omega = |f|^2.$$

Разработчик: д.ф.- м.н., Гончаров С.А.

Дисциплины по выбору студента

Обработка экспериментальных данных

Семестр – 1

Зачетных единиц – 3

Общая трудоемкость – 108 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 54 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 36 ч

Часов самостоятельная работа студента - 54 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ОПК-4	<p><u>Знать</u> типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной деятельности в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> методами научного моделирования при решении поставленных исследовательских задач с использованием современных информационных технологий</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
ПК-2	<p><u>Знать</u> современное программное и аппаратное обеспечение информационных систем, используемых в профильной области научного исследования</p> <p><u>Уметь</u> модернизировать программное и аппаратное</p>

	<p>обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> навыками адаптирования программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения поставленной научной задачи</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные численно-математические методы, применяемые в фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтронографии</p> <p><u>Уметь</u> применять математические методы при решении поставленных научных задач фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтронографии</p> <p><u>Владеть</u> современными численно-математическими методами при решении задач профессиональной деятельности в области фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтронографии</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Вид распределения		Закон распределения	
А	Биномиальное распределение	1	$P(X=k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}, k=0,1,2,\dots$
Б	Распределение Пуассона	2	$p(x) = C_0 \frac{x^{\frac{n-2}{2}}}{(k+nx)^{\frac{n+k}{2}}}, x > 0.$
В	Распределение Гаусса	3	$P(X=k) = C_n^k \cdot p^k \cdot (1-p)^{n-k}, k=0,1,2,\dots,n.$
		4	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$

КЛЮЧ: А-3, Б-1, В-4

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Установите правильный порядок выполнения регрессионного анализа:

1. проверка адекватности построенной функции по результатам наблюдений.
2. предварительная обработка ЭД;
3. вычисление коэффициентов уравнения регрессии;
4. выбор вида уравнений регрессии;

ОТВЕТ: 2, 4, 3, 1

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных:

1. Что такое робастные оценки?

- a) оценки с максимальным правдоподобием;
- b) метод оценивания с наименьшей чувствительностью к выбросам;
- c) оценивание параметра с минимальной дисперсией;

2. Какие критерии позволяют оценить качество обработки дифракционного спектра?

- a) α критерий;
- b) дисперсия параметров;
- c) χ^2 критерий.;

3. Какие требования предъявляют к оценке значения параметра Q?

- a) несмещенность;

- b) минимальный коэффициент корреляции;
- c) выбирается минимальное значение параметра:

4. Что такое мода случайной величины?

- a) наиболее вероятное значение случайной величины;
- b) значение определяющее центр распределение случайной величины;
- c) среднее значение случайной величины;

5. Что такое коэффициент корреляции?

- a) наиболее значимый коэффициент, отражающий качество оценки параметра;
- b) статистический коэффициент характеризующий связь двух случайных величин;
- c) коэффициент показывающий отклонение найденного значения параметра от истинного значения;

6. Что такое линия регрессии?

- a) график зависимости χ^2 ;
- b) график дисперсии параметров;
- c) графическое представление математической модели описывающие связь между случайными величинами

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6
Правильный ответ	b	c	a	a	b	c
Компетенции	ОПК-1, ПК-1,	ПК-1, МПК-3	ПК-1, МПК-3	ПК-1, МПК-3	ПК-1, МПК-3	ПК-1, МПК-3

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. По каким критериям возможно обрывать процесс минимизации?

- 1) Норма приращения параметров $\|\Delta P\| < \xi$
- 2) Модуль приращения функционала $\|S(P_{K+1})^2 - P(P_k)^2\| < \xi$
- 3) $S(P)^2 \sim \chi^2_{m-n}$
- 4) Время работы программы
- 5) Число итераций N

Ключ к тесту: 1,2,3,5

Компетенции	ОПК-4, ПК-2
-------------	-------------

Обоснование:

Норма приращения параметров $\|\Delta P\|$ - если процесс минимизации монотонный и быстро сходящийся, то как только эта величина станет меньше некоторого уровня, процесс можно обрывать.

Модуль приращения функционала $\|S(P_{K+1})^2 - P(P_k)^2\|$ - если процесс минимизации монотонный и быстро сходящийся, то как только эта величина станет меньше некоторого уровня, процесс можно обрывать.

Достижение $S(P)^2$ - значения $\sim \chi^2_{m-n}$ Критерий правильно срабатывает, если веса и модель регрессии в были заданы правильно.

Число итераций - для немонотонных и медленно сходящихся процессов это единственно надежный критерий, но вообще максимальное число итераций, которое может быть использовано для минимизации, должно быть ограничено для любого процесса (во избежание бесконечного цикла).

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1 Приведите алгоритм обработки прямых многократных измерений.

Компетенции	ОПК-4, ПК-2
-------------	-------------

Ответ:

1. Проведение измерений физической величины одним и тем же прибором. Представление в виде множеств показаний средства измерения $x_{и} = x_1 \dots x_i \dots x_n$.
2. Выявление и исключение грубых погрешностей (промахов).
3. Наилучшей оценкой истинного значения величины X является

выборочное среднее значение $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$, где x_i - результат измерения i -го x , n - число отсчетов.

4. Для оценки разброса отсчетов при измерении используется выборочное среднее квадратическое отклонение отсчетов

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

5. Выборочное среднее является случайной величиной и его разброс относительно истинного значения измеряемой величины оценивается выборочным средним квадратическим отклонением среднего значения

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

Среднее квадратическое отклонение среднего из n отсчетов в \sqrt{n} раз меньше среднего квадратического отклонения одного отсчета

6. Полная погрешность Δ прямых измерений равна квадратичной сумме ее составляющих: инструментальной (или НСП) – $\Delta_{и}$ и случайной $\Delta_{сл}$

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{и}^2 + \Delta_{сл}^2}$$

Разработчик ФОС: Сумников С.В.

Системы детектирования нейтронов

Семестр – 1
 Зачетных единиц – 2
 Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.
 Общая аудиторная нагрузка – 36 ч
 Лекций – 18 ч
 Семинаров – 18 ч
 Часов самостоятельная работа студента - 36 ч
 Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> типы, особенности и области применения различных типов детекторов.</p> <p><u>Уметь</u> описывать в общем процессы взаимодействия нейтронов и иных частиц с веществом.</p> <p><u>Владеть</u> умением работать с детекторами нейтронов, обрабатывать и использовать полученные с них данные.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача	Формула условия
--------------------	-----------------

А	Ионизационные потери тяжелых заряженных частиц при прохождении через вещество зависят от скорости частицы, ее заряда, атомного номера вещества, ионизационного потенциала среды и выражаются формулой Бете-Блоха;	1	$\left(-\frac{dE_k}{dx}\right) = \frac{2\pi e^4 NZ}{m_e v^2} \left(\ln \frac{m_e v^2 E_k}{2I^2(1-\beta^2)} - \ln(2) \left(2\sqrt{1-\beta^2} - 1 + \beta^2 \right) + (1-\beta^2) + \frac{1}{8} \left(1 - \sqrt{1-\beta^2} \right)^2 \right) + \frac{NE_k Z(Z+1)e^4}{137m_e^2 c^4} \left(4 \ln \frac{2E_k}{m_e c^2} - \frac{4}{3} \right)$
Б	Ионизационные потери легких заряженных частиц при прохождении через вещество зависят от скорости частицы, ее заряда, атомного номера вещества, ионизационного потенциала среды и выражаются модифицированной формулой Бете-Блоха;	2	$\left(-\frac{dE_k}{dx}\right)_{\text{мод.}} = \frac{NE_k Z(Z+1)e^4}{137m_e^2 c^4} \left(4 \ln \frac{2E_k}{m_e c^2} - \frac{4}{3} \right)$
В	Тормозные потери легких заряженных частиц при прохождении через вещество зависят от энергии частицы, ее заряда, атомного номера вещества, и выражаются формулой;	3	$-\frac{dE}{dx} [\text{MeV} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}] = \text{const} \cdot z^2 \frac{Z}{A\beta^2} \left[\frac{1}{2} \ln \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 T_{\text{max}}}{I^2} - \beta^2 - \frac{\delta(\beta\gamma)}{2} \right]$
		4	$\left(-\frac{dE_k}{dx}\right)_{\text{ион.}} = \frac{2\pi e^4 NZ}{m_e v^2} \left(\ln \frac{m_e v^2 E}{2I^2(1-\beta^2)} - \ln(2) \left(2\sqrt{1-\beta^2} - 1 + \beta^2 \right) + (1-\beta^2) + \frac{1}{8} \left(1 - \sqrt{1-\beta^2} \right)^2 \right)$

КЛЮЧ: А-3, Б-1, В-2

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-1
-------------	--------------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Для создания системы детектирования нейтронов на выведенном пучке реакторного или ускорительного источника необходимо выполнить следующие действия (установите правильный порядок):

1. Подберите необходимую электронику для регистрации и накопления данных;
2. Напишите техническое задание на разработку и создание системы детектирования;

3. Проведите экспериментальную оценку плотности потока нейтронов и сопутствующих фонов гамма-квантов в предполагаемом месте размещения детектора;
4. Проведите тестирование системы детектирования с радиоизотопным источником нейтронов;
5. Оцените потребный бюджет на создание системы детектирования и убедитесь, что необходимые средства имеются в наличии;
6. Разместите заказы на изготовление системы детектирования и приобретение необходимой электроники;
7. Монтаж системы детектирования на штатном месте и ввод ее в эксплуатацию;
8. Курировать изготовление и сборку системы детектирования и поставку электроники;

ОТВЕТ: 3, 2, 1, 5, 6, 8, 4, 7

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Описать энергетические зависимости сечений упругого рассеяния и захвата нейтронов ядрами.

- а) Сечение упругого рассеяния меняется по закону $1/v$ от энергий нЭВ до около десяти мЭВ, далее остается примерно постоянным до энергий в десятки кЭВ после чего уменьшается и возникают резонансы. Сечение захвата меняется по закону $1/v$ от минимальных энергий до долей эВ, далее начинается область резонансов.
- б) Сечение упругого рассеяния и захвата меняются по закону $1/v$ во всей области энергий от нЭВ до десятков МЭВ.
- в) Сечение упругого рассеяния меняется по закону $1/v$ во всей области энергий, сечение захвата не зависит от энергии нейтрона.
- г) Сечение упругого рассеяния и захвата меняются по закону $1/E$ во всей области энергий от нЭВ до десятков МЭВ.

2. Какие физические процессы определяют рождение нейтронов в радиоизотопном источнике на основе ^{252}Cf ?

- а) Спонтанное деление.
- б) Реакция (a,n).
- в) Тормозное излучение.
- г) Реакция (g,n).

3. Как меняется напряженность электрического поля в цилиндрическом пропорциональном счетчике?

- а) Растет обратно пропорционально расстоянию до анода.
- б) Растет как квадрат расстояния до анода.
- в) Растет экспоненциально по направлению к аноду.
- г) Уменьшается как квадрат расстояния от катода.

4. Написать формулу зависимости эффективности регистрации для многопроволочной пропорциональной камеры с ${}^3\text{He}$ с расстоянием между катодными плоскостями $d(\text{см})$ от давления гелия $p(\text{атм.})$ и энергии нейтрона $E(\text{эВ})$?

а)
$$\varepsilon(p, E) = 1 - \exp\left(-2.67 \cdot 10^{19} \cdot p \cdot d \cdot 5400 \cdot 10^{-24} \cdot \sqrt{\frac{0.0253}{E[eV]}}\right).$$

б)
$$\varepsilon(p, E) = 1 - \exp\left(-6.02 \cdot 10^{23} \cdot p \cdot d \cdot 5400 \cdot 10^{-24} \cdot \sqrt{\frac{0.0253}{E[eV]}}\right).$$

в)
$$\varepsilon(p, E) = 1 - \exp\left(-6.02 \cdot 10^{23} \cdot p \cdot d \cdot 5400 \cdot \sqrt{\frac{0.0253}{E[eV]}}\right).$$

г)
$$\varepsilon(p, E) = 1 - \exp\left(-6.02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{p}{d} \cdot 5400 \cdot \sqrt{\frac{0.0253}{E[eV]}}\right).$$

5. Вычислить эффективность регистрации тепловых нейтронов плоской многопроволочной пропорциональной камерой с ${}^3\text{He}$ при давлении рабочего газа 5 атм. и расстоянием между катодными плоскостями 4 см.

- а) 0,944.
- б) 0,871.
- в) 0,922.
- г) 0,545.

6. Назовите диапазон величины газового усиления в режиме пропорционального счетчика.

- а) 1 – 10000.
- б) 0 – 10.
- в) 1 – 100000.
- г) -1 – 1.

7. Какой метод применяется для разделения сигналов от гамма-квантов и нейтронов в сцинтилляционных детекторах.

- а) Анализ по форме импульса и времени пролета.
- б) Применение метода дискриминации по доле полной амплитуды.
- в) Метод времени пролета.
- г) Метод суммирования амплитуд совпадающих импульсов.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7
Правильный ответ	а	а	а	а	а	а	а
Компетенции	ОПК-1, ПК-1,	ОПК-1, ПК-1,	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-1
-------------	--------------------

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.

1. Какой тип нейтронного детектора Вы выберете для регистрации нейтронов в диапазоне энергий от 0,01 до 100 эВ при наличии высокого фона гамма-квантов?

- д) Газовый на основе ^3He ;
- е) Газовый на основе BF_3 ;
- ж) Сцинтилляционный на основе литиевого стекла;

з) Газовый на основе метана;

Ключ к тесту: а

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

Обоснование:

Газовые детекторы, заполненные метаном, водородом, гелием используются для детектирования быстрых нейтронов методом регистрации ядер отдачи. Минимальная энергия быстрых нейтронов, которые могут быть зарегистрированы таким детектором порядка 20 кэВ, такой детектор нам не годится.

Сцинтилляционный детектор на основе литиевого стекла имеет эффективность регистрации достаточную для детектирования нейтронов в указанном диапазоне энергий, однако наличие в условиях задачи высокого фона гамма-квантов делает использование такого детектора проблематичным.

Газовый детектор на основе BF_3 может использоваться для регистрации тепловых нейтронов, однако эффективность даже для нейтронов низких энергий мала, нейтроны с энергиями до 100 эВ, что определяет верхнюю границу требуемого диапазона, таким детектором не могут быть зарегистрированы.

Газовый детектор на основе ^3He может содержать рабочий газ с давлением до 10 атм., что дает высокую эффективность регистрации даже для нейтронов с энергиями до 100 эВ. При этом чувствительность такого детектора к гамма-квантам более, чем на 5 порядков меньше, чем к нейтронам. Именно такой детектор мы и должны использовать.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом.

Оценить массу изотопа ^{241}Am в источнике альфа-частиц, который испускает 100 альфа-частиц в секунду

Компетенции	ОПК-1
-------------	-------

Решение:

Исходные данные (например из базы данных www.nndc.bnl.gov):

- Период полураспада ^{241}Am – 432,6 года;
- Число Авогадро – $6,022 \times 10^{23}$ моль $^{-1}$;

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \approx 0,508 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$$

Вычислим постоянную распада ^{241}Am , . Вычислим число ядер, которые необходимо иметь для излучения 100 альфа-частиц в секунду. Закон радиоактивного

распада: $\frac{dN}{dt} = -\lambda \cdot N$, число ядер $N = \frac{100 \cdot s^{-1}}{0,508 \cdot 10^{-10} \cdot s^{-1}} \approx 1,97 \cdot 10^{12}$. Масса вещества

$$M = \frac{N}{N_A [mol^{-1}]} \cdot 241 \cdot [g \cdot mol^{-1}] = 0,788 \cdot 10^{-9} \cdot g$$

Разработчик ФОС: к.ф.-м.н. Швецов В.Н.

Источники нейтронных пучков

Семестр – 1
 Зачетных единиц – 2
 Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.
 Общая аудиторная нагрузка – 36 ч
 Лекций – 18 ч
 Семинаров – 18 ч
 Часов самостоятельная работа студента - 36 ч
 Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные типы современных источников нейтронов, их особенности, области применения и требования к ним.</p> <p><u>Уметь</u> описывать в общем процессы и явления, связанные с испусканием нейтронов и их взаимодействиями.</p> <p><u>Владеть</u> знанием об актуальных источниках информации о существующих и разрабатываемых источниках нейтронах.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача	Формула условия
--------------------	-----------------

А	Деление ядра с атомным номером A и зарядом Z энергетически невыгодно	1	$36 \leq Z^2/A \leq 49$
Б	Энергия выделяемая при делении ядра с атомным номером A и зарядом Z меньше 170 Мэв. Высота потенциального барьера больше энергии связи нейтрона.	2	$Z^2/A \leq 17$
В	Энергия выделяемая при делении ядра с атомным номером A и зарядом Z равна 170 Мэв. Высота потенциального барьера меньше энергии связи нейтрона.	3	$Z^2/A > 49$
Г	Энергия выделяемая при делении ядра с атомным номером A и зарядом Z больше 170 Мэв. Потенциальный барьер отсутствует	4	$17 < Z^2/A < 36$

КЛЮЧ: А-2, Б-4, В-1, Г-3

Компетенции	ОПК-1
-------------	-------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Установить правильную последовательность действий при физическом пуске реактора:

1. Загрузить кассеты имитаторы в реактор;
2. Загрузить источник нейтронов
3. Включить пусковую аппаратуру;
4. Загрузить первую порцию топливных кассет;
5. Начать строить кривую экстраполяции на запаздывающую критичность;

6. Взвести аварийную защиту реактора;
7. Загрузить вторую порцию топливных кассет;
8. Определить по кривой экстраполяции количество кассет необходимое для достижения критического состояния реактора
9. Закончить загрузку кассет и закрыть реактор колпаком.
10. Последовательно загружая кассеты и строя кривую экстраполяции приблизиться к уровню критичности
11. Переместить камеры деления пусковых каналов в положение, которое соответствует появлению сигнала «Начало работы» пусковых каналов
12. Дальнейший выход на критичность продолжить перемещением органов регулирования с пульта реактора с построением кривой экстраполяции на запаздывающую критичность
13. Определить положение критичности при появлении периода разгона реактора.

ОТВЕТ: 1, 2, 3, 11, 6, 4, 7, 5, 8, 10, 9, 12, 13

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Средняя кинетическая энергия нейтрона в замедлителе с температурой T равна:

- a) kT
- b) $(3/2) kT$
- c) $(5/2) kT$
- d) $2 kT$

2. Длина волны нейтрона с энергией E пропорциональна:

- a) $1/E^{1/2}$
- b) $1/E$

c) $1/E^2$

d) $1/E^3$

3. Коэффициент размножения бесконечно большого стационарного реактора на медленных нейтронах рассчитывается по формуле:

- a) трех сомножителей
- b) четырех сомножителей
- c) пяти сомножителей
- d) двух сомножителей

4. Какие параметры надо знать для расчета длины волны нейтрона методом времени пролета на импульсном реакторе:

- a) расстояние от образца до детектора.
- b) время образования импульса реактора и время фиксации нейтрона детектором (время пролета). Расстояние от поверхности замедлителя до образца.
- c) время образования импульса реактора и время фиксации нейтрона детектором (время пролета). Расстояние от поверхности замедлителя до детектора.
- d) расстояние от поверхности замедлителя до образца

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	b	a	b	c
Компетенции	ПК-1, МПК-1	ОПК-1, ПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

Какие варианты реализации конструкции модулятора реактивности подходят для реактора с частотой следования импульсов мощности 5 Герц и полуширины импульса быстрых нейтронов 200 мкс.

- А) Одна лопасть, вращающаяся с частотой 300 оборотов в минуту
- Б) Две лопасти, вращающиеся навстречу друг друга. Основная – вращающаяся с частотой 600 оборотов в минуту и дополнительная - вращающаяся с частотой 300 оборотов в минуту.
- В) Две лопасти, вращающиеся в одну сторону. Основная – вращающаяся с частотой 1500 оборотов в минуту и дополнительная - вращающаяся с частотой 300 оборотов в минуту.

Ключ к ответу Б, Г

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

Обоснование.

Вариант А не обеспечивает малую полуширину импульса нейтронов, которая требует высокую линейную скорость отражателя около активной зоны. Полуширина импульса нейтронов зависит от линейной скорости v как $1/v^{2/3}$.

Вариант В подходит, так как малая полуширина нейтронного импульса 200 мкс обеспечивается высокой частотой вращения основной лопасти 1500 оборотов в минуту, а частота следования нейтронных импульсов определяется частотой вращения дополнительной лопасти 300 оборотов в мин.

Вариант Б подходит. Как и в варианте В частота следования нейтронных импульсов определяется частотой вращения дополнительной лопасти 300 оборотов в минуту. А малая полуширина нейтронного импульса определяется вращением двух лопастей в разные стороны, что дает высокую скорость введения реактивности в момент формирования импульса мощности.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Систему охлаждения реактора ИБР-2.

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

Ответ:

В качестве теплоносителя используется жидкий натрий при температуре 250 градусов Цельсия. Система охлаждения трехконтурная, двухпетлевая.

Жидкий натрий был выбран как теплоноситель, потому что он не замедляет нейтроны. Полуширина нейтронного импульса

$$\Theta_{1/2} \approx 1.4 \cdot \left(\frac{\tau}{\alpha v^2} \right)^{1/3} = 200 \text{ мкс}$$

Зависит от времени жизни мгновенных нейтронов τ .

Технология охлаждения реактора жидким натрием была отработана в Физико - Энергетическом Институте г. Обнинск на стационарном реакторе БР-10. Для прокачки натрия используются электромагнитные насосы. Первый контур охлаждает реактор и состоит из петли А и Б (резервирование). Натрий в первом контуре радиоактивный (содержит радиоактивный Na^{24} с периодом полураспада 15 часов. Натрий первого контура передает в теплообменнике тепло натрию второго контура. Второй контур также состоит из петли А и Б. Натрий второго контура передает тепло в воздух через два теплообменника натрий-воздух (третий открытый контур, петля А и Б). Натрий второго контура не радиоактивен. Соответственно, при протечках в теплообменниках натрий-воздух выброс радиоактивных веществ в атмосферу не возможен.

Разработчик: д.ф.-м.н., Киселев М.А.

Методика нейтронной рефлектометрии

Семестр – 2

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 34 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 17 ч

Часов самостоятельная работа студента - 38 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные численно-математические методы, применяемые в фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтронографии</p> <p><u>Уметь</u> применять математические методы при решении поставленных научных задач фундаментальной и прикладной ядерной физики и нейтронографии</p> <p><u>Владеть</u> современными численно-математическими методами при решении задач профессиональной деятельности в области фундаментальной и прикладной ядерной физики</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	Каково условие адиабатичности при прохождении нейтроном участка с поворотом вектора магнитного поля?	1	$B(z) \cdot \sin(\varphi(z)) \neq 0$

Б	Каково условие отличия от нуля коэффициента отражения нейтронов с переворотом спина?	2	$\omega_L \gg \omega_0$
В	Каково условие отсутствия рецикличности при работе нейтронного прерывателя?	3	$B(z) \cdot \sin(\varphi(z)) = 0$
		4	$\lambda_{max} \leq \frac{\Delta\tau[\text{мкс}]}{252.7 \cdot L[\text{м}]}$

КЛЮЧ:

А-2, Б-1, В-4

Компетенции	ПК-1
-------------	------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Описать порядок работы с экспериментальными данными в нейтронной рефлектометрии, определяющий алгоритм определения параметров структуры:

1. Перестроить зависимость коэффициента отражения нейтронов от длины волны в $R(l)$ зависимость коэффициента отражения нейтронов от переданного волнового вектора $R(Q_z)$.
2. Получить зависимость интенсивности отраженных нейтронов от длины волны $I(l)$.
3. Провести модельный расчет коэффициента отражения нейтронов для номинальных параметров структуры.
4. При подгонке модельного расчета к экспериментальным данным задать параметры нейтронного фона, инструментального разрешения.
5. Провести подгонку модельного расчета к экспериментальным данным, определить параметры структуры.
6. Построить коэффициент отражения нейтронов $R(l) = I(l)/I'(l)$
7. Получить зависимость интенсивности нейтронного пучка (без образца) от длины волны $I'(l)$.

ОТВЕТ: 2, 7, 6, 1, 4, 3, 5

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Какое свойство нейтронов позволяет использовать рефлектометрию поляризованных нейтронов (РПН) для изучения магнитных материалов?

- а) Нейтрон обладает электрическим дипольным моментом.
- б) Нейтроны имеют массу, сравнимую с массой протона.
- в) Нейтроны обладают магнитным моментом.
- г) Нейтроны не взаимодействуют с веществом.

2. Какую информацию можно получить из анализа данных РПН?

- а) Только толщину слоев в многослойной структуре.
- б) Только химический состав образца.
- в) Глубинный профиль ядерной и магнитной плотности рассеяния.
- г) Только температуру Кюри материала.

3. Что измеряется в эксперименте РПН?

- а) Энергия нейтронов, прошедших через образец.
- б) Угловая (или длинноволновая) зависимость интенсивности отраженного нейтронного пучка для двух поляризационных состояний. (Правильный)
- с) Время пролета нейтронов через образец.
- д) Пространственное распределение нейтронов после прохождения через образец.

4. . Какая математическая функция обычно используется для моделирования профиля плотности рассеяния на границе раздела двух материалов в РПН? ?

- а) Функция Гаусса.
- б) Функция Лоренца.
- в) Сигмоидная функция (тангенс гиперболический).
- г) Полиномиальная функция.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	в	В	б	в
Компетенции	ПК-1,	ПК-1,	ПК-1,	МПК-3

1. При каких условиях при одномерном рассеянии нейтрона со спином возможен процесс переворота спина ?

- а)
- $M_z = 0, M_x = 0, M_y = 0;$
- б) $M_z = 0, M_x \neq 0, M_y = 0;$
- в) $M_z \neq 0, M_x = 0, M_y = 0;$
- г) $M_z = 0, M_x = 0, M_y \neq 0;$
- д) $M_z \neq 0, M_x = 0, M_y \neq 0;$

Ключ к тесту: б г д

Компетенции	ПК-1
-------------	------

Обоснование:

Для процессов без переворота спина можно записать:

$$R^{\pm} \sim SLD(z) \pm B(z)\cos[\varphi(z)]$$

Для процессов с переворотом спина:

$$R^{\pm} \sim B(z)\sin[\varphi(z)]$$

Спин флип происходит, если в системе есть неколлинеарная намагниченность, т.е. $M_x \neq 0$ и (или) $M_y \neq 0$.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Определить волновое уравнение для взаимодействия поляризованных нейтронов со слоистой системой

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

Ответ:

Исходим из того что нейтрон является плоской волной:

$$\psi_0(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t) = \exp(i\mathbf{k}\mathbf{r})$$

Общее волновое уравнение можно представить в виде:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(\mathbf{r}, t) = \left[-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta + U(\mathbf{r}, t) \right] \Psi(\mathbf{r}, t)$$

В случае взаимодействия нейтрона со слоистой системой можно принять, что процесс стационарный и одномерный:

$$\left[\frac{d^2}{dx^2} - u_0 \theta(x > 0) + k^2 \right] \psi(x) = 0$$

Поскольку нейтрон частица со спином $\frac{1}{2}$, тогда запишем:

$$\left(-\frac{\partial^2}{\partial x^2} + u_0 \theta(x > 0) + 2\sigma \mathbf{B} \theta(x > 0) - k^2 \right) |\Psi(x)\rangle = 0$$

Разработчик: к.ф.- м.н., Жакетов В.Д.

Практикум «Исследовательские установки ЛНФ ОИЯИ»

Семестр – 2

Зачетных единиц – 3

Общая трудоемкость – 108 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 51 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 34 ч

Часов самостоятельная работа студента - 57 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> устройство и принцип работы основных исследовательских установок ЛНФ ОИЯИ.</p> <p><u>Уметь</u> обрабатывать и анализировать данные, полученные с исследовательских установок ЛНФ ОИЯИ.</p> <p><u>Владеть</u> методами проведения физических исследовательских экспериментов с использованием установок ЛНФ ОИЯИ.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Характеристика		Метод	
	Структура нанеоднородностей		Нейтронная дифракция
	Спектр фононных возбуждений в кристалле		Малоугловое рассеяние нейтронов
	Структура кристаллов		Нейтронная рефлектометрия
	Структура плоских поверхностей и границ раздела определяются		Неупругое рассеяние нейтронов

КЛЮЧ: А-2, Б-4, В-1, Г-3

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Установить правильную последовательность действий при физическом пуске реактора:

1. Загрузить кассеты имитаторы в реактор;
2. Загрузить источник нейтронов
3. Включить пусковую аппаратуру;
4. Загрузить первую порцию топливных кассет;
5. Начать строить кривую экстраполяции на запаздывающую критичность;
6. Взвести аварийную защиту реактора;
7. Загрузить вторую порцию топливных кассет;
8. Определить по кривой экстраполяции количество кассет необходимое для достижения критического состояния реактора
9. Закончить загрузку кассет и закрыть реактор колпаком.
10. Последовательно загружая кассеты и строя кривую экстраполяции приблизиться к уровню критичности
11. Переместить камеры деления пусковых каналов в положение, которое соответствует появлению сигнала «Начало работы» пусковых каналов

12. Дальнейший выход на критичность продолжить перемещением органов регулирования с пульта реактора с построением кривой экстраполяции на запаздывающую критичность

13. Определить положение критичности при появлении периода разгона реактора.

ОТВЕТ: 1, 2, 3, 11, 6, 4, 7, 5, 8, 10, 9, 12, 13

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Тепловые нейтроны имеют энергию:

- а) ~100 МэВ
- б) ~10 эВ
- в) ~10 мэВ
- г) ~0.1 мэВ

2. Условие на дифракцию Брэгга-Вульфа имеет вид:

- а) $2d \sin \varphi = n\lambda$
- б) $3d \sin \varphi = n\lambda$
- в) $4d \sin \varphi = n\lambda$
- г) $5d \sin \varphi = n\lambda$

3. Вектор рассеяния в приближении плоских волн есть:

- а) Сумма волновых векторов рассеянной и падающей волн
- б) Разность волновых векторов рассеянной и падающей волн
- в) Скалярное произведение волновых векторов рассеянной и падающей волн
- г) Векторное произведение волновых векторов рассеянной и падающей волн

4. Частота импульсного реактора ИБР-2, ОИЯИ, составляет:

- а) 2 Гц
- б) 5 Гц
- в) 10 Гц
- г) 30 Гц

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	В	А	б	б
Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3	ОПК-1, ПК-1, МПК-3	ОПК-1, ПК-1, МПК-3	ОПК-1, ПК-1, МПК-3

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

Какие варианты реализации конструкции модулятора реактивности подходят для реактора с частотой следования импульсов мощности 5 Герц и полуширины импульса быстрых нейтронов 200 мкс.

- А) Одна лопасть, вращающаяся с частотой 300 оборотов в минуту
- Б) Две лопасти, вращающиеся навстречу друг друга. Основная – вращающаяся с частотой 600 оборотов в минуту и дополнительная - вращающаяся с частотой 300 оборотов в минуту.
- В) Две лопасти, вращающиеся в одну сторону. Основная – вращающаяся с частотой 1500 оборотов в минуту и дополнительная - вращающаяся с частотой 300 оборотов в минуту.

Ключ к ответу: Б, Г

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

Обоснование:

Вариант А не обеспечивает малую полуширину импульса нейтронов, которая требует высокую линейную скорость отражателя около активной зоны. Полуширина импульса нейтронов зависит от линейной скорости v как $1/v^{2/3}$.

Вариант В подходит, так как малая полуширина нейтронного импульса 200 мкс обеспечивается высокой частотой вращения основной лопасти 1500 оборотов в минуту, а частота следования нейтронных импульсов определяется частотой вращения дополнительной лопасти 300 оборотов в мин.

Вариант Б подходит. Как и в варианте В частота следования нейтронных импульсов определяется частотой вращения дополнительной лопасти 300 оборотов в минуту. А малая полуширина нейтронного импульса определяется вращением двух лопастей в разные стороны, что дает высокую скорость введения реактивности в момент формирования импульса мощности.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

Для уменьшения потерь нейтронов в пучке на некоторой установке из-за рассеяния и поглощения в воздушный пролет длины L вставляют вакуумную трубу с торцами из Al толщиной d . Начиная с какой длины L такая вставка выгодна для заданной длины волны нейтрона?

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-3
-------------	--------------------

Ответ:

Ослабление пучка за счет поглощения среды:

$$T = \exp(-S_t),$$

где $S_{tot} = S_a + S_s$ – суммарное (поглощение плюс рассеяние) макроскопическое сечение среды, а t – длина оптического пути в среде.

Для воздуха (среда 1) имеем:

$$T_1 = \exp(-S_{tot1}L)$$

Для вакуумной трубы с двумя торцами из Al (среда 2) имеем:

$$T_2 = \exp(-2S_{tot2}d)$$

Приравнивая, получаем:

$$S_{tot1}L = 2S_{tot2}d$$

Откуда минимальная длина L , с которой вакуумная вставка выгодна, составляет:

$$L = 2d (S_{tot2}/S_{tot1})$$

Разработчик: д.ф.-м.н., Авдеев М.В.

Методы исследования липидных наноструктур

Семестр – 2

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 34 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 17 ч

Часов самостоятельная работа студента - 38 ч

Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в области фундаментальной и прикладной ядерной физики.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления фундаментальной и прикладной ядерной физики, создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей, определять их недостатки и несоответствия</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

Какой метод наиболее подходит для исследования структуры?

Объект исследования		Метод	
А	Липидный монослой на поверхности воды.	1	Рентгеновское малоугловое рассеяние.
Б	Однослойные липидные везикулы в водных растворах дисахаридов.	2	Малоугловое рассеяние нейтронов.
В	Однослойные липидные везикулы в тяжелой воде.	3	Дифракция нейтронов
Г	Многослойные мембраны на кварцевых подложках	4	Рентгеновская рефлектометрия.

КЛЮЧ: А-4, Б-1, В-2, Г-3

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

Определить последовательность приготовления однослойных везикул ДМФХ диаметром 50 нм в тяжелой воде с концентрацией 1 % по весу методом экструзии через ядерные фильтры с диаметром пор 50 нм.:

1. Пропустить раствор через ядерный фильтр;
2. Эппедорф взболтать до появления молочного цвета;
3. Нагреть эппедорф выше температуры фазового перехода (23°C) на $15 - 20^{\circ}\text{C}$;
4. Растворить 20 мг ДМФХ в 1,98 г тяжелой воды (в пробирке эппедорф);
5. Пропуская через фильтр добиться прозрачности раствора;
6. Повторно нагреть раствор выше температуры фазового перехода (23°C) на $15 - 20^{\circ}\text{C}$;
7. Вылить полученный прозрачный раствор в кварцевую кювету для измерения на установке малоуглового рассеяния нейтронов;

ОТВЕТ: 4, 3, 2, 1, 6, 5, 7

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Чему равны фазы структурного фактора центросимметричного бислоя в дифракционных нейтронных экспериментах на плоских многослойных липидных мембранах?

- а) порядку отражения;
- б) плюс 1 или минус 1;
- в) плюс 1;
- г) минус 1.

2. Как рассчитать структурный фактор F_h липидного бислоя в дифракционных нейтронных экспериментах на плоских многослойных липидных мембранах?

- а) $F_h = (h I_h)$
- б) $F_h = (h I_h)^2$

в) $F_h = (h I_h)^{1/2}$

г) $F_h = (h I_h)^{3/2}$.

3. Какое количество измерений с вариацией контраста достаточно для определения знака структурного фактора в дифракционных нейтронных экспериментах на плоских многослойных липидных мембранах?

а) ~ три

б) ~ два;

в) ~ четыре

г) ~ пять

4. Пространственное разрешение дифракционного эксперимента зависит от количества измеренных дифракционных пиков h как ?

а) $1/h^{1/2}$

б) $1/h^2$

в) $1/h$

г) $1/h^{3/2}$

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	б	в	а	в

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какие параметры однослойной липидной везикулы можно определить в малоугловом рентгеновском эксперименте?

а) толщину липидного бислоя

б) положение отдельной CH_2 группы в липидном бислое

- в) положение фосфатной группы в области полярных голов
- г) толщину области полярных голов
- д) толщину области углеводородных хвостов

Ключ к тесту: а г д

Обоснование:

Определение положения отдельных молекулярных групп требует высокого пространственного разрешения. Пространственное разрешение D_x малоуглового эксперимента определяется максимальным значением измеренного вектора рассеяния q_{\max} как $D_x = \lambda / q_{\max}$. В синхротронном эксперименте $q_{\max} = 0.4 \text{ \AA}^{-1}$, соответственно $D_x \gg 8 \text{ \AA}$. Это недостаточно для определения положения отдельных молекулярных групп.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Применение малоуглового рассеяния нейтронов SANS и малоуглового рассеяния рентгеновских лучей SAXS для исследования структуры однослойных липидных везикул. Преимущества и недостатки.

Ответ:

Главное преимущество малоуглового рассеяния нейтронов заключается в возможности усиливать контраст (разность в плотности длины рассеяния нейтрона липидной молекулой и водой) за счет замены H_2O на D_2O . Вторым преимуществом является возможность дейтерирования отдельных молекулярных групп липида. Это дает возможность определять положение этих групп в липидном бислое. Недостатком малоуглового рассеяния нейтронов является некогерентный фон от ядер водорода, содержащихся в липидной молекуле, что ограничивает максимальное значение измеренного вектора рассеяния q_{\max} как $D_x = \lambda / q_{\max}$. В нейтронном эксперименте $q_{\max} = 0.3 \text{ \AA}^{-1}$, соответственно $D_x \gg 10.5 \text{ \AA}$. В синхротронном эксперименте $q_{\max} = 0.4 \text{ \AA}^{-1}$, соответственно $D_x \gg 7.9 \text{ \AA}$.

Главным преимуществом малоуглового рентгеновского эксперимента на синхротронных источниках являются высокие потоки синхротронного излучения относительно нейтронного. Плотность электронов в воде примерно равна плотности электронов в липидной молекуле, что дает низкий контраст. Это существенный недостаток. Однако, использование вместо воды водных растворов дисахаридов (мальтоза, сахароза) позволяет решить эту проблему.

Разработчик: д.ф.- м.н., Киселев М.А.

Методика малоуглового рассеяния

Семестр – 2

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 34 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 17 ч

Часов самостоятельная работа студента - 38 ч

Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные численно-математические методы, применяемые в методике малоуглового рассеяния</p> <p><u>Уметь</u> применять математические методы при решении поставленных научных задач в методике малоуглового рассеяния</p> <p><u>Владеть</u> современными численно-математическими методами при решении задач профессиональной деятельности в методике малоуглового рассеяния</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения:

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Размерность объекта		Закон Гинье	
A	1D	1	$I \sim \exp(-3/5 (R_g q)^2)$
Б	2D	2	$I \sim \exp(- (R_g q)^2)$
В	3D	3	$I \sim \exp(-1/3 (R_g q)^2)$

		4	$I \sim \exp(-1/2 (R_g q)^2)$
--	--	---	-------------------------------

КЛЮЧ: А-2, Б-4, В-3

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. В рамках стационарного подхода для решения задачи рассеяния неподвижным силовым центром – потенциалом конечного радиуса $V(r)$ т.е. для получения измеряемой величины – дифференциального сечения рассеяния установите правильный порядок действий:

1. Построить гамильтониан;
2. Выразить амплитуду рассеяния через потенциал и волновую функцию рассеяния;
3. Получить выражение для функции Грина свободной частицы и ее асимптотику на больших расстояниях;
4. записать выражение для граничных условий на больших расстояниях;
5. записать интегральное уравнение Липпмана-Швингера для волновой функции рассеяния;
6. записать стационарное уравнение Шредингера для волновой функции;
7. выразить дифференциальное сечение как отношение потоков

ОТВЕТ: 1, 6, 4, 5, 3, 2, 7

Компетенции	ПК-1
-------------	------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Выберите показатель степенной зависимости в законе Порода (асимптотика больших векторов рассеяния):

а) -1

- б) -2
- в) -3
- г) -4

2. Задача эксперимента по малоугловому рассеянию:

- а) Определение коэффициента поглощения неоднородностью
- б) Определение координат атомов внутри неоднородности
- в) Нахождение распределения плотности длины рассеяния внутри неоднородности
- г) Определение показателя преломления на границе неоднородности

3. Выберите показатель степенной зависимости рассеяния на стержнеобразных неоднородностях:

- а) -1
- б) -2
- в) -3
- г) -4

4. Выберите показатель степенной зависимости рассеяния на полимерных гауссовых клубках (модель случайного блуждания):

- а) -1
- б) -2
- в) -3
- г) -4

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	г	в	а	б
Компетенции	ПК-1,	ПК-1,	МПК-3	МПК-3

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какие выражения дают правильное соотношение амплитуды рассеяния f и длины рассеяния a при малых энергиях?

а) $f|_{E \rightarrow 0} = -a, a > 0;$

б) $f|_{E \rightarrow 0} = a$; a – любое;

в) $f|_{E \rightarrow 0} = |a|$;

г) $f|_{E \rightarrow 0} = -a$, $a < 0$;

д) $f|_{E \rightarrow 0} = -a$; a – любое;

Ключ к тесту: а г д

Компетенции	ПК-1
-------------	------

Обоснование:

Парциальная амплитуда рассеяния связана с фазой рассеяния

$$f_l(k) \sim \{ \exp(2i\delta_l(k)) - 1 \} / 2ik,$$

с учетом того, что при $k \rightarrow 0$ вклад дает только компонента фазы с $l = 0$, а длина рассеяния по определению есть

$$a = \lim_{k \rightarrow 0} (-\delta_0(k)/k),$$

длина рассеяния может как положительной, так и отрицательной.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Получить формулу для структурного фактора рассеяния в приближении свободных твердых шаров R с объемной долей j (формула Дебая для структурного фактора). Указать условие на верхнюю границу применимости данной формулы.

Компетенции	ПК-1, МПК-3
-------------	-------------

Ответ:

Парная корреляционная функция (функция радиального распределения) для равновесного ансамбля твердых шаров в приближении Перкуса-Евика:

$$g(r) = 0, r < 2R;$$

$$g(r) = 1, r > 2R.$$

По определению структурный фактор рассеяния для изотропного потенциала взаимодействия в 3D случае:

$$S(q) - 1 = 4\pi n \int_0^{\infty} (g(r) - 1) \frac{\sin(qr)}{qr} r^2 dr$$

где n – концентрация шаров в объеме.

Откуда получаем:

$$S(q) = 1 - 4\pi n \int_0^{2R} \sin(qr) r^2 dr = 1 - 4\pi n \frac{\sin(2Rq) - 2Rq \cos(2Rq)}{q^3}$$

Вводя функцию:

$$\Phi(x) = 3 \frac{\sin(x) - x \cos(x)}{x^3}$$

и используя определение объемной доли:

$$j = nV,$$

где $V = 4/3 \pi R^3$ – объем одного шара, получаем

$$S(q) = 1 - 8\varphi \Phi(2Rq)$$

Дифференциальное сечение рассеяния не может быть отрицательным. Верхняя граница на j следует из условия:

$$S(q) > 0$$

откуда

$$j < 1/8$$

Разработчик: д.ф.- м.н., Авдеев М.В.

Нейтронная ядерная физика

Семестр – 2

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 34 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 17 ч

Часов самостоятельная работа студента - 38 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-2	<p><u>Знать</u> основные типы и особенности реакций с нейтронами, а также виды и характеристики реакций с гамма-квантами.</p> <p><u>Уметь</u> описывать процессы в реакциях с нейтронами и гамма-квантами.</p> <p><u>Владеть</u> методами, применяемыми в экспериментальных исследованиях реакций с нейтронами и гамма-квантами, в том числе для анализа таких экспериментов.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения:

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	Формула для сечения упругого рассеяния нейтрона с волновым вектором k на ядре со спином I , характерным радиусом a в области изолированного резонанса с энергией E_r , полной шириной Γ , ронной шириной Γ_n , радиационной шириной Γ_γ и спином составного ядра J .	1	$\frac{2J+1}{2(2I+1)} \frac{\pi}{k^2} \frac{\Gamma_n \Gamma_\gamma}{(E - E_r)^2 + \Gamma^2/4}$
Б	Формула для сечения радиационного захвата нейтрона с волновым вектором k на ядре со спином I , характерным радиусом a в области изолированного резонанса с энергией E_r , полной шириной Γ , ронной шириной Γ_n , радиационной шириной Γ_γ и спином составного ядра J .	2	$\frac{2J+1}{2(2I+1)} \frac{\pi}{k^2} \frac{\Gamma_n^2}{(E - E_r)^2 + \Gamma^2/4}$
В	Формула для сечения неупругого рассеяния нейтрона с волновым вектором k на ядре со спином I , характерным радиусом a в области изолированного резонанса с энергией E_r , полной шириной Γ , ронной шириной Γ_n , радиационной шириной Γ_γ и спином составного ядра J .	3	$\frac{2J+1}{2(2I+1)} \left(\frac{\pi}{k^2} \frac{\Gamma_n^2}{(E - E_r)^2 + \Gamma^2/4} + 4\pi a^2 + \frac{4\pi a}{k} \frac{\Gamma_n (E - E_r)}{(E - E_r)^2 + \Gamma^2/4} \right)$
		4	$\frac{2J+1}{2(2I+1)} \frac{\pi}{k^2} \frac{\Gamma_n \Gamma_\gamma}{(E - E_r)^2 + \Gamma^2/4} + 4\pi a^2$

КЛЮЧ: А-3, Б-1, В-2

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-2
-------------	--------------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Укажите правильную последовательность физических процессов в источнике нейтронов на основе электронного ускорителя:

1. Торможение электронов;
2. Замедление нейтронов;
3. Эмиссия электронов;
4. Возникновение реакций деления;
5. Возбуждение ядер;
6. Ускорение электронов;
7. Излучение гамма-квантов;
8. Испускание нейтронов.

ОТВЕТ: 3, 6, 1 и 7, 5, 8, 2

Компетенции	ПК-1, МПК-2
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Каков порядок характерной длины волны тепловых нейтронов?

- а) менее 1 ферми;
- б) порядка ангстрема;
- в) порядка нанометра;
- г) порядка микрона.

2. В чём отличительная черта нейтронов, называемых «ультрахолодными»?

- а) Кинетическая энергия этих нейтронов соответствует температуре менее 1К.
- б) Они прошли через холодный замедлитель.
- в) Испытывают упругое отражение от границы вакуум-вещество при любом угле падения.
- г) Они рассеялись на холодном образце.

3. Какие источники являются наиболее интенсивными для исследований на пучках нейтронов?

- а) Источники на основе ускорителей электронов.
- б) Взрывы сверхновых звёзд.
- в) Коллайдеры тяжелых ионов
- г) Исследовательские ядерные реакторы и источники на основе протонных ускорителей.

4. Сечение какого процесса является доминирующим при взаимодействии тепловых нейтронов с поликристаллами?

- а) Сечение упругого когерентного рассеяния.
- б) Сечение неупругого когерентного рассеяния.
- в) Сечение упругого некогерентного рассеяния.
- г) Сечение неупругого некогерентного рассеяния.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	б	в	г	а
Компетенции	ПК-1, МПК-2	ПК-1, МПК-2	ОПК-1, ПК-1,	ПК-1, МПК-2

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какие выражения дают правильное соотношение амплитуды рассеяния f и длины рассеяния a при малых энергиях?

- а) $f|_{E \rightarrow 0} = -a, a > 0$;
- б) $f|_{E \rightarrow 0} = a$; a – любое;
- в) $f|_{E \rightarrow 0} = |a|$;
- г) $f|_{E \rightarrow 0} = -a, a < 0$;
- д) $f|_{E \rightarrow 0} = -a$; a – любое;

Ключ к тесту: а г д

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-2
-------------	--------------------

Обоснование:

Парциальная амплитуда рассеяния связана с фазой рассеяния

$$f_l(k) \sim \{\exp(2i\delta_l(k)) - 1\}/2ik,$$

с учетом того, что при $k \rightarrow 0$ вклад дает только компонента фазы с $l = 0$, а длина рассеяния по определению есть

$$a = \lim_{k \rightarrow 0} (-\delta_0(k)/k),$$

длина рассеяния может как положительной, так и отрицательной.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Оценить вероятность регистрации ϵ УХН со скоростью 4 м/с при изотропном падении на газовый гелиевый детектор в виде плоского слоя толщиной $D=3$ см с давлением гелия P_{He} 10 мбар, входным окном из $d=100$ мкм алюминия (граничная скорость $v_{tr}^{Al}=3,2$ м/с) и задней стенкой из нержавеющей стали (граничная скорость 6,8 м/с).

Компетенции	МПК-2
-------------	-------

Ответ:

Из-за рассеяния на границе фольги и учитывая, что энергия нейтронов больше граничной энергии алюминия, но менее граничной энергии нержавеющей стали, вероятность регистрации можно оценить как произведение двух сомножителей: вероятности прохождения сквозь фольгу, которая зависит от перпендикулярной составляющей скорости p_{tr} ; и вероятности захвата гелием при прохождении через объем детектора p_a с учётом, что нейтрон прошедший объём детектора отразится от задней стенки.

$$\epsilon = p_{tr} p_a$$

С учётом изотропности углового распределения:

$$p_{tr} = \int_0^{v_{tr}^{Al}/v} d(\cos\theta) \left(1 - e^{-1 - e^{-n_{Al}\sigma_a^{Al}d/\cos\theta} \sigma_a^{Al} \cdot (2200/4) \cdot d/\cos\theta} \right),$$

$$p_a = e^{-P_{He} N_L \sigma_a^{He} (2200/4) D \cdot 2 \cdot 2}$$

n_{Al} - объемная концентрация ядер алюминия;

σ_a^{Al} - сечение захвата нейтронов ядрами алюминия в тепловой точке (2200 м/с);

N_L - число Лошмидта;

σ_a^{He} - сечение захвата нейтронов ядрами гелия-3 в тепловой точке (2200 м/с).

Множитель $2200 / v$ в показателе экспонент учитывает рост сечения захвата по закону $1/v$.

Фактор $2 \cdot 2$ в показателе экспоненты для P_a учитывает, что нейтрон может отразиться от задней стенки и что средний пробег при изотропном распределении для плоского слоя равен удвоенной толщине слоя.

Разработчик: д.ф.- м.н., Лычагин Е.В.

Физика взаимодействия ядер с ядрами

Семестр – 1
 Зачетных единиц – 2
 Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.
 Общая аудиторная нагрузка – 36 ч
 Лекций – 18 ч
 Семинаров – 18 ч
 Часов самостоятельная работа студента - 36 ч
 Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> особенности реакций с тяжелыми ионами.</p> <p><u>Уметь</u> в общем описывать процессы и реакции с участием тяжелых ионов.</p> <p><u>Владеть</u> математическим и физическим аппаратом, необходимым для описания взаимодействий с тяжелыми ионами.</p>
МПК-2	<p><u>Знать</u> порядок организации научного исследования в области фундаментальной и прикладной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> проводить работу с источниками информации для подготовки плана научного исследования в области фундаментальной и прикладной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> методами научного исследования в области фундаментальной и прикладной ядерной физики</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения:

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
	Для определения сечения слияния в реакции $^{12}\text{C}+^{40}\text{Ca}$ при энергиях вблизи кулоновского барьера необходимо зарегистрировать?		продукты реакций многонуклонных передач
	Продукты каких реакций будут в основном регистрироваться для системы $^{238}\text{U}+^{248}\text{Cm}$ при энергиях вблизи кулоновского барьера?		остатки испарения
	Для определения сечения слияния в реакции $^{54}\text{Cr}+^{238}\text{U}$ необходимо прежде всего зарегистрировать?		продукты фрагментации
			осколки слияния-деления

КЛЮЧ: А-2, Б-1, В-4

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-2
-------------	--------------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. В рамках динамического подхода, основанного на уравнениях Ланжевена, применяемого для расчетов дифференциального сечения реакций передач, установите правильный порядок действий:

1. Промоделировать процесс девозбуждения продуктов реакции;

2. Многократно повторить решение системы уравнений для выбранного диапазона прицельных параметров;
3. Записать систему уравнений Ланжевена;
4. Определить начальные и граничные условия;
5. Выбрать коллективные степени свободы системы;
6. Отобрать события с учетом экспериментальных ограничений на регистрацию продуктов реакции по углам, энергиям, массам и т.д.;
7. Определить дифференциальное сечение исследуемого процесса

ОТВЕТ: 5, 3, 4, 2, 1, 6, 7

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-2
-------------	--------------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Какой процесс описывает ядерное трение?

- а) Переход энергии коллективного движения в другие виды возбуждений;
- б) Переход одночастичных возбуждений в коллективные;
- в) Испарение частиц;
- г) Упругое рассеяние;

2. Какие моды коллективных возбуждений стоит выбрать в методе связанных каналов для реакции $^{48}\text{Ca} + ^{238}\text{U}$?

- а) Кальций – вращения, уран – вращения;
- б) Кальций – колебания, уран – вращения;
- б) Кальций – колебания, уран - колебания;
- г) Кальций – вращения, уран – колебания;

3. Какой канал реакции будет доминирующим в реакции $^{40}\text{Ar} + ^{232}\text{Th}$ при энергии в районе кулоновского барьера?

- а) Квазиделение;
- б) Слияние-деление;
- в) Глубоко неупругое рассеяние;**
- г) Фрагментация;

4. Какой канал является основным каналом девозбуждения высоковозбужденного ядра средних масс?

- а) Испарение протонов;
- б) Мультифрагментация;
- в) Испарение нейтронов;
- г) Квазиделение;

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	а	б	в	в
Компетенции	ОПК-1, ПК-1,	ПК-1, МПК-2	ПК-1, МПК-2	ПК-1, МПК-2

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Охарактеризуйте реакцию $^{48}\text{Ca}+^{249}\text{Cf}$ в сравнении с реакцией $^{86}\text{Kr}+^{208}\text{Pb}$, ведущих к образованию 118 элемента?

- а) экспериментально зарегистрировано образование изотопов 118 элемента в обеих реакциях;
- б) энергия слияния (Q -реакции) по модулю ниже в реакции $^{48}\text{Ca}+^{249}\text{Cf}$;
- в) реакция $^{86}\text{Kr}+^{208}\text{Pb}$ позволяет получить изотопы с большим числом нейтронов;
- г) вероятность слияния ядер выше для реакции $^{48}\text{Ca}+^{249}\text{Cf}$;
- д) При энергиях вблизи кулоновского барьера вероятность выживания составного ядра будет выше для реакции $^{86}\text{Kr}+^{208}\text{Pb}$;

Ключ к тесту: б г д

Компетенции	, ПК-1, МПК-2
-------------	---------------

Обоснование:

Реакция $^{48}\text{Ca}+^{249}\text{Cf}$ относится к реакциям горячего слияния, а реакция $^{86}\text{Kr}+^{208}\text{Pb}$ – к реакциям холодного слияния.

Реакции холодного слияния характеризуются невысокой энергией возбуждения составных ядер (большой по модулю энергии слияния) из-за повышенной энергии связи мишени ^{208}Pb . Поэтому при энергиях вблизи кулоновского барьера реакции холодного слияния характеризуются большей вероятностью выживания образующихся составных ядер по сравнению с реакциями горячего слияния.

В то же время, вероятность слияния ядер, как правило, выше для более асимметричных реакций, т.е. будет выше для реакции $^{48}\text{Ca}+^{249}\text{Cf}$.

Самым тяжелым элементом, синтезированным в реакциях холодного слияния, является нихоний – элемент 113. Элемент 118 – оганесон, был открыт в ОИЯИ в реакции $^{48}\text{Ca}+^{249}\text{Cf}$.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Какую энергию реакции слияния тяжелых ионов следует выбрать для повышения сечения синтеза сверхтяжелых элементов.

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-2
-------------	--------------------

Ответ:

Сечение синтеза сверхтяжелого элемента определяется как

$$\sigma_{E \gg R} = \frac{\pi \hbar^2}{2\mu E} \sum_l (2l+1) P_{\text{конт.}}(l, E) P_{\text{слияние}}(l, E) P_{\text{выживание}}(l, E)$$

С одной стороны, вероятность контакта ядер $P_{\text{конт.}}$ будет экспоненциально падать при уменьшении энергии ниже барьера взаимодействия ядер. Выше барьера – это относительно слабо меняющаяся величина. С другой стороны, вероятность выживания ядер $P_{\text{выживание}}$ быстро падает при увеличении энергии возбуждения составного ядра. Наконец, зависимость

вероятности слияния ядер $P_{\text{слияние}}$ от энергии реакции мало изучена. Таким образом оптимум энергии находится в районе кулоновского барьера взаимодействия снаряда и мишени.

Разработчик: д.ф.- м.н., Карпов А.В.

Неупругое рассеяние нейтронов

Семестр – 3

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в области фундаментальной и прикладной ядерной физики.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления фундаментальной и прикладной ядерной физики, создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей, определять их недостатки и несоответствия</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения:

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	Какие необходимые основные элементы есть у спектрометра неупругого рассеяния в прямой геометрии по времени пролёта на стационарном источнике нейтронов?	1	Прерыватель монохроматор.
Б	Какие необходимые основные элементы есть у спектрометра неупругого рассеяния в прямой геометрии по времени пролёта на импульсном источнике нейтронов?	2	Прерыватель пучка (делит непрерывный поток нейтронов на короткие импульсы).
В	Какие общие необходимые основные элементы есть у спектрометра неупругого рассеяния в прямой геометрии по времени пролёта на стационарном источнике нейтронов и импульсном источнике нейтронов?	3	Система окружения образца
		4	Детекторная система

КЛЮЧ: **А-2,1,3,4 Б-1,3,4 В-1,3,4**

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

Для проведения эксперимента по неупругому рассеянию нейтронов (НРН) необходимо провести следующий набор необходимых действий

1. Выбрать объект исследований
2. Выбрать необходимое программное обеспечение для конвертации данных в желаемый формат
3. Оценить применимость возможных модельных интерпретаций, получаемых данных
4. Выбрать конфигурацию параметров спектрометра НРН как-то начальная энергия, энергетическое разрешение, температура образца и др.
5. Сделать короткое тестовое измерение и убедиться, что выбранные параметры спектрометра позволяют решить поставленную задачу.
6. Провести полноценное измерение спектров НРН.

Какова должна быть последовательность действий?

Ответ: 1, 4, 5, 6, 2, 3

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Какую характеристику исследуемого объекта позволяет установить измерения неупругого магнитного рассеяния нейтронов?

- а) Атомную структуру
- б) Транспортные свойства
- в) Спектр магнитных возбуждений
- г) Температуру плавления

2. Какой материал наиболее часто используется в системе анализа энергии рассеянных нейтронов на спектрометрах обратной геометрии, таких как спектрометр NEPA на ИБР 2?

- а) Монокристаллический цинк
- б) Высоко ориентированный пиролитический графит
- в) Монокристаллическая медь
- г) Монокристаллический кремний

3 Чем важен металлический ванадий для неупругого рассеяния нейтронов?

- а) даёт низкий фон
- б) позволяет нормировать данные в абсолютных единицах

- в) может служить эффективной защитой от нейтронного излучения
- г) является хорошим материалом для изготовления держателей образца

4. В чем основная разница между спектрометром НРН в прямой и обратной геометрии на импульсном источнике нейтронов?

- а) количестве детекторов
- б) невозможно нормировать данные в абсолютных единицах для спектрометра прямой геометрии
- в) в процессе эксперимента в прямой геометрии фиксируется энергия налетающих нейтронов и в случае обратной геометрии фиксируется энергия рассеянных нейтронов
- г) нет принципиальной разницы между двумя этими типами НРН инструментов

5. Для чего нужен охлаждаемый бериллиевый фильтр на НРН спектрометре в обратной геометрии?

- а) для подавления фона
- б) для подавления отражений высших порядков от кристалла монохроматора
- в) для повышения светосилы спектрометра
- г) для монохроматизации рассеянных нейтронов

6. Что дает наличие холодных и горячих источников нейтронов для экспериментов по неупругому рассеянию нейтронов?

- а) улучшает фоновые условия
- б) позволяет расширить область измерений спектров НРН до энергий недоступных при наличии только тепловых нейтронов
- в) повышает светосилу спектрометра
- г) улучшает степень монохроматизации нейтронов

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6
Правильный ответ	в	б	б	в	б	б
Компетенции	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ПК-1, МПК-1	ОПК-1, ПК-1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Наиболее популярными инструментами для проведения экспериментов по неупругому рассеянию нейтронов (НРН) являются спектрометры в прямой и обратной геометрии, какой из них предпочтительнее для измерения магнитного НРН и почему?

- а) Прямая геометрия
- б) Обратная геометрия

в) И то и другое могут использоваться для магнитного НРН

г) Ни тот, ни другой

Ключ к тесту: а

Компетенции	ОПК-1, ПК-1, МПК-1
-------------	--------------------

Обоснование:

Спектрометр в прямой геометрии имеет определенные преимущества для экспериментов по магнитному НРН связанные с гораздо более разнообразными конфигурациями параметров инструмента которые может установить экспериментатор в процессе проведения измерений. Как правило спектрометры в обратной геометрии имеют одну фиксированную конечную энергию (E_f), что приводит к невозможности измерения закона рассеяния $S(Q, \omega)$ в достаточно широкой контролируемой области передач импульса Q . Поэтому область применимости обратной геометрии для измерения магнитного НРН ограничены одно-ионным типом магнитных возбуждений, такими как например переходы между уровнями кристаллического электрического поля в соединениях РЗМ. Так как в случае прямой геометрии, начальная энергия (E_i) может быть выбрана произвольным образом, исходя из соображений целесообразности для данного исследуемого образца, то покрытие ($Q - \omega$) области позволяет уже мерить коллективные магнитные возбуждения наряду с одно-ионными.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

Как может помочь неупругое магнитное рассеяние нейтронов в понимании физики сверхпроводящих соединений, содержащих ионы РЗМ?

Компетенции	ОПК-1
-------------	-------

Ответ:

Известно, что наличие магнитной примеси в сверхпроводящем материале приводит к подавлению температуры сверхпроводящего перехода T_c . По теории Абрикосова и Горькова (АГ-модель) взаимодействие магнитного момента и спинов двух электронов в куперовской паре имеют различные знаки, и это является причиной понижения T_c в случае 3d магнитных

моментов. АГ-модель давала хорошее количественное описание зависимости T_c от концентрации магнитоактивных атомов. Однако, в случае 4f магнитных моментов предсказывала слишком быстрое подавление сверхпроводимости чем то, что наблюдалось в эксперименте. Расширение АГ-модели, учитывающее взаимодействие полного магнитного момента с орбитальным дало хорошее согласие и в этом случае. Но, позже было обнаружено, что наличие даже двух 4f-электронов у иона празеодима приводят к повышению T_c в 2.5 раза по сравнению с ионом, в котором нет такой пары. Объяснить возможную природу такого необычного влияния 4f моментов на T_c на основе расщепления основного мультиплета иона позволили исследования посредством неупругого магнитного рассеяния нейтронов (НМРН). Поскольку НМРН является прямым спектроскопическим методом, измеряемый закон рассеяния $S(Q, \omega)$ дает положения и интенсивности пиков, обусловленных переходами между уровнями. Это позволяет с высокой степенью достоверности определить значения параметров феноменологического гамильтониана и соответствующую схему уровней. Определенные параметры позволили установить наличие необычно большого значения квадрупольной восприимчивости, которая и обуславливает усиление взаимодействия электронов в куперовской паре.

Разработчик: к.ф.- м.н., Горемычкин Е.А.

Дозиметрия и радиационная безопасность

Семестр – 3

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-3	<p><u>Знать</u> новейшие достижения ядерной физики при организации научно-исследовательской деятельности</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в области фундаментальной и прикладной ядерной физики.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления фундаментальной и прикладной ядерной физики, создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей, определять их недостатки и несоответствия</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Прочитайте текст и установите соответствие.

Выполняемая задача		Формула условия	
А	Эквивалентная доза	1	$X=dq/dm$
Б	Поглощенная доза	2	$A=dN/dt=\lambda N=(0,693/T_{1/2})*N$
В	Активность радионуклида	3	$H_{T,R}=W_R*D_{T,R}$
		4	$D = dE / dm$

КЛЮЧ: А-3, Б-4, В-2

Компетенции	ПК-1, МПК-1
-------------	-------------

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Установите правильный порядок действий при оповещении о радиационной аварии:

1. Загерметизируйте вентиляционные отверстия, щели на окнах (дверях) и не подходите к ним без необходимости;
2. Для защиты органов дыхания используйте респиратор, ватно-марлевую повязку или подручные изделия из ткани, смоченные водой для повышения их фильтрующих свойств;
3. При получении указаний через СМИ проведите йодную профилактику, принимая в течение 7 дней по одной таблетке (0,125 г) йодистого калия, а для детей до 2-х лет – ¼ часть таблетки (0,04 г). При отсутствии йодистого калия используйте йодистый раствор: три-пять капель 5% раствора йода на стакан воды, детям до 2-х лет – одну-две капли;
4. Сделайте запас воды в герметичных емкостях. Открытые продукты заверните в полиэтиленовую пленку и поместите в холодильник (шкаф);
5. Находясь на улице, немедленно защитите органы дыхания платком (шарфом) и поспешите укрыться в помещении. Оказавшись в укрытии, снимите верхнюю одежду и обувь, поместите их в пластиковый пакет и примите душ;
6. Включите телевизор и радиоприемник для получения дополнительной информации об аварии и указаний местных властей;
7. Закройте окна и двери.

ОТВЕТ: 5, 7, 6, 1, 4, 2, 3

Компетенции	ОПК-3, ПК-1, МПК-1
-------------	--------------------

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1. Как называется дозиметрическая величина, равная произведению поглощенной дозы на коэффициент качества (взвешивающий фактор излучения)?

- а) эквивалентная доза - зависимость эффективности радиационного воздействия от типа излучения;
- б) керма - выделение кинетической энергии на единицу массы;
- в) поглощенная доза - величина энергии ионизирующего излучения (любого вида), переданная веществу;
- г) «реализуемая» доза.

2. Какой из методов используется для контроля радиационного фона в рабочих зонах?

- а) Метод газовой хроматографии
- б) Метод радиационного мониторинга
- в) Метод магнитной резонансной спектроскопии
- г) Метод оптической эмиссии

3. Основной предел эффективной дозы для населения не должен превышать какое значение?

- а) 10 Гр;
- б) 20 Зв;
- в) 5 мЗв;
- г) 150 мЗв.

4. В чем заключается Принцип обоснования?

- а) соблюдение норм радиационной безопасности;

- б) запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением;
- в) проведение работ с источниками ионизирующего излучения;
- г) выбор новых методов работы с источниками ионизирующего излучения.

Ключ

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	а	б	в	б
Компетенции	ОПК-3, ПК-1, МПК-1	ОПК-3, ПК-1, МПК-1	ОПК-3, ПК-1, МПК-1	ОПК-3, ПК-1, МПК-1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

1. Какие выражения дают правильное соотношение для значения поглощенной дозы за 10-летний период, если в организм человека попало 10 мг ^{55}Fe . Период полураспада ^{55}Fe $T_{1/2} = 2.9$ года. $Q = 0.22$ МэВ. Считать, что облучается примерно 1/3 часть тела весом 75 кг

- а) $0,14 \cdot 10^6$ Дж/кг;
- б) 1,3 Гр;
- в) 0,75 Зв;
- г) $0,14 \cdot 10^6$ Гр;
- д) $0,14 \cdot 10^8$ рад;

Ключ: а г д

Компетенции	ОПК-3, ПК-1, МПК-1
-------------	--------------------

Обоснование:

Определим какое количество изотопов ^{55}Fe распалось за 10 лет:

$$J = J_0 e^{-\frac{0,69t}{T_{1/2}}} = J_0 e^{-0,239t} = J_0 e^{-2,39} = 0,926$$

Из 10 мг за 10 лет распалось $10 - 0,926 = 9,074$ мг.

Число распавшихся ядер:

$$N_0 = \frac{9,074 \cdot 10^{-3}}{55} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 0,99 \cdot 10^{20}$$

Количество выделившейся энергии:

$$Q = 0,22 \cdot 0,99 \cdot 10^{20} = 2,19 \cdot 10^{19} \text{ МэВ} = 3,50 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

Чтобы найти энергию, отнесенную к единице массы, предполагая, что облучается примерно 1/3 часть тела весом 75 кг, т.е. 25 кг. Тогда:

$$D = \frac{3,5 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{25 \text{ кг}} = 0,14 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 0,14 \cdot 10^6 \text{ Гр} = 0,14 \cdot 10^8 \text{ рад.}$$

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Определить при какой концентрации плутония в воздухе n годовая доза от его попадания в легкие составит $D = 1,7 \cdot 10^{-6}$ Гр. Период полураспада Pu-239 $T_{1/2} = 2,4 \cdot 10^4$ лет. Масса легких $M_{л} = 0,5$ кг.

Для расчета принять:

- 1) в среднем человек вдыхает $V_0 = 0,01$ литров воздуха в минуту;**
- 2) в легких остается $\varepsilon = 0,01$ попавшего в организм при вдохе ^{239}Pu ;**
- 3) первоначально плутоний в легких отсутствовал.**

Компетенции	ОПК-3, ПК-1, МПК-1
-------------	--------------------

Ответ:

Распад ^{239}Pu приводит к появлению трех альфа-линий при энергиях E_α и с вероятностями распада, указанными в таблице:

$E_\alpha, \text{ МэВ}$	$P_\alpha, \%$
<u>5.107</u>	<u>11.5</u>
<u>5.145</u>	<u>15.1</u>
<u>5.157</u>	<u>078.3</u>

Средняя энергия α -частиц распада $\bar{E}_\alpha \approx 5 \text{ МэВ}$. Число актов распада ^{239}Pu за время dt :

$$dN_p(t) = \lambda N(t) dt, \text{ где } N(t) - \text{число ядер } ^{239}\text{Pu} \text{ в момент времени } t.$$

Изменение числа ядер ^{239}Pu с учетом накопления и распада:

$$dN(t) = V_0 n \varepsilon dt - \lambda N(t) dt$$

Учитывая, что вследствие большого периода полураспада вторым членом $\lambda N(t) dt$ можно пренебречь, после интегрирования получим: $N(t) = V_0 n \varepsilon t$.

Теперь получим число ядер, распавшихся за время t :

$$dN_p(t) = \lambda V_0 n \varepsilon t dt,$$

$$N_p(t) = \frac{\lambda V_0 n \varepsilon t^2}{2}$$

Энергия E , поглощенная в ткани легких за год:

$$E = D \cdot M_l = 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 = 8,5 \cdot 10^{-7} \text{ Дж.}$$

Число распадов ядер, необходимое для выделения энергии E :

$$N = \frac{E}{\bar{E}_\alpha \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} = \frac{8,5 \cdot 10^{-7}}{5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} = 1,06 \cdot 10^6$$

Получим концентрацию ^{239}Pu в воздухе:

$$n = \frac{2N}{\lambda V_0 \varepsilon t^2} = \frac{2,12 \cdot 10^6}{5,5 \cdot 10^{11} \cdot 6 \cdot 10^{-2} \cdot (5,3 \cdot 10^5)^2} = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{ядер}}{\text{л}}$$

Разработчик: к.ф.- м.н. Шуленина А.В.

Основные понятия физики микромира

Семестр – 3
 Зачетных единиц – 2
 Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.
 Общая аудиторная нагрузка – 36 ч
 Лекций – 18 ч
 Семинаров – 18 ч
 Часов самостоятельная работа студента - 36 ч
 Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-3	<p><u>Знать</u> достижения современной ядерной физики в разрезе междисциплинарного научного развития</p> <p><u>Уметь</u> применять современные достижения естествознания при анализе и постановке научных задач</p> <p><u>Владеть</u> методами анализа и синтеза современных научных междисциплинарных результатов при проведении профильных научных исследований</p>
МПК-2	<p><u>Знать</u> основные проблемы физики элементарных частиц и физики нейтрино и попытки их решения.</p> <p><u>Уметь</u> анализировать и оценивать существующие модели взаимодействий нейтрино между собой и веществом.</p> <p><u>Владеть</u> знаниями о проводящихся исследованиях и экспериментах физики элементарных частиц, связанных с нейтрино.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

2.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего и промежуточного контроля успеваемости:

I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырёх предложенных

1) Какой из нижеперечисленных процессов не допустим в Стандартной Модели?

- а) $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_\mu + \nu_e$,
- б) $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_\mu + \nu_e$,
- в) $e^- + e^+ \rightarrow \tau^- + \tau^+$,
- г) $\pi^+ + n \rightarrow \pi^0 + p$.

2) Какой из нижеперечисленных процессов допустим в Стандартной Модели?

- а) $\mu^- + (A, Z) \rightarrow e^- + (A, Z)$,
- б) $K^+ \rightarrow \pi^+ + \mu^- + e^+$,
- в) $K^- \rightarrow \pi^- + \mu^- + \mu^+$,

г) $\tau^- \rightarrow \mu^- + e^- + e^+$.

3) В каком примерно соотношении рождаются мюонные и электронные нейтрино в общем потоке атмосферных нейтрино (АН) при энергиях, когда не существен вклад в АН от распадов *D*-мезонов, а метеорологическими и геомагнитными эффектами можно пренебречь?

а) $\approx 1 : 1$,

б) $\approx 1 : 2$,

в) $\approx 2 : 1$,

г) $\approx 1 : 3$.

4) Какой из приведённых ниже формфакторов квазиупругого рассеяния нейтрино на свободном нуклоне обращается в нуль при условии выполнения *T*-инвариантности и *C*-инвариантности?

а) Векторный (F_V),

б) Аксиальный (F_A),

в) Скалярный (F_S),

г) Псевдоскалярный (F_P).

5) Какая из перечисленных реакций отвечает за максимальный поток солнечных нейтрино?

а) $p + e^- + p \rightarrow D + \nu_e$,

б) $p + p \rightarrow D + e^+ + \nu_e$,

в) ${}^7\text{Be} + e^- \rightarrow {}^7\text{Li} + \nu_e$,

г) ${}^8\text{B} \rightarrow {}^8\text{Be}^* + e^+ + \nu_e$.

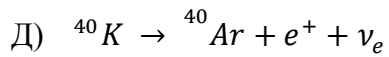
Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5
Правильный ответ	б	в	в	в	б
Компетенции	МПК-2	МПК-2	МПК-2	ОПК-3	ОПК-3

II. Задание закрытого типа на установление соответствия

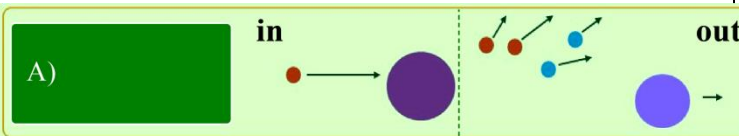
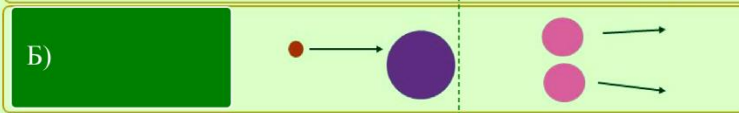
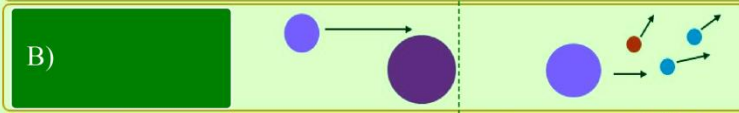
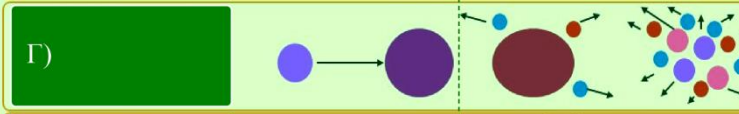
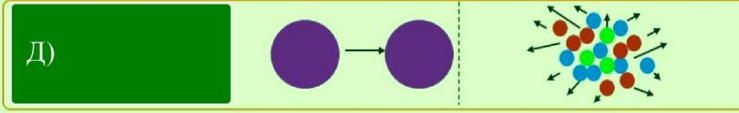
1) Сопоставьте примеры процессов (слева) с типом распада (справа).

Процессы	Типы распадов
А) ${}^3\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + e^- + \underline{\nu}_e$ Б) ${}^{238}\text{U} \rightarrow {}^{234}\text{Th}^* + {}^4\text{He} + \gamma$ В) ${}^{87}\text{Rb} \rightarrow {}^{87}\text{Sr} + e^- + \underline{\nu}_e$ Г) ${}^{60}\text{Ni}^* \rightarrow {}^{60}\text{Ni} + \gamma$	1) α -распад 2) β -распад 3) γ -распад



Ответ: А — 2, Б — 1, В — 2, Г — 3, Д — 2.

2) Сопоставьте примеры процессов (рисунок слева) с типом ядерных реакций (справа).
 Обозначения на рисунке: самые маленькие кружки – нуклоны, остальные – ядра;
 размер кружков/овалов грубо соответствует числу нуклонов в ядре.

Процессы	Типы реакций
	1) Индуцированное деление (induced fission)
	2) Испарение (vaporization)
	3) Спалляция/обдирка (spallation)
	4) Фрагментация (fragmentation)
	5) Мультифрагментация (multifragmentation)

Ответ: А — 3, Б — 1, В — 4, Г — 5, Д — 2.

3) Сопоставьте примеры процессов (слева) с типом взаимодействия (справа).

Процессы	Типы взаимодействия
А) $e^- + p \rightarrow e^- + p$ Б) $\nu_e + p \rightarrow \nu_e + p$ В) $p + p \rightarrow p + p$ Г) ${}^{136}_{54}\text{Xe} \rightarrow {}^{136}_{56}\text{Ba} + 2e^-$	1) Сильное 2) Электромагнитное 3) Слабое

Ответ: А — 2, Б — 3, В — 1, Г — 3.

4) Исправьте содержимое последней колонки таблицы, сопоставив каждому мезону его правильный кварковый состав.

Частица	Масса (МэВ/	Странность [Strangenes	Очарование [Charm(ness)	Прелесть [Beauty/Bottomne	Кварковый состав
---------	-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------

		$c^2)$	s]]	ss]	
A)	ρ^+	776	0	0	0	1) $s\bar{s}$
Б)	ϕ^0	1019	0	0	0	2) $u\bar{d}$
В)	D_s^+	1968	1	1	0	3) $b\bar{u}$
Г)	B^-	5279	0	0	-1	4) $c\bar{s}$

Ответ: А — 2, Б — 1, В — 4, Г — 3.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	А - 2, Б - 1, В - 2, Г - 3, Д - 2.	А - 3, Б - 1, В - 4, Г - 5, Д - 2	А - 2, Б - 3, В - 1, Г - 3	А - 2, Б - 1, В - 4, Г - 3

III. Задание закрытого типа на установление последовательности

1) Расположите перечисленные эпохи эволюции Вселенной в правильной временной последовательности согласно общепринятой сейчас теории Большого Взрыва.

- 1) Тёмные времена / Dark ages.
- 2) Космический рассвет / Cosmic Dawn.
- 3) Первичный нуклеосинтез / Primordial nucleosynthesis (BBN).
- 4) Рекомбинация / Recombination.
- 5) Реионизация водорода / Hydrogen reionization.

Ответ: 3, 4, 1, 2, 5.

2) Расположите основные вклады в среднюю плотность энергии Вселенной в порядке их убывания в сегодняшнюю эпоху:

- 1) Барионное вещество.
- 2) Нейтрино.
- 3) Тёмная материя.
- 4) Тёмная энергия.
- 5) Излучение.

Ответ: 4, 3, 1, 2, 5.

3) Восстановите правильную последовательность ядерных реакций подцикла II углеродно – азотного (CNO) цикла в звезде. Поскольку это цикл и ни один изотоп не появляется и не исчезает в нём, начать можно с произвольной реакции, например, 5; тогда ^{15}O восстановится в реакции 2.

- 1) ${}^1_1\text{H} + {}^{17}_8\text{O} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N}$,
- 2) ${}^1_1\text{H} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{15}_8\text{O} + \gamma$,
- 3) ${}^1_1\text{H} + {}^{16}_8\text{O} \rightarrow {}^{17}_9\text{F} + \gamma$,
- 4) ${}^1_1\text{H} + {}^{15}_7\text{N} \rightarrow {}^{16}_8\text{O} + \gamma$,
- 5) ${}^{15}_8\text{O} \rightarrow {}^{15}_7\text{N} + e^+ + \nu_e$,
- 6) ${}^{17}_9\text{F} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + e^+ + \nu_e$.

Ответ: 5, 4, 3, 6, 1, 2

4) Постройте «космическую радугу», расположив участки диффузного («размазанного» по Метагалактике) электромагнитного спектра по убыванию длины волны.

- 1) Оптическое излучение (COB).
- 2) Ультрафиолетовое излучение (CUB).
- 3) Рентгеновское излучение (СХВ).
- 4) Микроволновое излучение (СМВ).
- 5) Радиоволны (CRB).
- 6) Инфракрасное излучение (CIB).
- 7) Жёсткое γ -излучение (СГВ).

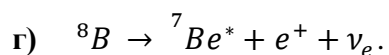
Ответ: 5, 4, 6, 1, 2, 3, 7.

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	3, 4, 1, 2, 5	4, 3, 1, 2, 5	5, 4, 3, 6, 1, 2	5, 4, 6, 1, 2, 3, 7
Компетенции	МПК-2	МПК-2	ОПК-3	МПК-2

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных

1. Отметьте процессы, протекающие в Солнце.

- а) $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$.
- б) ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + e^- + \bar{\nu}_e$.
- в) ${}^7_4\text{Be} + e^- \rightarrow {}^7_3\text{Li} + \bar{\nu}_e$.



Ответ: в, г.

2. Какие из нижеперечисленных элементарных частиц были открыты в космических лучах?

- а) Нейтральный π -мезон.
- б) Позитрон.
- в) Σ^\pm -гипероны.
- г) Антипротон.

Ответ: б, в.

3. Выделите из списка объекты изучения и применения мюографии (включая мюонную томографию и радиографию) – неинвазивного метода, использующего мюоны космических лучей для реконструкции $3d$ карт плотности объёмов и $2d$ абсорбционной визуализации.

- а) Археологические и инженерные сооружения (пирамиды, гробницы, плотины).
- б) Природные макрообъекты (от вулканические жерл до ледников),
- в) Ядерные реакторы,
- г) Таможенный контроль (например, грузовые контейнеры),
- д) Внеземные тела (планеты, спутники, астероиды, кометы).

Ответ: а – д.

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	вг	бв	абвгд
Компетенции	МПК-2	МПК-2	МПК-2

Разработчик ФОС: д.ф.- м.н., академик РАН Матвеев В.А.

Основы теории фундаментальных сил

Семестр – 3

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные теории фундаментальных взаимодействий, их особенности и границы применимости.</p> <p><u>Уметь</u> применять основные теории и уравнения для описания фундаментальных взаимодействий в процессах физики элементарных частиц.</p> <p><u>Владеть</u> разделами высшей математики, необходимыми для описания фундаментальных взаимодействий.</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего и промежуточного контроля успеваемости:

I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных

1. Эффективный заряд к КЭД при увеличении характерного импульса

- Растет
- Убывает
- Остается постоянным
- Осциллирует

2. Отрицательно заряженный пион распадается преимущественно на

- а) Электрон и электронное антинейтрино
- б) Мюон и мюонное антинейтрино
- в) Тау-лептон и тау-антинейтрино
- г) Электрон и фотон

3. Минимальное число поколений, при котором смешивание кварков может привести к CP-нарушению, равно

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

4. Число электромагнитных формфакторов протона равно

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	а	б	в	б
Компетенции	МПК-1	МПК-1	МПК-1	МПК-1

II. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Вопрос: С чем связано подавление распада отрицательно заряженного пиона на электрон и электронное антинейтрино?

Ответ: В пренебрежении массой пара фермионов рождается в состоянии с противоположными спиральностями, в результате чего в системе их центра масс, совпадающей с системой покоя пиона, их суммарный угловой момент равен 1. Поскольку спин пиона равен 0, вклад дает кирально нечетная амплитуда, подавленная массой электрона, пренебрежимо малой по сравнению с массой пиона. Ширина распада при этом пропорциональна квадрату массы, что при сравнении распадов на электрон и мюон приводит к подавлению ширины фактором порядка 40000.

2. Вопрос: Почему при облучении мишени протонным пучком рождаются в основном K^0 , а не анти- K^0 мезоны?

Ответ: K^0 содержит s-антикварк, в то время как s-кварк из родившейся пары может войти в состав родившегося гиперона (в основном Λ), содержащего также многочисленные валентные кварки. В случае анти- K^0 мезона рождение антигиперона подавлено, поскольку он содержит 2

легких антикварка. Это приводит к подавлению и всего процесса ассоциированного рождения странного мезона и антигиперона.

3. Вопрос: Можно ли ввести в КЭД аналог параметра Λ_{QCD} , если да, то почему он не используется?

Ответ: Можно, это будет положение полюса Ландау. Использовать его для нормировки неудобно, нормировка в КЭД осуществляется с использованием классического предела, отсутствующего в КХД.

4. Вопрос: Почему во взаимодействии дираковских фермионов с электромагнитным полем присутствует аномальный магнитный момент, а его аналог для взаимодействия с гравитационным полем – аномальный гравитомагнитный момент = тождественно равен нулю?

Ответ: Наличие аномального гравитомагнитного момента привело бы к несовпадению угловой скорости прецессии орбитального и спиновоевального момента в гравитационном поле, что нарушило бы принцип эквивалентности. Для электромагнитного поля этот принцип отсутствует.

Ключ к тесту

Номер вопроса	Правильный ответ	Компетенции
1	В пренебрежении массой пара фермионов рождается в состоянии с противоположными спиральностями, в результате чего в системе их центра масс, совпадающей с системой покоя пиона, их суммарный угловой момент равен 1. Поскольку спин пиона равен 0, вклад дает кирально нечетная амплитуда, подавленная массой электрона, пренебрежимо малой по сравнению с массой пиона. Ширина распада при этом пропорциональна квадрату массы, что при сравнении распадов на электрон и мюон приводит к подавлению ширины фактором порядка 40000.	ПК-1
2	K^0 содержит s-антикварк, в то время как s-кварк из родившейся пары может войти в состав родившегося гиперона (в основном Λ), содержащего также многочисленные валентные кварки. В случае анти- K^0 мезона рождение антигиперона подавлено, поскольку он содержит 2 легких антикварка. Это приводит к подавлению и всего процесса ассоциированного рождения странного мезона и антигиперона.	ПК-1
3	Можно, это будет положение полюса Ландау. Использовать его для нормировки неудобно, нормировка в КЭД осуществляется с использованием	ПК-1

	классического предела, отсутствующего в КХД.	
4	Наличие аномального гравитомагнитного момента привело бы к несовпадению угловой скорости прецессии орбитального и спиновогуглового момента в гравитационном поле, что нарушило бы принцип эквивалентности. Для электромагнитного поля этот принцип отсутствует.	ПК-1

Разработчик ФОС: д.ф.- м.н., Теряев О.В.

Анализ данных современных экспериментов в физике частиц

Семестр – 1

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ПК-2	<p><u>Знать</u> современное программное и аппаратное обеспечение информационных систем, используемых в профильной области научного исследования</p> <p><u>Уметь</u> модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> навыками адаптации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения поставленной научной задачи</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные требования к обработке результатов экспериментов в физике высоких энергий</p> <p><u>Уметь</u> используя различные методы, обрабатывать экспериментальные данные физики высоких энергий.</p> <p><u>Владеть</u> способностью оценивать ошибки и погрешности экспериментов физики высоких энергий и делать выводы об их статистической значимости</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные численно-математические методы, применяемые в области физики элементарных частиц</p> <p><u>Уметь</u> применять математические методы при решении поставленных научных задач физики элементарных частиц</p> <p><u>Владеть</u> современными численно-математическими методами при решении задач профессиональной деятельности в области физики элементарных частиц</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

2.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для контроля успеваемости.

I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1) Эксперименты на встречных пучках частиц позволяют обеспечить:

- a) максимальную светимость эксперимента
- b) максимальную степень поляризации взаимодействующих частиц
- c) максимальную энергию взаимодействия
- d) максимальную точность определения вершины реакции

2) Примером генератора псевдослучайного числа является:

- a) тайминг нажатия клавиш человеком
- b) атмосферный электромагнитный шум
- c) запаздывающий метод Фибоначчи
- d) регистрация распадов счетчиком Гейгера

3) Статистическое распределение считается оптимально описанным какой-либо функцией согласно критерию Пирсона в том случае, если:

- a) критерий хи-квадрат равен числу экспериментальных точек;
- b) критерий хи-квадрат равен числу экспериментальных точек минус число описывающих параметров
- c) критерий хи-квадрат равен единице
- d) критерий хи-квадрат отрицателен и стремится к бесконечности

4) Диаграмма Далица:

- a) является удобным инструментом изучения динамики двухчастичных распадов
- b) визуально представляет элементарные частицы и взаимодействия между ними
- c) позволяет определить тип распавшейся частицы по соотношению импульсов разноименно заряженных продуктов распада
- d) позволяет выявлять промежуточные резонансы в трехчастичных распадах

5) Для установки пакета анализа ROOT необходимо предустановить следующее программное обеспечение:

- a) пакет PAW
- b) пакет GEANT4
- c) компилятор C++
- d) систему MacOS

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5
Правильный ответ	c	c	b	d	c
Компетенции	ПК-2	ПК-2	МПК-3	МПК-1	ПК-2

II. Задание открытого типа с развернутым ответом

1) Для какого статистического распределения среднее значение всегда равно дисперсии?

Ответ: распределение Пуассона

2) Как систематическая ошибка опыта зависит от числа N проведённых измерений?

Ответ: не зависит от N

3) Какой метод оценки параметров распределения лучшее приближение к истинным значениям?

Ответ: метод максимального правдоподобия

Ключ к тесту

Номер вопроса	Правильный ответ	Компетенции
1	распределение Пуассона	ПК-2
2	не зависит от N	ПК-2
3	метод максимального правдоподобия	ПК-2

III. Задание закрытого типа на установление соответствия

1) Сопоставьте метод с его основной задачей

A) Метод максимального правдоподобия Б) Критерий хи - квадрат (χ^2) В) Метод наименьших квадратов	1) Оценка параметров распределения по выборке 2) Проверка согласия эмпирического распределения с теоретическим 3) Аппроксимация данных линейной/нелинейной моделью 4) Сравнение средних значений в нескольких группах 5) Прогнозирование временных рядов 6) Кластеризация данных
--	---

Ответ: А-1, Б-2, В-3

2) Установите соответствие между распределением и его характерной чертой

<p>А) Нормальное (Гаусса) Б) Пуассона В) Экспоненциальное Г) Стьюдента</p>	<p>1) Описывает число редких событий за фиксированный интервал 2) Симметричное, с «колоколообразной» формой 3) Используется для малых выборок вместо нормального распределения 4) Моделирует время между событиями в потоке 5) Применяется для категориальных данных 6) Имеет тяжёлый хвост и устойчиво к выбросам</p>
---	---

Ответ: А–2, Б–1, В–4, Г–3.

3) Соотнесите тип ошибки с её описанием

<p>А) Случайная погрешность Б) Систематическая погрешность В) Статистическая ошибка Г) Приборная погрешность</p>	<p>1) Возникает из-за неконтролируемых факторов, уменьшается с ростом числа измерений 2) Постоянна или закономерно меняется при повторных измерениях 3) Определяется точностью измерительного прибора (паспортные данные) 4) Связана с ограниченностью объёма выборки, оценивается через стандартное отклонение среднего 5) Обусловлена человеческим фактором (опечатка, неверная интерпретация) 6) Возникает при неверной калибровке модели</p>
---	---

Ответ: А–1, Б–2, В–4, Г–3.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	А–1, Б–2, В–3	А–2, Б–1, В–4, Г–3	А–1, Б–2, В–4, Г–3
Компетенции	МПК-3	МПК-3	МПК-3

Разработчик ФОС: к.ф.-м.н., доцент Леонтьев В.В.

Основные методы квантовой теории поля

Семестр – 1

Зачетных единиц – 3

Общая трудоемкость – 108 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 54 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 36 ч

Часов самостоятельная работа студента - 54 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p>Знать разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p>Уметь применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p>Владеть экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p>Знать принципы построения диаграмм Фейнмана.</p> <p>Уметь строить и применять диаграммы Фейнмана для описания явлений в физике элементарных частиц.</p> <p>Владеть знаниями необходимого аппарата квантовой электродинамики и квантовой хромодинамики и умением его применять.</p>
МПК-3	<p>Знать методы вычисления сечений процессов и иных характеристик с помощью диаграмм Фейнмана.</p> <p>Уметь вычислять характеристики процессов физики элементарных частиц с помощью диаграмм Фейнмана</p> <p>Владеть аппаратом линейной алгебры, необходимым для работы с тензорами и успешным вычислением характеристик процессов физики элементарных частиц.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1) Какое взаимодействие описывает КЭД?

- а) Гравитацию
- б) Электромагнитное
- в) Сильное

г) Слабое

2) Кто придумал диаграммы для КЭД?

- а) Фейнман
- б) Бор
- в) Гейзенберг
- г) Планк

3) Что изображают внешние линии диаграммы Фейнмана?

- а) Виртуальные частицы
- б) Начальные и конечные частицы
- в) Массы
- г) Поля

4) Что изображают внутренние линии диаграммы?

- а) Источники
- б) Пропагаторы
- в) Массы
- г) Заряды

5) Что изображает вершина диаграммы Фейнмана?

- а) Заряд
- б) Точку взаимодействия
- в) Массу
- г) Энергию

6) Как называется процесс: электрон испускает фотон?

- а) Излучение
- б) Поглощение
- в) Туннелирование
- г) Захват

7) Чем удобно пользоваться в КЭД для расчётов?

- а) Диаграммами Фейнмана
- б) Только численным методом
- в) Только экспериментом
- г) Только матрицами

Ключ к тесту

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7
Правильный ответ	б	а	б	б	б	а	а
Компетенции	ПК-1	ПК-1	МПК-1	МПК-1	МПК-3	МПК-3	МПК-3

II. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Каково корректное физическое определение электрона в контексте квантовой теории поля?

Ответ: Возбуждение фермионного квантового поля с энергией $E \geq m$

2. Что означает "электрический заряд электрона" в контексте квантовой теории поля?

Ответ: Параметр, зависящий от энергии или расстояния из-за эффектов перенормировки

3. В чём состоит главное физическое содержание общей теории относительности?

Ответ: Гравитация — это искривление пространства-времени, определяемое распределением энергии и импульса.

4. Почему квантовая механика оказывается недостаточной и требует перехода к квантовой теории поля?

Ответ: Потому что она не совместима с релятивистской теорией и не допускает процессы рождения/уничтожения частиц.

Ключ к тесту

Номер вопроса	Правильный ответ	Компетенции
1	Возбуждение фермионного квантового поля с энергией $E \geq m$	МПК-3
2	Параметр, зависящий от энергии или расстояния из-за эффектов перенормировки	МПК-3
3	Гравитация — это искривление пространства-времени, определяемое распределением энергии и импульса.	МПК-3
4	Потому что она не совместима с релятивистской теорией и не допускает процессы рождения/уничтожения частиц.	МПК-3

Разработчик ФОС: д.ф.-м.н., профессор Наумов Д.В.

Дополнительные главы физики высоких энергий

Семестр – 2

Зачетных единиц – 3

Общая трудоемкость – 108 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 51 ч

Лекций – 17 ч

Семинаров – 34 ч

Часов самостоятельная работа студента - 57 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-1	<p><u>Знать</u> основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
МПК-2	<p><u>Знать</u> основные идеи методов, используемых для решения экспериментальных и теоретических задач в физике элементарных частиц и релятивистской ядерной физике, и основные выполняемые эксперименты по физике элементарных частиц и релятивистской ядерной физике на международном уровне и внутри страны.</p> <p><u>Уметь</u> оценивать применимость различных методов и выбирать наилучший способ решения определенной задачи, а также находить актуальную и новую информацию по исследованиям в физике элементарных частиц и релятивистской ядерной физике.</p> <p><u>Владеть</u> способностью выделить недостатки и оценить неточность для определенного метода решения задач физики элементарных частиц и релятивистской ядерной физике; работать с книгами, публикациям, статьями и препринтами по физике высоких энергий и релятивистской ядерной физике и анализировать их.</p>

2. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

I. Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Можно ли сосчитать (и что для этого достаточно измерить) число кварков в природе?

Ответ: Число кварков в природе можно измерить. Например, можно измерить отношение

полного сечения аннигиляции электрона с позитроном в адроны и полного сечения аннигиляции такой же системы в мю-мезонную пару.

2. Что такое «поляризационный метод определения электромагнитных формфакторов нуклонов»?

Ответ: В этом методе используется упругое рассеяние поляризованных электронов неполяризованными нуклонами (протоном или нейтроном). При этом регистрируется нуклон отдачи, а измеряется отношение продольной поляризации этой частицы отдачи к поперечной поляризации этой же частицы, которое прямо связано с отношением электрического и магнитного формфакторов частицы-мишени.

3. Чем интересен спектр электронов от бета-распада вблизи максимально возможной энергии электрона-продукта распада?

Ответ: Точные измерения позволяют оценить величину массы нейтрино.

4. Какие токи входят в «эффективный» гамильтониан слабого взаимодействия?

Ответ: Определяющий вклад в эффективный гамильтониан слабого взаимодействия вносят векторный (V) и аксиально-векторный (A) токи.

Ключ к тесту

Номер вопроса	Правильный ответ	Компетенции
1	Число кварков в природе можно измерить. Например, можно измерить отношение полного сечения аннигиляции электрона с позитроном в адроны и полного сечения аннигиляции такой же системы в мю-мезонную пару.	МПК-2
2	В этом методе используется упругое рассеяние поляризованных электронов неполяризованными нуклонами (протоном или нейтроном). При этом регистрируется нуклон отдачи, а измеряется отношение продольной поляризации этой частицы отдачи к поперечной поляризации этой же частицы, которое прямо связано с отношением электрического и магнитного формфакторов частицы-мишени.	МПК-2
3	Точные измерения позволяют оценить величину массы нейтрино.	МПК-2
4	Определяющий вклад в эффективный гамильтониан слабого взаимодействия вносят векторный (V) и аксиально-векторный (A) токи.	МПК-2

II. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных:

1) Какая частица не имеет электрического заряда и почти не взаимодействует с веществом?
 а) Электрон.
 б) Нейтрон.
 в) Нейтрино.
 г) Фотон.

2) Какой из перечисленных адронов является барионом?
 а) Пион (π^+).
 б) Каон (K^+).
 в) Протон (p).
 г) Эта- мезон (η).

3) Что такое «цветовой заряд» в квантовой хромодинамике?
 а) Оптический цвет частицы.
 б) Квантовое число, характеризующее сильное взаимодействие кварков (красный, зелёный, синий).
 в) Электрический заряд.
 г) Спин частицы.

4) Какой из бозонов имеет наибольшую массу?
 а) Фотон.
 б) Глюон.
 в) W- бозон.
 г) Бозон Хиггса.

5) Что такое «сечение взаимодействия» в физике частиц?
 а) Геометрическая площадь частицы.
 б) Характеристика вероятности процесса с размерностью площади
 в) Энергия, выделяемая при столкновении.
 г) Время жизни частицы.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5
Правильный ответ	в	в	б	г	б
Компетенции	МПК-2	МПК-2	ОПК-1	ОПК-1	ОПК-1

Разработчик ФОС: д.ф.-м.н., профессор Строковский Е.А.

Физика нейтрино и ее перспективы

Семестр – 3

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: экзамен

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-2	<p><u>Знать</u> порядок организации научного исследования в области физики элементарных частиц</p> <p><u>Уметь</u> проводить работу с источниками информации для подготовки плана научного исследования в области физики элементарных частиц</p> <p><u>Владеть</u> методами научного исследования в области физики элементарных частиц</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные термины и модели в физике нейтрино</p> <p><u>Уметь</u> анализировать эффекты и особенности в процессах с нейтрино и делать на их основе выводы об астрофизических явлениях</p> <p><u>Владеть</u> знаниями об экспериментальном исследовании нейтрино и использовании его в наблюдениях астрофизики</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине.

2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего и промежуточного контроля успеваемости:

I. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырёх предложенных

1) Космогенные (или ГЗК) нейтрино это:

а) нейтрино, возникающие при испарении первичных микроскопических чёрных дыр;

- б) нейтрино от распадов нестабильных частиц (мезонов, нейтронов, мюонов), возникающих при взаимодействиях космических лучей сверхвысоких энергий с реликтовыми фотонами;
- в) нейтрино, возникающие при распаде топологических дефектов (таких как космические струны, вихри, браны, глобальные монополи, доменные стенки), образованных на инфляционной или постинфляционной стадиях эволюции ранней Вселенной;
- г) нейтрино, возникающие при взаимодействиях космических лучей высоких энергий с межгалактическим веществом (ионизованным газом, пылью) и в магнитном поле.

2) Высокоширотное обрезание спектра космических лучей (КЛ) это:

- а) Укручение энергетического спектра КЛ из-за потерь энергии заряженными частицами в радиационных поясах Ван Аллена (Van Allen radiation belts) при столкновениях частиц с остаточной атмосферой у полюсов Земли.
- б) Обрезание энергетического спектра КЛ вблизи полюсов (т.е. на высоких широтах) из-за уменьшения вклада солнечных КЛ в зимнее время года, когда северный или южный полюс отклонён в сторону противоположную Солнцу. Эффект аналогичен уменьшению потока солнечной радиации вдали от экватора зимой.
- в) Изменение энергетического спектра КЛ вследствие влияния широтного геомагнитного эффекта, а так же вследствие сильной зависимости интенсивности возвратного альbedo КЛ от географической широты.
- г) Обрезание низкоэнергетической части спектра КЛ вследствие выталкивания галактических КЛ низких энергий из гелиосферы при воздействии солнечного ветра на вмороженные в гелиосферу магнитные поля. Эффект зависит от уровня солнечной активности.

3) Какой из перечисленных ниже процессов взаимодействия ядер практически не существен при распространении КЛ в межзвёздной среде Галактики?

- а) спалляция/обдирка (spallation),
- б) индуцированное деление (induced fission),
- в) испарение (vaporization, evaporation),
- г) фрагментация и мультифрагментация (fragmentation, multifragmentation).

4) Какая из перечисленных ниже групп ядер галактических КЛ с энергиями на нуклон выше ~ 2.5 ГэВ имеют наибольшую интегральную интенсивность у Земли?

- а) L ($Z = 3-5$),
- б) M ($Z = 6-9$),
- в) H ($Z = 10-19$),
- г) VH ($Z = 20-30$),
- д) SH ($Z > 30$).

5) Какая из перечисленных ниже относительно близких к Солнцу звёзд является кандидатом на «сверхновую»?

- а) Альдебаран / Aldebaran (65 ± 1 св. лет).
- б) Арктур / Arcturus (3.7 ± 0.3 св. лет).
- в) Бетельгейзе / Betelgeuse (548_{-49}^{+90} св. лет).

г) Пóллукс / Pollux (33.72 ± 3.26 св. лет).

б) Какой из перечисленных ниже процессов существен для энергетических потерь протона сверхвысокой энергии в космосе?

- а) Фото-дезинтеграция.
- б) β^+ -распад.
- в) Рождение e^+e^- пар.
- г) Обратное комптоновское рассеяние.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6
Правильный ответ	б	г	в	б	в	в
Компетенции	ПК-1	ПК-1	ПК-1	МПК-2	МПК-2	МПК-2

II. Задание закрытого типа на установление соответствия

1) Сопоставьте конкретный механизм или место («источник») рождения и/или ускорения космических лучей сверхвысоких энергий с соответствующим ему гипотетическим классом («сценарием») .

Механизм, причина или источник рождения/ускорения КЛ	Сценарий
<p>А) Распад топологических дефектов (сверхпроводящих космических струн, монополей, вихревых, и т. д.), созданных в ранней Вселенной.</p> <p>Б) Близкие ($z < 0,01$) сейфертовские и другие активные галактики (AGN), γAGN, звездообразующие («starburst») галактики (SBG).</p> <p>В) Аномальная кинематика (смещение порога фоторождения пионов).</p> <p>Г) Распад метастабильных сверхтяжёлых реликтовых частиц (например, «вимпзилл» или «криптонов»), захваченных галактическим гало.</p> <p>Д) Испарение первичных чёрных дыр.</p> <p>Е) Компактные астрофизические источники (микрокварзары, кварковые новые, магнетары).</p> <p>Ж) Крупномасштабные структуры («блины», филаменты, ударные волны в скоплениях галактик).</p>	<p>1) Bottom-up (снизу вверх).</p> <p>2) Top-down (сверху вниз).</p> <p>3) Нарушение СТО или ОТО.</p>

Ответ: А — 2, Б — 1, В — 3, Г — 2, Д — 2, Е — 1, Ж — 1.

2) Сопоставьте термоядерную реакцию с тем в каких условиях она происходит.

Реакция	Условие/процесс
А) $p + n \rightarrow {}^2D + \gamma$. Б) $p + p + e^- \rightarrow {}^2D + \nu_e$. В) ${}^2D + p \rightarrow {}^3He + \gamma$. Г) ${}^3He + n \rightarrow {}^3T + p$. Д) ${}^3He + p \rightarrow {}^4He + e^+ + \nu_e$. Е) ${}^3He + {}^4He \rightarrow {}^7Be + \gamma$.	1) Первичный нуклеосинтез. 2) Звёздный нуклеосинтез (pp цепочка). 3) Там и там.

Ответ: А — 1, Б — 2, В — 3, Г — 1, Д — 2, Е — 3.

3) Сопоставьте группу ядер и основные (предполагаемые и подтверждённые) источники их возникновения в среднем во Вселенной и в галактических КЛ.

Z	Источник/процесс
А) 1–3	1) Индуцированное деление и спалляция (обдирка) в космических лучах.
Б) 3–5	2) Первичный нуклеосинтез (BBN).
В) 6–37	3) Умирающие звезды малой массы и сливающиеся нейтронные звёзды.
Г) 38–92*	4) Взрывающиеся массивные звёзды («сверхновые») и белые карлики.

*Исключая $Z = 43$ (технеций) и 61 (прометий).

Ответ: А — 2, Б — 1, В — 4, Г — 3.

4) Гиперзаряд адрона определяется как $Y = B + \sum_q \mathcal{F}_q$, где B — барионное число, а \mathcal{F}_q ($= S, C, B, T$ для $q = s, c, b, t$, соответственно) — ароматическое (флейворное) квантовое число составляющих адрон кварков, равное $\mathcal{F}_q = \eta_q (n_q - n_{\bar{q}})$, где n_q ($n_{\bar{q}}$) — число валентных кварков (антикварков) в адроне, а $\eta_q = \pm 1$. Лёгкие кварки (u и d), как известно, «не пахнут», т.е. $\eta_{u,d} = 0$. Зато у них есть изоспин, которым не обладают более тяжёлые кварки. Сопоставьте значения знаков η_q с перечисленными в таблице квантовыми числами тяжёлых кварков.

Квантовое число	Знак (η_q)
А) Странность/Strangeness (S).	1) +1
Б) Очарование/Charm(ness) (C).	2) -1
В) Прелесть/Beauty/Bottomness (B).	
Г) Истинность/Topness/Truth (T).	

Ответ: А — 2, Б — 1, В — 2, Г — 1. Правило простое: η_q совпадает со знаком электрического заряда кварка q , при $q \neq u, d$.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	А - 2, Б - 1, В - 3, Г - 2, Д - 2, Е - 1, Ж - 1.	А - 1, Б - 2, В - 3, Г - 1, Д - 2, Е - 3	А - 2, Б - 1, В - 4, Г - 3	А - 2, Б - 1, В - 2, Г - 1
Компетенции	МПК-2	МПК-2	МПК-3	МПК-3

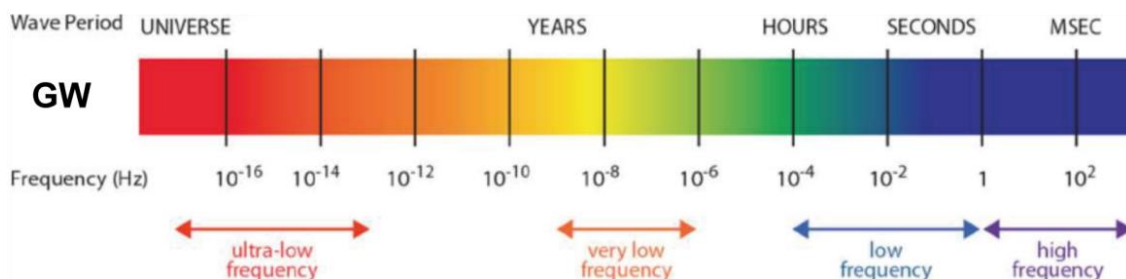
III. Задание закрытого типа на установление последовательности

1) Расположите перечисленные ниже классы природных нейтрино и антинейтрино в порядке убывания их средней энергии или интервала энергий.

- а) Астрофизические ($\nu, \bar{\nu}$ от активных галактических ядер).
- б) Атмосферные ($\nu, \bar{\nu}$ от взаимодействия КЛ с атмосферой Земли).
- в) «Геонейтрино» ($\bar{\nu}$ от распада радионуклидов в земной коре).
- г) Диффузные от сверхновых.
- д) Космогенные (ГЗК).
- е) Реликтовые ($C\nu B$) и $\nu, \bar{\nu}$ от первичного нуклеосинтеза ($BBN\nu$).
- ё) Солнечные (термоядерные).
- ж) Солнечные (тепловые).

Ответ: е, ж, в, ё, г, б, а, д

2) Расположите инструменты и/или методы регистрации гравитационных волн по убыванию характерной частоты волны или интервала частот (см. рисунок).



- а) Синхронизация пульсаров (Pulsar timing arrays).
- б) Космические интерферометры (Space interferometers).
- в) Наземные интерферометры (Terrestrial interferometers).
- г) Поляризация космического микроволнового излучения (CMB polarization).

Ответ: в, б, а, г.

3). Восстановите последовательность процессов, приводящих к рождению ГЗК нейтрино и антинейтрино.

- а) $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$.
 б) $p + \gamma \rightarrow n + \pi^+$.
 в) $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e + \gamma$.
 г) $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$.

Ответ: б, а, г, в.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	е, ж, в, ё, г, б, а, д	в, б, а, г	б, а, г, в
Компетенции	МПК-2	МПК-2	МПК-2

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных

1) Отметьте в нижеприведенном списке те процессы, в которых образуются антинейтрино с энергиями достаточными для их детектирования посредством реакции обратного β -распада (IBD).

- а) $^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ca} + e^- + \bar{\nu}_e$ и $^{40}\text{K} + e^- \rightarrow ^{40}\text{Ar} + \bar{\nu}_e$.
 б) $^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr} + e^- + \bar{\nu}_e$.
 в) $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb} + 6\ ^4\text{He} + 4e^- + 4\bar{\nu}_e$.
 г) $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb} + 7\ ^4\text{He} + 4e^- + 4\bar{\nu}_e$.
 д) $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb} + 8\ ^4\text{He} + 6e^- + 6\bar{\nu}_e$.

Ответ: в, д.

2) Тепловые нейтрино это (отметьте в нижеприведенном списке):

- а) (Анти)нейтрино, возникающие в Солнце при распаде плазмонов ($\gamma \rightarrow \nu\bar{\nu}$).
 б) (Анти)нейтрино низких энергий, образующиеся в атмосфере Земли солнечными космическими лучами, генерируемыми, в частности, при хромосферных и фотосферных солнечных вспышках.
 в) (Анти)нейтрино, возникающие в Солнце в результате фоторождения, т.е. комптоновского рассеяния ($\gamma + e \rightarrow e + \nu\bar{\nu}$).
 г) (Анти)нейтрино, возникающие в Солнце в результате тормозного излучения в поле ядра ($e + (Ze) \rightarrow (Ze) + e + \nu\bar{\nu}$).

Ответ: а, в, г.

3) Отметьте процессы, существенные в эффекте Аскарьяна — радиоизлучении широкого атмосферного ливня (ШАЛ), — в случае когда ШАЛ инициирован космическим нейтрино сверхвысокой энергии (e_{at}^- - атомный электрон)

- а) Ионизационные потери энергии протонами ($pe_{at}^- \rightarrow pe^-$).
- б) Мёллеровское рассеяние / Møller scattering ($e^-e_{at}^- \rightarrow e^-e^-$).
- в) Комптоновское рассеяние / Compton scattering ($\gamma e_{at}^- \rightarrow \gamma e^-$).
- г) Баба-рассеяние / Bhabha scattering ($e^+e_{at}^- \rightarrow e^+e^-$) и e^+e^- аннигиляция.

Ответ: б, в, г.

4) Отметьте процессы, протекавшие в ранней Вселенной в эпоху первичного нуклеосинтеза (BBN).

- а) $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$.
- б) ${}^3\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + e^- + \bar{\nu}_e$.
- в) ${}^8\text{B} \rightarrow {}^7\text{Be}^* + e^+ + \nu_e$.
- г) ${}^7\text{Be} + e^- \rightarrow {}^7\text{Li} + \nu_e$

Ответ: а, б, г.

5) Какие из нижеперечисленных элементарных частиц были открыты в космических лучах?

- а) Заряженные π -мезоны.
- б) Нейтральные K -мезоны.
- в) Ξ^- -гиперон.
- г) Нейтрон.
- д) Δ -резонанс.

Ответ: а, б, в, д.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5
Правильный ответ	в, д	а, в, г	б, в, г	а, б, г	а, б, в, д
Компетенции	МПК-3	МПК-3	МПК-3	МПК-3	МПК-3

Разработчик ФОС: д.ф.-м.н. академик РАН Матвеев В.А.

Экспериментальная физика элементарных частиц

Семестр – 3

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Лекций – 18 ч

Семинаров – 18 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-5	<p><u>Знать</u> тенденции и перспективы развития современной ядерной физики, а также смежных областей науки и техники</p> <p><u>Уметь</u> использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в области современной ядерной физики при постановке научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> навыками научно-инновационного прогнозирования при решении исследовательских задач в области современной ядерной физики.</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в физике элементарных частиц.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления физики элементарных частиц, создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей, определять их недостатки и несоответствия.</p>
МПК-3	<p><u>Знать</u> основные виды экспериментов в физике высоких энергий и необходимое для этого оборудование</p> <p><u>Уметь</u> планировать и ставить эксперименты для исследования явлений физики высоких энергий</p> <p><u>Владеть</u> способностью численно или теоретически моделировать результаты экспериментов в физике высоких энергий и анализировать отклонения реальных данных от моделированных</p>

2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения:

2.1 Материалы для контроля текущей и промежуточной успеваемости

1. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных

1. Какое излучение проникает глубже остальных в вещество?

- a. Бета-частицы
 - b. Нейтрино
 - c. Нейтроны
 - d. Гамма-лучи
2. Какие возможности предоставляют время-пролетные измерения при регистрации частиц?
- a. Измерение давления частиц
 - b. Измерение длины волны света
 - c. Измерение энергии и массы частиц
 - d. Измерение цвета световой вспышки
3. Какие современные методы используются для изготовления полупроводниковых детекторов?
- a. Ручная обработка и литье
 - b. 3D-печать и лазерная гравировка
 - c. Литография и эпитаксия
 - d. Шлифовка и сварка
4. Зачем согласуют линий связи?
- a. Для создания отражений в сигналах
 - b. Для усиления сигналов
 - c. Для уменьшения отражений
 - d. Для изменения цвета сигналов

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	b	c	c	c
Компетенции	ОПК-5	ОПК-5	ОПК-5	ОПК-5

II. Задание открытого типа с развернутым ответом

1) Что такое радиус Мольера?

Ответ: Характеристический поперечный размер электромагнитного каскада в веществе, определяющий область, внутри которой сосредоточено около 90% энергии каскада.

2) Как связана полоса пропускания частот $f(> -3dB)$ измерительного прибора и минимальное измеряемое время фронта сигнала t_{RT} ?

Ответ: $t_{RT} \approx 0.35/f(> -3dB)$

3) Напишите зависимость энергетического разрешения детектора, учитывая только стохастический член "а" и константный член "б".

Ответ: $\frac{\sigma_E}{E} = \sqrt{\frac{a^2}{E} + b^2}$

4) Запишите формулу числа случайных совпадений ($N_{сл}$) шумовых сигналов двух детекторов с длительностями (τ_1, τ_2) и скоростями счета (N_1, N_2).

Ответ: $N_{сл} = N_1 N_2 (\tau_1 + \tau_2)$

Ключ к тесту

Номер вопроса	Правильный ответ	Компетенции
1	Характеристический поперечный размер электромагнитного каскада в веществе, определяющий область, внутри которой сосредоточено около 90% энергии каскада.	МПК-1
2	$t_{RT} \approx 0.35/f (> -3dB)$	МПК-1
3	$\frac{\sigma_E}{E} = \sqrt{\frac{a^2}{E} + b^2}$	МПК-1
4	$N_{сл} = N_1 N_2 (\tau_1 + \tau_2)$	МПК-1

III. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Установите соответствие между единицами длины и их величинами

А)	Парсек	1. 3.09×10^{16} м
Б)	Ангстрем	2. 10^{-6} м
В)	Микрон	3. 10^{-10} м
Г) Нанометр		4. 10^{-9} м
		5. 10^{-3} м

Ответ: А–1, Б–3, В–2, Г–4.

2. Установите соответствие между устройством и его назначением

А) Устройство для регистрации звуковых сигналов	1. Кремниевый фотоумножитель
Б) Устройство для усиления электрических сигналов	2. Операционный усилитель
В) Полупроводниковое устройство для регистрации световых сигналов	3. Терморезистор (RTD), основанный на кремнии
Г) Устройство для измерения температуры	4. Пироэлектрический датчик
	5. Пьезоэлектрический микрофон

Ответ: А–5, Б–2, В–1, Г–3.

3. Установите соответствие между частицами и их типом

А) Протоны	1. Ядро атома гелия (^4He)
Б) Нейтроны	2. Электромагнитное излучение
В) Гамма-кванты	3. Адроны с положительным зарядом
Г) Альфа-частицы	4. Адроны без заряда
	5. Электроны

Ответ: А–3, Б–4, В–2, Г–1.

4. Установите соответствие между стандартами модулей/крейтов

А) VME	1. Модульный стандартизованный крейт для логики и питания
Б) SAMAC	2. Стандарт модульной электроники с последовательным доступом
В) NIM	3. Расширение VME-шины с поддержкой высокоскоростных серийных линий
Г) VME VXS	4. Параллельная шина модульной электроники для высокоскоростных систем
	5. Стандарт оптоволоконной триггерной шины

Ответ: А–4, Б–2, В–1, Г–3.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный	А–1, Б–3, В–2,	А–5, Б–2, В–1, Г–	А–3, Б–4, В–2,	А–4, Б–2, В–1,

ответ	Г–4	3	Г–1	Г–3
Компетенции	МПК-1	МПК-1	МПК-1	МПК-1

IV. Задание закрытого типа на установление последовательности

1. Производство интегральных схем

Расположите этапы в правильной последовательности:

1. Диффузия или ионная имплантация для создания областей проводимости.
2. Разрезание пластины, упаковка (корпусирование) и тестирование кристаллов.
3. Металлизация и формирование межсоединений.
4. Осаждение и рост тонких слоёв (окисление, напыление).
5. Фотолитография для формирования рисунка на пластине.

Правильный ответ: 4, 5, 1, 3, 2.

2. Построение детектора частиц

Расположите этапы в правильной последовательности:

1. Проектирование геометрии и симуляции отклика в GEANT4.
2. Определение требуемых физических параметров.
3. Интеграция модулей в детектор и проведение калибровки.
4. Изготовление модулей чувствительных элементов и электроники.
5. Выбор принципа регистрации.

Правильный ответ: 2, 5, 1, 4, 3.

3. Регистрация света в фотоэлектронном умножителе

Расположите этапы в правильной последовательности:

1. Каскадное умножение электронов при последовательных ударах о диноды.
2. Поглощение фотона на фотокатоде.
3. Сбор умноженного электронного пучка на аноде и формирование выходного сигнала.
4. Испускание фотоэлектрона вследствие фотоэффекта.
5. Ускорение электрона электрическим полем к первому диноду.

Правильный ответ: 2, 4, 5, 1, 3.

4. Развитие адронного ливня

Расположите этапы в правильной последовательности:

1. Образование электромагнитной компоненты через распады $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$.

2. Взаимодействие первичной адронной частицы с ядром вещества.
3. Затухание ливня и поглощение частиц в материале детектора.
4. Каскадное деление энергии между многочисленными неупругими столкновениями.
5. Рождение множества вторичных адронов (π , K , нуклоны).

Правильный ответ: 2, 5, 4, 1, 3.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	4, 5, 1, 3, 2	2, 5, 1, 4, 3	2, 4, 5, 1, 3	2, 5, 4, 1, 3
Компетенции	МПК-3	МПК-3	МПК-3	МПК-3

V. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных

1. Какие частицы могут использоваться для лучевой терапии?

- A. Каоны
- B. Гамма-кванты
- C. Протоны
- D. Нейтрино

2. Какие процессы происходят в полупроводнике под воздействием заряженных частиц?

- A. Ионизация
- B. Фотоэффект
- C. Резонансное рассеяние
- D. Высвобождение электронов и дырок

3. Какой тип усилителя обычно применяется для регистрации сигналов с детекторов?

- A. Повторитель напряжения
- B. Усилитель зарядово-чувствительный
- C. Усилитель частоты
- D. Компаратор напряжения на основе ОУ

4. Для каких задач могут использоваться ASIC?

- A. Майнинг криптовалюты
- B. Проявка фотоэмульсий
- C. DSP-фильтрация сигналов
- D. Для считывания SiPM

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	BC	AD	BD	ACD
Компетенции	МПК-1	МПК-1	МПК-1	МПК-1

Разработчик ФОС: д.ф.-м.н. Ольшевский А.Г..

Практика и научно-исследовательская работа

Педагогическая практика

Семестр - 3

Общая трудоемкость - 72 ч

Из них

Лекций – не предусмотрено

Практических занятий - не предусмотрено

Самостоятельная работа –72 ч

Форма промежуточной аттестации -зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-2	<p>Знать принципы построения современного образовательного процесса в области ядерной физики</p> <p>Уметь осуществлять педагогическую поддержку при выполнении обучающимися поставленных научно-образовательных задач в области современной ядерной физики</p> <p>Владеть навыками педагога при осуществлении научно-образовательного процесса в области современной ядерной физики</p>
ПК-5	<p>Знать основные научные принципы и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p>Уметь применять на практике методы научных исследований в области современной ядерной физики в процессе образовательного сопровождения профильной учебной деятельности</p> <p>Владеть методами педагогического сопровождения научно-исследовательской деятельности обучающихся младших курсов</p>

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ:

Перед началом практики студент получает индивидуальное задание на практику и оформляет отчет о прохождении практики.

Формой отчетности по итогам практики является составление отчета и его защита до начала экзаменационной сессии.

Промежуточная аттестация по результатам прохождения учебной практики проходит в виде защиты студентом отчета по выполненным заданиям руководителю практики.

3. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Результаты обучения («знает», «умеет», «владеет», имеет навык или опыт»), которые оцениваются в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации по практике, соотнесенные с формируемыми компетенциями выпускников образовательной программы. Оценка «Отлично» выставляется студенту, полностью и с высоким качеством выполнившему Программу практики; глубоко и всесторонне изучившему содержание, формы и методы научно-исследовательской работы; вовремя представившему все отчетные документы; четко и обстоятельно доложившему о результатах прохождения практики; в ответах на вопросы показавшему глубокие знания и умения; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, выполнившему Программу практики; изучившему содержание, формы и методы научно-исследовательской работы; доложившему о результатах прохождения практики и правильно ответившему на вопросы; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, в основном выполнившему Программу практики; ознакомившемуся с организацией научно-исследовательской работы; представившему все отчетные документы; доложившему о результатах прохождения практики и ответившему на вопросы; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, не выполнившему Программу практики и индивидуальное задание; не представившему все отчетные документы; слабо знающему содержание и организацию научно-исследовательской работы; получившему неудовлетворительный отзыв от организации (учреждения, предприятия), в которой студент проходил практику.

Оценочные средства по педагогической практике

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

Инструкция:

Соотнесите этапы педагогической практики с основными действиями.

- А. Вводная часть
- Б. Наблюдательная часть
- В. Стажерская часть
- Г. Итоговая часть

1. Ознакомление с программой и ТБ
2. Посещение лекций и консультаций
3. Проведение лекции или семинара
4. Сдача отчета и защита
5. Подготовка учебных материалов
6. Анализ учебных планов

Ответ: А-1 Б-2 В-3 Г-4

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

Инструкция:

Расположите этапы педагогической практики в правильной хронологии.

1. Ознакомление с программой
2. Изучение методической литературы
3. Посещение занятий

4. Разработка лекции
5. Проведение занятия
6. Подготовка отчета
7. Защита

Ответ: 1 2 3 4 5 6 7

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа с обоснованием

Вопрос:

Что является обязательной частью итоговой отчетности по педагогической практике?

1. Написание методички
2. Сдача видеозаписи лекции
3. Заполненный дневник и письменный отчет
4. Протокол педагогического совета

Ответ: 3

Обоснование:

По нормативным требованиям вузов, педагогическая практика завершается оформлением обязательной отчетной документации, к которой относятся:

Дневник практики, где фиксируется каждый день деятельности;

Письменный отчет, содержащий анализ проделанной работы, проведённых занятий, выводов и рефлексии.

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием

Вопрос:

Что входит в подготовку к проведению учебного занятия?

1. Разработка текста лекции
2. Составление контрольных заданий
3. Получение отзывов студентов
4. Подбор аудиторий
5. Подготовка презентации и дидактики

Ответ: 1, 2, 5

Обоснование:

1. Разработка текста лекции — обеспечивает содержание и структуру учебного занятия;

2. Контрольные задания — необходимы для проверки усвоения материала, а также для формирования обратной связи;

5. Презентации и дидактические материалы (раздатки, схемы, наглядность) повышают наглядность и интерактивность занятия.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

Задание:

Опишите, какие педагогические компетенции вы приобрели в ходе практики. Приведите конкретные примеры ситуаций, в которых вы применяли методику преподавания и принципы взаимодействия с аудиторией.

Ответ (ожидаемый): В ходе педагогической практики я приобрёл(а) ряд ключевых компетенций, необходимых для эффективной работы преподавателя, включая навыки планирования учебного процесса, применения активных методов обучения и построения продуктивного взаимодействия с аудиторией.

Одной из первых задач было разработка и проведение учебного занятия по <название курса> для студентов <номер> курса. При подготовке я использовал(а) методику блочно-модульного построения урока: выделил(а) цели, определил(а) ключевые понятия и подобрал(а) примеры из актуальной практики. Структура занятия включала вводную часть, объяснение нового материала, практическое задание в группах и рефлексию. Это позволило активизировать внимание студентов и удерживать его на протяжении всей лекции.

Кроме того, я освоил(а) навыки обратной связи и оценки, в том числе использование формирующего оценивания. После каждой активности мы обсуждали с группой выполненные задания, я задавал(а) уточняющие вопросы, поддерживал(а) позитивный настрой, корректировал(а) непонимание. Это помогло создать открытую атмосферу и повысить вовлечённость студентов.

Также я столкнулся(лась) с ситуацией, когда один студент открыто выражал недоверие к теме занятия. Я применил(а) принцип партнерского диалога, выслушал(а) аргументы, предложил(а) рассмотреть альтернативную точку зрения и обсудить её в группе. Это не только сняло напряжение, но и способствовало развитию критического мышления у всех участников.

Таким образом, практика позволила мне освоить педагогические компетенции, связанные с методическим построением занятий, коммуникативной гибкостью и управлением учебной динамикой. Я убедился(ась), что современный преподаватель — это не только транслятор знаний, но и модератор, наставник, организатор учебного взаимодействия.

Ключ к тесту

№	Тип задания	Верный ответ	Компетенции
1	Соответствие	А - 1, Б - 2, В - 3, Г - 4	ОПК-2, ПК-5
2	Последовательность	1 2 3 4 5 6 7	ОПК-2, ПК-5
3	Один ответ + обоснование	3	ОПК-2, ПК-5
4	Несколько ответов + обоснование	1, 2, 5	ОПК-2, ПК-5
5	Открытый	—	ОПК-2, ПК-5

Разработчик ФОС:

д.ф.-м.н. Авдеев М.В., д.ф.-м.н. Ольшевский А.Г., к.ф.м.-н. Леонтьев В.В.

Производственная практика.

Преддипломная практика

Семестр - 4

Общая нагрузка - 792 ч

Из них

Лекций – не предусмотрено

Практических занятий - не предусмотрено

Самостоятельная работа - 792 ч

Форма промежуточной аттестации - зачет

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
УК-4	<p>Знать основные подходы к организации работы научного коллектива</p> <p>Уметь организовывать работу коллективов; разрабатывать мероприятия по личностному, образовательному и профессиональному росту</p> <p>Владеть методами организации научного коллектива; навыками управления коллективом для достижения поставленной научной задачи, планирования командной работы</p>
УК-7	<p>Знать основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов становления научного работника</p> <p>Уметь решать задачи собственного профессионального и личностного развития, расставлять приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p> <p>Владеть навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов непрерывного образования</p>
ОПК-1	<p>Знать основные законы, научные концепции и методы исследований в области современной ядерной физики</p> <p>Уметь применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p>Владеть навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ:

Перед началом практики студент получает индивидуальное задание на практику и оформляет отчет о прохождении практики.

Формой отчетности по итогам практики является составление отчета и его защита до начала экзаменационной сессии.

Промежуточная аттестация по результатам прохождения учебной практики проходит в виде защиты студентом отчета по выполненным заданиям руководителю практики.

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ СТУДЕНТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ И КОМПЕТЕНЦИЙ

Результаты обучения («знает», «умеет», «владеет», имеет навык или опыт»), которые оцениваются в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации по практике, соотнесенные с формируемыми компетенциями выпускников образовательной программы. Оценка «Отлично» выставляется студенту, полностью и с высоким качеством выполнившему Программу практики; глубоко и всесторонне изучившему содержание, формы и методы научно-исследовательской работы; вовремя представившему все отчетные документы; четко и обстоятельно доложившему о результатах прохождения практики; в ответах на вопросы показавшему глубокие знания и умения; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, выполнившему Программу практики; изучившему содержание, формы и методы научно-исследовательской работы; доложившему о результатах прохождения практики и правильно ответившему на вопросы; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, в основном выполнившему Программу практики; ознакомившемуся с организацией научно-исследовательской работы; представившему все отчетные документы; доложившему о результатах прохождения практики и ответившему на вопросы; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, не выполнившему Программу практики и индивидуальное задание; не представившему все отчетные документы; слабо знающему содержание и организацию научно-исследовательской работы; получившему неудовлетворительный отзыв от организации (учреждения, предприятия), в которой студент проходил практику.

Оценка по практике приравнивается к зачетам по теоретическому обучению и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студентов в текущем семестре или следующем за проведением практики семестре, если практики проводится в выделенные недели после окончания сессии.

Оценочные средства по преддипломной практике

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

Инструкция:

Соотнесите этапы преддипломной практики с их основным содержанием.

- А. Предварительный инструктаж
- Б. Подготовительная часть
- В. Стажерская практика
- Г. Итоговая часть

1. Собеседование, изучение требований
2. Разработка глав ВКР
3. Подготовка доклада, апробация на конференции
4. Сдача отчета о практике

5. Анализ деятельности стажера
6. Подбор литературы и формулировка темы

Ответ: А - 1, Б - 2, В - 3, Г - 4

II. Задание закрытого типа на установление последовательности

Инструкция:

Расположите этапы подготовки ВКР в логической последовательности.

1. Сбор материала
2. Анализ и систематизация
3. Разработка плана ВКР
4. Написание текста ВКР
5. Оформление ссылок и приложений
6. Апробация результатов
7. Подготовка к защите

Ответ: 1 2 3 4 5 6 7

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных с обоснованием

Вопрос:

Что является обязательной формой апробации результатов ВКР?

1. Публикация в СМИ
2. Участие в семинаре
3. Доклад на научной конференции
4. Анкетирование студентов

Ответ: 3

Обоснование:

Апробация результатов выпускной квалификационной работы (ВКР) — это публичное представление и обсуждение полученных результатов с целью их оценки и признания научным сообществом.

Наиболее распространённой и официально закреплённой формой апробации является доклад на научной конференции, включая:

- конференции вуза или кафедры;
- внешние студенческие научные мероприятия;
- конференции с публикацией тезисов.

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием

Вопрос:

Какие из следующих действий относятся к оформлению текста ВКР?

1. Подбор приложений
2. Составление аннотации
3. Иллюстративный материал
4. Проверка антиплагиата
5. Подготовка презентации

Ответ: 1, 2, 3

Обоснование:

1. Подбор приложений — приложения дополняют основной текст таблицами, образцами анкет, фотографиями и др. и входят в состав итогового документа.
2. Аннотация — является обязательной частью ВКР, кратко отражающей суть и результаты исследования.
3. Иллюстративный материал — графики, диаграммы, схемы используются для наглядности, визуального подтверждения анализа и оформления разделов ВКР.

V. Задание открытого типа с развернутым ответом

Задание:

Опишите этапы подготовки вашей выпускной квалификационной работы. Какие трудности возникли при анализе и систематизации источников? Как вы их преодолели?

Ответ (ожидаемый): Подготовка моей выпускной квалификационной работы проходила поэтапно и включала несколько ключевых стадий: выбор темы, постановка цели и задач исследования, подбор и анализ литературы, формулирование теоретической базы, проведение практической части и оформление итогового текста.

На первом этапе я определил(а) тему, исходя из собственных профессиональных интересов и актуальности вопроса. После согласования темы с научным руководителем я приступил(а) к формулировке цели, задач и гипотезы исследования.

Вторым этапом стал поиск и систематизация научных источников. Именно на этом этапе возникли основные трудности. Во-первых, по моей теме оказалось недостаточно отечественных публикаций. Во-вторых, источники часто дублировали информацию или содержали противоречивые подходы. Это затрудняло формирование целостной теоретической базы.

Чтобы преодолеть эти сложности, я предпринял(а) следующие шаги:

– использовал(а) англоязычные научные базы (Google Scholar, JSTOR, ResearchGate), что расширило спектр актуальных исследований;

– разделил(а) источники по тематическим блокам (теория, практика), что помогло систематизировать материал;

– выделил(а) ключевые авторские подходы и сопоставил(а) их через таблицу сравнительного анализа, чтобы выявить логические связи и различия.

Заключительным этапом стало написание текста, оформление приложения и выводов.

Благодаря предварительной аналитической работе этот процесс прошёл более структурировано. В результате я не только успешно справился(ась) с исследовательской задачей, но и приобрёл(а) ценные навыки критического анализа, отбора информации и построения логической аргументации, что, безусловно, станет полезным в профессиональной деятельности.

Ключ к тесту

№	Тип задания	Верный ответ	Компетенции
1	Соответствие	А-1, Б - 2, В - 3, Г - 4	УК-7, ОПК-1
2	Последовательность	1 2 3 4 5 6 7	УК-4, ОПК-1
3	Один ответ + обоснование	3	УК-7, ОПК-1
4	Несколько ответов + обоснование	1, 2, 3	УК-4, ОПК-1

5	Развернутый	—	УК-4, ОПК-1
---	-------------	---	-------------

Разработчик ФОС:

д.ф.-м.н. Авдеев М.В., д.ф.-м.н. Ольшевский А.Г., к.ф.м.-н. Леонтьев В.В.

Научно-исследовательская работа

Семестр – 1, 2, 3

Общая нагрузка – 900 ч

Из них

Лекций – не предусмотрено

Практических занятий - не предусмотрено

Самостоятельная работа – 900 часов

Форма промежуточной аттестации – зачет (1, 2, 3 семестры)

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Результаты обучения
УК-3	<p>Знать основные инновационные достижения современной ядерной физики</p> <p>Уметь разрабатывать проект решения научной задачи, анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов; определять целевые этапы и основные объемы работ</p> <p>Владеть навыками разработки и реализации научных проектов в области современной ядерной физики, методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах</p>
УК-4	<p>Знать основные подходы к организации работы научного коллектива</p> <p>Уметь организовывать работу коллективов; разрабатывать мероприятия по личностному, образовательному и профессиональному росту</p> <p>Владеть методами организации научного коллектива; навыками управления коллективом для достижения поставленной научной задачи, планирования командной работы</p>
ПК-1	<p>Знать разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p>Уметь применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p>Владеть экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ:

Формой отчетности по итогам НИР является составление и защита письменного отчета.

Промежуточная аттестация по результатам выполнения НИР проходит в виде защиты студентом отчета на научном семинаре (коллоквиуме) лаборатории (кафедры). По результатам

защиты отчета студент получает «зачет», если комиссия дала положительную оценку его работы по каждому из приведенных ниже критериев:
объем выполненных работ и результаты текущего контроля (оценивается на основе характеристики работы студента, данной его научным руководителем;
информированность о состоянии аналогичных исследований в данной области физики (оценивается на основе письменного отчета о НИР и устной защиты студента);
ответы на вопросы по теме исследования (оценивается на основе устной защиты студента);
аргументированность заключений и выводов (оценивается на основе письменного отчета о НИР и устной защиты студента);
качество презентации материала (оценивается на основе устной защиты студента).

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ СТУДЕНТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ И КОМПЕТЕНЦИЙ

Результаты обучения («знает», «умеет», «владеет», имеет навык или опыт»), которые оцениваются в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации по НИР, соотнесенные с формируемыми компетенциями выпускников образовательной программы, приведены в п.1 настоящей программы.

Оценка «Отлично» выставляется студенту, полностью и с высоким качеством выполнившему Программу практики; глубоко и всесторонне изучившему содержание, формы и методы научно-исследовательской работы; вовремя представившему все отчетные документы; четко и обстоятельно доложившему о результатах прохождения практики; в ответах на вопросы показавшему глубокие знания и умения; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, выполнившему Программу практики; изучившему содержание, формы и методы научно-исследовательской работы; доложившему о результатах прохождения практики и правильно ответившему на вопросы; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, в основном выполнившему Программу практики; ознакомившемуся с организацией научно-исследовательской работы; представившему все отчетные документы; доложившему о результатах прохождения практики и ответившему на вопросы; получившему положительный отзыв от руководителя практики.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, не выполнившему Программу практики и индивидуальное задание; не представившему все отчетные документы; слабо знающему содержание и организацию научно-исследовательской работы; получившему неудовлетворительный отзыв от организации (учреждения, предприятия), в которой студент проходил практику.

4. СТРУКТУРА ОТЧЕТА О ВЫПОЛНЕННОЙ НИР

1. Титульный лист, ФИО студента, ФИО научного руководителя
2. Тема магистерской диссертации
3. Индивидуальное задание студента
4. Отчет по результатам научно-исследовательской работы
5. Отзыв научного руководителя с указанием аттестации студента по результатам научно-исследовательской работы

Отчет по НИР подписывается студентом и научным руководителем.

Оценочные средства по курсу

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Соотнесите элемент структуры магистерской диссертации с его содержанием (каждый элемент правого столбца используется один раз; один элемент левого столбца лишний):

А	Раздел, в котором излагаются цель и задачи работы, обосновывается актуальность темы, определяется объект и предмет исследования, а также даётся общая характеристика структуры работы	1	Введение
В	Заключительная глава, содержащая обобщение результатов исследования, формулировку выводов по поставленным задачам, а также рекомендации или указание на области дальнейших исследований	2	Обзор литературы
С	Раздел, включающий описание примененных методов сбора и анализа данных, характеристику выборки или материалов исследования и обоснование выбора методологических подходов	3	Методология исследования
Д	Приведенный в приложении вспомогательный материал: сырые данные, дополнительные таблицы, анкеты, примеры документов, которые не включены в основной текст	4	Заключение
Е	Глава, посвященная анализу научных источников по теме: рассматриваются ключевые теории, результаты предыдущих исследований, вводятся понятия и концепции, на которых строится данное исследование	5	

Правильный ответ: 1–А, 2–Е, 3–С, 4–В.

Обоснование: Во введении (1) формулируются цель, задачи, объект и предмет, и обосновывается актуальность — это соответствует варианту А. Обзор литературы (2) обобщает предыдущие исследования и теории по теме — вариант Е. Методология (3) описывает методы и процедуру исследования — вариант С. Заключение (4) содержит выводы и результаты — вариант В. Вариант D (приложения) не соотнесен ни с одним из данных разделов и является лишним элементом.

2. Соотнесите тип анализа научных данных с его характеристикой:

--	--

А	Анализ, основанный на числовых данных и их статистической обработке; характерен для экспериментов, опросов, содержит вычисление показателей, тестирование гипотез, выявление закономерностей в выборке	1	Качественный анализ
В	Анализ, при котором материалом служат идеи, концепции и теории, взятые из литературы; производится сопоставление и синтез существующих концептуальных подходов без сбора нового эмпирического материала	2	Количественный анализ
С	Подход к исследованию, сочетающий в рамках одной работы сбор и анализ как количественных, так и качественных данных для более всестороннего изучения явления	3	Смешанный метод
Д	Анализ, оперирующий неметрическими данными (текстами, изображениями, интервью и пр.) и направленный на выявление смыслов, тематических категорий, мотивов или моделей поведения	4	Теоретический анализ
Е	Метод аналитической обработки данных, при котором результаты нескольких статистических исследований объединяются и пересчитываются заново для выявления общей тенденции	5	Визитная карточка (опционально)

Правильный ответ: 1–D, 2–A, 3–C, 4–B.

Обоснование: Качественный анализ (1) работает с неформализованными данными (текстами, наблюдениями), это вариант D. Количественный анализ (2) опирается на статистику и числа — вариант А. Смешанный подход (3) сочетает оба типа данных в одном исследовании — вариант С. Теоретический анализ (4) подразумевает работу с идеями и литературой без сбора новых данных — вариант В. Вариант Е (мета-анализ) не перечислен в левом столбце и лишний в данном сопоставлении.

3. Соотнесите аспект оформления научной работы с соответствующим требованием стандарта (каждый элемент правого столбца используется один раз; один элемент левого столбца лишний):

--	--

А	Каждая иллюстрация или табличные данные должны быть пронумерованы и снабжены названием (подписью), при ссылках в тексте указывается соответствующий номер, а сами объекты располагаются по центру страницы	1	Оформление цитат и ссылок
В	Все используемые источники должны быть перечислены в конце работы в установленном формате (например, по ГОСТу или АРА): указываются автор, название, выходные данные, а список упорядочивается по алфавиту или в порядке цитирования	2	Нумерация страниц
С	В тексте после заимствованного фрагмента в скобках указываются выходные данные источника либо оформляется сноска; прямые цитаты выделяются кавычками, а их точность должна соответствовать оригиналу	3	Оформление рисунков и таблиц
Д	Страницы диссертации (кроме титульного листа) должны иметь сквозную нумерацию, обычно проставляемую внизу или вверху страницы по центру или правому краю; титульный лист и реферат входят в общую нумерацию, но цифры на них не ставятся	4	Список использованной литературы
Е	Перед сдачей готовой работы она должна быть проверена системой обнаружения заимствований, при этом процент оригинальности текста должен соответствовать установленному вузом порогу	5	

Правильный ответ: 1–С, 2–D, 3–А, 4–В.

Обоснование: Оформление цитат и ссылок (1) требует указания источника сразу при цитировании — описание С. Нумерация страниц (2) должна быть сквозной и обычно не ставится на титульном листе — описание D. Оформление рисунков и таблиц (3) предполагает нумерацию и подписи под ними — описание А. Список литературы (4) оформляется по установленному стандарту с полными выходными данными — описание В. Вариант Е (проверка на плагиат и процент оригинальности) не относится непосредственно к оформлению текста и дан как лишний.

4. Соотнесите понятие, связанное с публикационной активностью, с его описанием (левый столбец содержит один лишний элемент):

А	Уникальный цифровой идентификатор, присваиваемый каждой опубликованной научной работе или книге для облегчения ее поиска и цитирования в цифровой среде	1	Импакт-фактор
В	Числовой показатель влиятельности научного журнала, отражающий среднее число цитирований, приходящихся на одну статью в этом журнале за определённый период (часто за два года)	2	Рецензирование
С	Индекс продуктивности ученого, равный количеству его статей (N), каждая из которых цитировалась не менее N раз	3	h-индекс
Д	Процесс экспертной оценки научной работы перед ее публикацией: один или несколько независимых специалистов проверяют качество исследования, новизну результатов и соответствие статьи требованиям журнала	4	DOI
Е	Научная база данных, индексирующая публикации и цитирования, используемая для расчета показателей публикационной активности (например, Scopus, Web of Science).	5	

Правильный ответ: 1–В, 2–Д, 3–С, 4–А.

Обоснование: Импакт-фактор (1) — показатель цитируемости журнала, что соответствует варианту В. Рецензирование (2) — процедура экспертной оценки статьи перед публикацией, вариант Д. h-индекс (3) — индекс продуктивности исследователя, описан в варианте С. DOI (4) — цифровой идентификатор статьи, это вариант А. Вариант Е (научная база данных) не указан в левом столбце и лишний.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	1–А, 2–Е, 3–С, 4–В	1–Д, 2–А, 3–С, 4–В	1–С, 2–Д, 3–А, 4–В	1–В, 2–Д, 3–С, 4–А
Компетенции	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4

II. Задание закрытого типа на установление последовательности.

1. Расположите в логической последовательности основные этапы подготовки магистерской диссертации:

- А) Выбор темы и формулирование проблемы исследования, определение объекта и предмета;
- В) Постановка целей и конкретных задач исследования, составление подробного плана работы;
- С) Сбор и обзор литературы по теме, формулирование теоретической основы исследования;
- Д) Проведение собственного исследования: сбор эмпирических данных, их обработка и анализ;
- Е) Написание текста диссертации, оформление работы в соответствии с требованиями, формулирование выводов и подготовка к защите.

Правильный ответ: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$.

Обоснование: Подготовка диссертации начинается с выбора темы и постановки проблемы (А), затем определяются цель и задачи и составляется план (В). Далее собирается и анализируется литература, формируется теоретическая база (С). После этого проводится собственное исследование: сбор и анализ данных (D). Завершающий этап — написание и оформление текста, формулирование выводов и подготовка к защите (Е). Соблюдение этой последовательности обеспечивает логичность и полноту работы.

2. Упорядочите этапы проведения количественного анализа данных:

- А) Сбор данных (например, проведение анкетирования или измерений по заранее разработанному протоколу);
- В) Предобработка данных (очистка от ошибок и пропусков, кодирование ответов, подготовка к анализу);
- С) Статистический анализ: расчет описательных статистик, построение моделей или проверка гипотез с помощью статистических тестов;
- Д) Интерпретация результатов: осмысление полученных статистических выводов с точки зрения исследовательской гипотезы или вопроса;
- Е) Формулирование выводов и представление результатов в тексте исследования (сопровождается таблицами, графиками, комментариями).

Правильный ответ: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$.

Обоснование: Количественный анализ данных включает: сперва сбор данных согласно плану (А). Затем подготовка данных — удаление ошибок, кодирование (В). Третий шаг — проведение необходимых статистических расчетов и тестов (С). После получения результатов их интерпретация в контексте выдвинутых гипотез (D). И наконец, формулирование выводов и представление результатов в тексте исследования (Е). Такой порядок позволяет от сырых данных перейти к осмысленным выводам и правильно их представить.

3. Упорядочите этапы качественного исследования:

- А) Определение исследовательских вопросов и выбор качественного метода (например, интервью, наблюдение) в соответствии с целью исследования;
- В) Сбор данных: проведение запланированных интервью, фокус-групп или наблюдений, фиксация полученной информации (аудиозаписи, заметки и др.);
- С) Транскрипция и первоначальное чтение материалов, погружение в данные;
- Д) Кодирование и категоризация: разметка текстовых данных, выделение повторяющихся идей, сюжетов, тем;
- Е) Интерпретация и выводы: выявление основных тем и отношений, сопоставление результатов с теоретической базой, формулирование выводов.

Правильный ответ: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$.

Обоснование: Качественное исследование логично начинается с определения вопросов и выбора метода (А). Затем проводится сбор данных (интервью, наблюдения) в поле (В). После сбора данных исследователь транскрибирует и первично знакомится с материалом (С). Следующий этап — кодирование: данные разбиваются на категории, выделяются ключевые темы (D). И наконец, на основе этих тематических категорий формулируются выводы и

сравнения с теориями (Е). Этот цикл обеспечивает глубинное понимание изучаемого явления и последовательность от данных к концепциям.

4. Определите последовательность шагов подготовки научной статьи к публикации в рецензируемом журнале:

- А) Написание чернового варианта статьи на основе проведенного исследования (введение, метод, результаты, выводы).
- В) Выбор целевого научного журнала и приведение статьи в соответствие с его требованиями (оформление текста, формат библиографии, объем).
- С) Отправка статьи в редакцию журнала и прохождение этапа предварительного рассмотрения редакторами.
- Д) Получение комментариев рецензентов и доработка рукописи: внесение исправлений, ответ на замечания в соответствии с заключением рецензирования.
- Е) Принятие статьи к печати и её публикация в журнале.

Правильный ответ: А → В → С → Д → Е.

Обоснование: Для публикации статьи необходимо сначала написать полный черновик по итогам исследования (А). Затем выбирается подходящий журнал и статья приводится в соответствие с его формальными требованиями (В). После этого рукопись отправляется в журнал и проходит первичную проверку редакцией (С). Если статья направляется на рецензирование, автор получает отзывы и вносит изменения (Д). При положительном решении отредактированная статья принимается и публикуется (Е). Соблюдение этих этапов повышает шансы на успешную публикацию работы.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	А В С D E	А В С D E	А В С D E	А В С D E
Компетенции	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных.

1. Какова основная цель процедуры рецензирования научной статьи перед публикацией?

- А. Обеспечить независимую экспертную проверку качества исследования и корректности изложенных результатов.
- В. Повысить индексы цитирования авторов еще до выхода статьи.
- С. Гарантировать автоматическое принятие статьи к публикации после определенного срока рассмотрения.
- Д. Провести формальную проверку статьи на соответствие шаблону верстки журнала, без оценки содержания.

Обоснование: Рецензирование призвано обеспечить качество научных публикаций. Независимые эксперты оценивают, корректно ли проведено исследование, достоверны ли результаты и обоснованы ли выводы. Это отражено в варианте А. Вариант В неверен: процедура рецензирования не направлена на повышение цитируемости (это происходит постфактум, после публикации). Вариант С неправильно описывает рецензирование — оно не гарантирует автоматического принятия статьи, наоборот, по итогам рецензий статья может быть отклонена. Вариант Д путает рецензирование с технической правкой: смысл экспертной оценки именно в содержательном контроле, а не только в проверке формата.

2. Чем главным образом отличается теоретическое исследование от эмпирического?
- A. Теоретическое исследование основывается на анализе существующих концепций и данных из литературы, тогда как эмпирическое предполагает сбор нового опыта или данных для проверки гипотез.
 - B. Теоретическое исследование проводится исключительно в естественных полевых условиях, а эмпирическое — только в лаборатории.
 - C. В теоретическом исследовании обязательно используются математические модели, а в эмпирическом — только описательные методы.
 - D. Эмпирическое исследование не связано с реальными явлениями, тогда как теоретическое ориентировано на практическое применение.

Обоснование: Вариант А точно отражает суть: теоретическое исследование фокусируется на анализе идей, понятий, обобщении существующих данных из литературы, тогда как эмпирическое предполагает самостоятельный сбор данных, наблюдения или эксперименты для проверки гипотез. Остальные варианты неверны: В — путает место проведения (на самом деле теоретическое может проводиться где угодно, а эмпирическое — как в полевых условиях, так и в лаборатории); С — связывает теорию исключительно с математикой, что необязательно (теоретическая работа может быть гуманитарной), а эмпирику ограничивает описанием (в эмпирике как раз часто применяются математические методы); D — переворачивает понятия (эмпирическое исследует реальные явления, а теоретическое носит более абстрактный характер).

3. Какой из перечисленных разделов обычно не включается в магистерскую диссертацию?
- A. Введение, где обосновывается актуальность темы.
 - B. Обзор литературы по теме исследования.
 - C. Анализ данных, полученных в ходе исследования.
 - D. Подробная автобиография автора с описанием личной жизни.

Обоснование: Магистерская диссертация по физике обязательно включает введение (А), обзор литературы (В), анализ собранных данных и обсуждение результатов (С), а также другие научные разделы. Личная автобиография автора (D) не является частью структуры диссертации. Такой раздел не предусмотрен стандартными требованиями, поэтому вариант D — единственный, который не включается в работу.

4. Как оформляется титульный лист магистерской работы?
- A. По вкусу автора и научного руководителя научного исследования
 - B. В фирменных цветах высшего учебного заведения и его структуры (филиала, факультета, кафедры), где выполнялась научно-исследовательская работа
 - C. На основании использования бренд-бука и логотипов по теме исследования
 - D. Согласно шаблону и официальному наименованию высшего учебного заведения и его структуры (филиала, факультета, кафедры), где выполнялась научно-исследовательская работа.

Обоснование: Магистерская диссертация оформляется требованиям ГОСТа и рекомендациям высшего учебного заведения и его структуры (филиала, факультета, кафедры), где выполнялась научно-исследовательская работа. Обычно предлагается готовый шаблон оформления работы, как правило, предполагающий интерактивную навигацию по работе. Но даже в случае отсутствия в вузе такого предложения есть строгие требования по оформлению титульного листа, где указывается официальное наименование высшего учебного заведения и его структуры (филиала, факультета, кафедры), где выполнялась научно-исследовательская работа. На титульном листе указывается фамилия имя и отчество (при наличии) автора — полностью, фамилия имя и отчество (при наличии) научного руководителя — полностью, название научно-исследовательской работы, а также место и год защиты работы.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	A	A	D	D
Компетенции	ПК-1, УК-3	ПК-1, УК-3	ПК-1, УК-3	ПК-1, УК-3

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных

1. Какие действия способствуют успешному написанию и оформлению магистерской диссертации?

- A. Планирование графика работы над диссертацией и поэтапное выполнение поставленных задач.
- B. Избегание каких-либо консультаций с научным руководителем, чтобы работа полностью отражала только идеи студента.
- C. Многократная вычитка текста, проверка на наличие логических несоответствий, грамматических ошибок и опечаток.
- D. Тщательное соблюдение требований вуза к структуре и оформлению работы (шрифт, интервалы, цитирование, список литературы и пр.).
- E. Использование в работе фрагментов чужих текстов без ссылки, если они хорошо подходят по смыслу.

Обоснование: К лучшим практикам подготовки диссертации относятся планирование и организация своего времени (A), тщательная вычитка и редактирование текста (C), а также строгое соблюдение всех предъявляемых требований к оформлению и структуре (D). Эти меры повышают качество работы и производят благоприятное впечатление на проверяющих. Вариант B неверен: регулярные консультации с научным руководителем обычно помогают направить исследование и вовремя исправить ошибки. Вариант E описывает плагиат, который категорически недопустим и ведет к академической ответственности, поэтому не может способствовать успеху, а напротив, уничтожает ценность работы.

2. Какие критерии обычно учитываются при оценке качества или значимости научной публикации?

- A. Импакт-фактор журнала, в котором опубликована статья.
- B. Количество цитирований, полученных статьей спустя определенное время после публикации.
- C. Объем статьи (число страниц) по сравнению с другими работами.
- D. Наличие процедуры рецензирования и соответствие публикации требованиям научной этики.
- E. Репутация журнала или конференции, где представлены результаты (индексация в научных базах, рейтинг).

Обоснование: Качество и значимость научной публикации часто связываются с престижем журнала (A, импакт-фактор), последующим откликом научного сообщества (B, число цитирований), а также с соблюдением стандартов научной публикации (D, наличие рецензирования, этичность). Репутация издания, отраженная, например, в том, индексируется ли журнал в международных базах данных, также важна (E). Количество страниц (C) не является показателем качества: статья может быть короткой, но очень влиятельной, или

длинной, но малозначимой, поэтому объем не используется как критерий оценки научной ценности.

3. Какие шаги могут повысить публикационную активность молодого исследователя?

А. Участие в научных конференциях с докладами и публикация тезисов или статей в сборниках конференций.

В. Написание и подача статей в рецензируемые научные журналы.

С. Сотрудничество с коллегами в совместных проектах, приводящее к соавторству научных публикаций.

Д. Игнорирование рекомендаций рецензентов с целью сохранения авторской оригинальности текста.

Е. Одновременная отправка одной и той же рукописи в несколько журналов, чтобы ускорить процесс публикации.

Обоснование: Для молодого ученого повышение публикационной активности достигается различными путями. Участие в конференциях (А) позволяет заявить о себе в научном сообществе и опубликовать первые материалы. Подготовка статей в рецензируемые журналы (В) напрямую увеличивает число публикаций и повышает видимость результатов. Совместная работа с другими исследователями (С) часто ведет к соавторским публикациям и обогащает опыт. Варианты D и E представляют вредные практики: игнорирование замечаний рецензентов почти наверняка приведет к отказу в публикации (рецензии призваны улучшить работу), а одновременная отправка одной статьи в несколько журналов нарушает этику публикаций и может привести к скандалу и отказу со стороны всех адресатов.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3
Правильный ответ	ACD	ABDE	ABC
Компетенции	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4	УК-3, УК-4

V. Задание открытого типа с развёрнутым ответом

1. В чем заключаются отличия между теоретическим и эмпирическим подходами в научном исследовании и как они дополняют друг друга при подготовке магистерской диссертации? (Компетенции: УК-3, УК-4)

Ответ: Правильный ответ (ожидаемое содержание): Следует показать понимание, что теоретический и эмпирический подходы не противопоставляются, а дополняют друг друга. В ответе нужно определить: теоретический подход в исследованиях связан с анализом литературы, существующих концепций, разработкой моделей и гипотез. Эмпирический подход — с проверкой этих гипотез на практике посредством сбора данных (например, опросов, экспериментов, анализа контента). Стоит подчеркнуть, что теоретическое исследование позволяет сформулировать гипотезы и концептуальную рамку, без которой эмпирическая работа была бы бессистемной. С другой стороны, эмпирическое исследование проверяет и уточняет теорию, предоставляя новые факты. Для магистерской диссертации обычно требуется сочетание: вначале студент проводит теоретический анализ (обзор литературы, формулирование гипотез), а затем — эмпирическую часть (сбор и анализ данных). В заключение необходимо отметить, что прочная теоретическая основа повышает качество интерпретации эмпирических результатов, а результаты экспериментов, в свою очередь, обогащают и корректируют теорию.

2. Каковы ключевые требования к содержанию и оформлению качественной магистерской диссертации по направлению «Физика» (Компетенции: УК-3, УК-4)?

Ответ: Правильный ответ (ожидаемое содержание): Ожидается, что студент перечислит и раскроет основные требования к магистерской диссертации. Во-первых, по содержанию: работа должна иметь научную новизну (решать актуальную проблему или восполнить пробел в знаниях), четко сформулированные цель и задачи, обоснованный выбор методов, а также убедительные результаты и выводы. Важно указать, что все части — от введения до заключения — должны быть взаимосвязаны логикой исследования. Во-вторых, по оформлению: диссертация должна соответствовать установленным стандартам (структура разделов, оформление цитат и списка литературы, стиль изложения). Необходимо соблюдение норм академической этики: оригинальность текста, отсутствие плагиата, корректное цитирование источников. Также можно упомянуть требование грамотности и ясности языка. Особое внимание следует уделять иллюстративному материалу (таблицы, диаграммы) — они должны дополнять текст и быть оформлены надлежащим образом. Таким образом, качественная магистерская диссертация демонстрирует зрелость исследовательского мышления автора и его умение придерживаться профессиональных стандартов в изложении результатов.

3. Почему публикационная активность (публикации в научных журналах, конференциях) важна для молодого исследователя и какие основные шаги необходимо предпринять, чтобы успешно опубликовать результаты своего исследования (Компетенции: УК-3, УК-4)?

Ответ: Правильный ответ (ожидаемое содержание): Ответ должен раскрыть двоякую значимость публикационной активности. С одной стороны, публикации в научных журналах и сборниках — это способ донести результаты своих исследований до широкой научной аудитории, получить обратную связь и закрепить приоритет в открытии или идее. Для молодого исследователя публикации служат показателем квалификации и повышают его репутацию: они учитываются при поступлении в аспирантуру, при получении грантов, стажировок, а также при трудоустройстве в научной сфере. С другой стороны, следует описать основные шаги к публикации: выбор качественного рецензируемого журнала по тематике работы, подготовка рукописи согласно требованиям этого журнала, прохождение процесса рецензирования (и готовность доработать статью по замечаниям). Можно упомянуть важность презентации результатов на конференциях как ступени, предшествующей публикации (обкатка материала, получение советов от коллег). В итоге следует подчеркнуть, что активная публикационная деятельность не только продвигает самого исследователя в профессиональном плане, но и способствует развитию науки, делая новые знания достоянием общества.

4. Как правильно рассчитать время на подготовку научно-исследовательской работы (Компетенции: УК-3, УК-4)?

Ответ: Правильный ответ (ожидаемое содержание): Ответ должен раскрыть значимость правильного распределения времени на подготовку и оформление научно-исследовательской работы, уточнить, что от этого зависит качество научной работы, содержательная помощь научного руководителя, возможность апробации материалов исследования на научно-исследовательских семинарах и научных конференциях, соответствие готовой работы требованиям по ее оформлению. Следует описать основные шаги по распределению времени — уточнению времени на работу с литературой, полевые исследования, если таковые имеются, обработку практического материала. Желательно дать общее понятие планирования и проанализировать основные виды планов с уточнением выбора в пользу определенного плана распределения времени с учетом темы научно-исследовательской работы.

Разработчик ФОС:

д.ф.-м.н. Авдеев М.В., д.ф.-м.н. Ольшевский А.Г., к.ф.м.-н. Леонтьев В.В.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕМИНАР

Семестр – 1

Зачетных единиц – 2

Общая трудоемкость – 72 ч, в т.ч.

Общая аудиторная нагрузка – 36 ч

Семинаров – 36 ч

Часов самостоятельная работа студента - 36 ч

Форма промежуточной аттестации: зачет

Результаты обучения по дисциплине.

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
УК-6	<p>Знать основы и закономерности социального и межкультурного взаимодействия, направленного на решение профессиональных задач</p> <p>Уметь грамотно, доступно излагать профессиональную информацию в процессе межкультурного взаимодействия учетом особенностей аудитории, соблюдая этические нормы</p> <p>Владеть навыками организации продуктивного взаимодействия с учетом национальных, этнокультурных, конфессиональных особенностей; приемами преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных и других барьеров в процессе межкультурного взаимодействия</p>
УК-7	<p>Знать основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов становления научного работника</p> <p>Уметь решать задачи собственного профессионального и личностного развития, расставлять приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p> <p>Владеть навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов непрерывного образования</p>
ПК-1	<p>Знать разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p>Уметь применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p>Владеть экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>

Оценочные средства:

I. Задание закрытого типа на установление соответствия

1. Соотнесите роль участника научно-исследовательского семинара с ее описанием:

А	Участник, выступающий с презентацией своего исследования, излагающий цели, метод и результаты работы для обсуждения	1	Докладчик
В	Лицо, организующее заседание: объявляет тему, регламент, предоставляет слово докладчику и следит за порядком и временем	2	Оппонент (дискутант)
С	Все присутствующие на семинаре, кроме основных выступающих, которые слушают доклад, задают вопросы и участвуют в дискуссии	3	Ведущий семинара
Д	Участник, заранее ознакомившийся с работой докладчика и выступающий с критическими комментариями, вопросами и замечаниями по существу исследования	4	Аудитория (слушатели)
Е	Представитель редакции научного журнала, оценивающий возможность публикации представленного исследования.	5	

Правильный ответ: 1–А, 2–D, 3–В, 4–С.

Обоснование: Докладчик (1) — это выступающий с собственной исследовательской работой, что отражено в описании А. Оппонент или дискутант (2) — участник, критикующий и задающий вопросы по докладу, соответствует описанию D. Ведущий семинара (3) отвечает за организацию встречи и регламент, это вариант В. Аудитория (4) включает всех слушателей, которые участвуют в обсуждении после доклада, что совпадает с вариантом С. Элемент Е (представитель журнала) не относится к ролям внутри учебного семинара и является лишним.

2. Соотнесите часть научной презентации с ее назначением:

А	Блок, в котором докладчик формулирует основные выводы своего исследования, подчёркивает значение полученных результатов и предлагает рекомендации или направления дальнейших работ	1	Введение

В	Часть, где приводится краткая справка о самом докладчике, его заслугах и регалиях, чтобы представить его аудитории	2	Обзор литературы
С	Раздел, раскрывающий теоретический фундамент работы: основные понятия, модели и результаты предыдущих исследований, на которые опирается доклад	3	Методология исследования
Д	Вступительная часть выступления, в которой формулируются проблема, цель исследования, даётся обоснование актуальности темы и кратко очерчивается структура доклада	4	Заключение
Е	Раздел презентации, описывающий использованные методы сбора и анализа данных, исследовательскую выборку и процедуру проведения исследования.	5	Визитная карточка (опционально)

Правильный ответ: 1–D, 2–С, 3–Е, 4–А, 5-В.

Обоснование: Введение презентации (1) формулирует проблему, цель и структуру доклада — это вариант D. Обзор литературы (2) передает теоретические основы и предыдущие исследования — вариант С. Методология (3) описывает методы и процесс исследования — соответствует варианту Е. Заключение (4) подводит итоги и основные выводы — вариант А. Вариант В (биографическая справка о докладчике) не является обязательной частью научной презентации.

3. Соотнесите задачи соответствующих структур научного исследования:

Информация		Моральное понятие	
А	Актуальность работы	1	Введение
Б	Степень разработанности темы	2	Заключение
В	Рекомендации, полученные в ходе исследования	3	
Г	Основные выводы работы	4	
Д	Основные задачи исследования	5	

Правильный ответ: А-1, Б-1, В-2, Г-2, Д-1

Обоснование: В заключении даются рекомендации и подводятся итоги исследования в виде выводов. Во Введении ставятся задачи и обосновывается актуальность исследования.

4. Соотнесите элемент построения аргументации с его характеристикой:

--	--

А	Утверждение или совокупность идей, приводимых для обоснования основной позиции; содержит факты, данные или логические доводы, подкрепляющие главную мысль	1	Тезис
В	Основная мысль, утверждение, которое требуется доказать в ходе обсуждения; то, что докладчик выдвигает в качестве своего положения	2	Доказательство (аргумент)
С	Завершающая часть аргументации, в которой подводится итог: на основании представленных аргументов формулируется подтверждение или опровержение исходного тезиса	3	Контраргумент
Д	Возможное возражение или противоположное мнение, приводимое с целью проверки прочности исходного тезиса или поиска слабых мест в рассуждении	4	Вывод
Е	Приём воздействия на эмоции аудитории вместо предъявления рациональных доводов по существу.	5	

Правильный ответ: 1–В, 2–А, 3–Д, 4–С.

Обоснование: Тезис (1) — ключевое утверждение, которое нужно доказать, ему соответствует вариант В. Доказательство (2) — факты или логические аргументы в поддержку тезиса, описаны в варианте А. Контраргумент (3) — возможное возражение против тезиса, дано в варианте Д. Вывод (4) — заключительное утверждение, завершающее аргументацию, совпадает с вариантом С. Вариант Е (эмоциональный призыв) не является частью строгой логической структуры аргументации и остается неприменимым.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	1–А, 2–Д, 3–В, 4–С	1–Д, 2–С, 3–Е, 4–А, 5–В	А-1, Б-1, В-2, Г-2, Д-1	1–В, 2–А, 3–Д, 4–С
Компетенции	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7

II. Задание закрытого типа на установление последовательности.

1. Упорядочите основные шаги подготовки научного доклада для семинара:

А) Определение ключевых идей и формулировка тезисов выступления; В) Создание структуры доклада и подготовка наглядных материалов (слайдов) в соответствии с этой структурой; С)

Репетиция выступления, проверка укладывания в регламент и ясности изложения; D) Публичное выступление на семинаре и ответы на вопросы аудитории.

Правильный ответ: A → B → C → D.

Обоснование: Подготовка презентации начинается с определения основных тезисов и структуры сообщения (A). Затем на этой основе создаются слайды и прочие материалы (B). После этого необходимо провести репетицию, отточить подачу и уложиться во время (C). Финальный шаг — само выступление на семинаре и ответы на вопросы (D). Такая последовательность помогает сделать доклад организованным, ясным и отработанным.

2. Определите последовательность основных этапов проведения заседания научного семинара:

A) Открытие семинара: ведущий обозначает тему встречи, представляет докладчика и регламент работы; B) Презентация исследования: докладчик излагает цель, метод и результаты своей работы; C) Обсуждение: оппонент (или участники аудитории) задаёт вопросы, высказывает замечания, начинается общая дискуссия; D) Завершение семинара: ведущий подводит итоги обсуждения, резюмирует основные выводы и закрывает заседание.

Правильный ответ: A → B → C → D.

Обоснование: Стандартный ход семинарского заседания таков: сперва ведущий открывает встречу, представляет тему и докладчика (A). Затем докладчик излагает свою работу (B). После доклада следует этап вопросов, критики и обсуждения — сначала может выступать оппонент, затем вопросы задают все желающие (C). Наконец, ведущий суммирует обсуждение и закрывает семинар (D). Данная последовательность обеспечивает организованность и продуктивность научной дискуссии

3. Расположите в логической последовательности шаги построения аргумента для защиты гипотезы:

A) Формулирование тезиса или гипотезы, которую необходимо отстоять; B) Подбор и анализ фактов, данных или примеров, которые могут служить основаниями в поддержку тезиса; C) Связывание выбранных доказательств с тезисом, объяснение, как именно они подтверждают выдвинутую позицию; D) Предвосхищение и рассмотрение возможных контраргументов, подготовка ответов на них; E) Формулирование вывода, обобщающего представленную аргументацию с учетом обсужденных контраргументов.

Правильный ответ: A → B → C → D → E.

Обоснование: При построении аргументации сначала четко формулируется тезис (A). Затем подбираются надежные доказательства: данные, примеры, цитаты (B). Третий шаг — явным образом показать, как эти доказательства подтверждают тезис (C), установив причинно-следственную или логическую связь. Далее продумываются и нейтрализуются потенциальные контраргументы (D), что предотвращает уязвимость аргументации. В заключение формулируется вывод (E), который подтверждает исходный тезис с учетом рассмотренных доводов и возражений.

4. Упорядочите этапы критического анализа научной статьи при подготовке к семинару:

A) Первичное ознакомление с текстом статьи, выделение основной темы, цели и выводов работы; B) Детальный анализ методологии исследования, оценка корректности примененных методов и объема данных; C) Анализ результатов и интерпретации: проверка обоснованности полученных автором выводов, сопоставление их с предъявленными данными; D) Формулирование замечаний и вопросов: определение сильных и слабых сторон статьи, подготовка конструктивных критических замечаний и вопросов для обсуждения на семинаре.

Правильный ответ: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$.

Обоснование: Критический анализ статьи целесообразно начинать с общего ознакомления: выяснить тему, цели и выводы автора (А). Затем следует тщательно оценить методологию: насколько корректно и обоснованно проведено исследование, достаточен ли объем данных (В). После этого анализируются результаты и выводы: проверяется, поддерживаются ли выводы приведенными результатами, нет ли логических ошибок (С). На базе всего этого формулируются замечания и вопросы для обсуждения: отмечаются достижения и недостатки работы, готовятся конкретные вопросы или предложения для автора (D). Такой порядок позволяет составить всестороннее и объективное мнение о статье перед ее обсуждением на семинаре.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	A B C D	A B C D	A B C D E	A B C D
Компетенции	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7

III. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных.

1. Что из перечисленного является ключевым фактором успешной научной презентации?

- A. Чёткая структура доклада и выделение основных результатов исследования.
- B. Максимальное использование сложных терминов без пояснений, чтобы подчеркнуть эрудицию докладчика.
- C. Чтение текста презентации монотонным голосом, без отклонений от подготовленного сценария.
- D. Игнорирование вопросов слушателей ради экономии времени.

Правильный ответ: А.

Обоснование: Основой успешного научного доклада является понятная структура и акцентирование главных находок исследования, что позволяет аудитории легко следовать мысли докладчика и уяснить значимость результатов. Вариант А единственно верно отражает этот принцип. Варианты В, С и D описывают плохие практики: обилие сложных терминов без объяснений (В) затрудняет понимание, монотонное чтение текста (С) снижает внимание аудитории, а игнорирование вопросов (D) подрывает смысл семинара как обмена мнениями.

2. Если на научном семинаре оппонент выдвинул серьезное возражение против вашей гипотезы, как целесообразнее всего поступить докладчику?

- A. Проигнорировать замечание и продолжать выступление, делая вид, что вопрос не относится к делу.
- B. Отреагировать эмоционально, поставив под сомнение компетентность оппонента.
- C. Признать обоснованность поднятого вопроса и ответить на него, опираясь на данные исследования, либо отметить, как этот момент может быть учтен в дальнейшей работе.
- D. Немедленно остановить презентацию и отказаться от первоначальной гипотезы, раз возникло возражение.

Правильный ответ: С.

Обоснование: Оптимальная реакция на обоснованное возражение — признать его значимость и ответить по существу, приведя данные или аргументы, либо указав, как проблема может быть

решена. Это демонстрирует открытость к критике и умение защитить свою работу аргументировано. Вариант А (игнорирование) свидетельствовал бы о нечуткости и слабости позиции докладчика. Вариант В (личная атака оппонента) недопустим в академической среде и указывает на отсутствие контраргументов по сути. Вариант D (прекращение выступления) не конструктивен: наличие возражений — нормальная часть научной дискуссии, и задача исследователя — уметь на них отвечать.

3. Какова основная цель проведения научно-исследовательского семинара в образовательном процессе магистратуры?

А. Обеспечить открытую площадку для критического обсуждения исследований, обмена идеями и совершенствования научных работ студентов.

В. Провести итоговую аттестацию магистрантов в форме экзамена по всем прослушанным дисциплинам.

С. Обучить навыкам безусловного согласия с мнением научного руководителя.

Д. Предоставить студентам возможность неформального общения на отвлеченные от науки темы.

Правильный ответ: А.

Обоснование: Главная цель научного семинара — создать условия для обсуждения и улучшения научных исследований. На семинарах магистранты учатся презентовать свои работы, критически относиться к полученным результатам и воспринимать замечания. Это не экзамен (не соответствует В), не урок послушания (С) и не просто неформальная встреча (D). Именно обмен научными идеями и совместный разбор исследований делает семинар важным этапом учебного процесса.

4. Какова основная цель выступления на научно-исследовательском семинаре?

А. Апробировать научные гипотезы, план исследования в процессе научно-исследовательской работы

В. Получить отчетность по соответствующей дисциплине

С. Продемонстрировать безусловное согласие с мнением научного руководителя семинара

Д. Похвастаться своими научными достижениями и связями

Правильный ответ: А.

Обоснование: Главная задача для участника семинара – апробировать материалы исследования в ходе коллективного обсуждения под научным руководством преподавателя. Именно обмен научными идеями и совместный разбор исследований делает семинар важным этапом учебного процесса.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	А	С	А	А
Компетенция	УК-7, ПК-1	УК-7, ПК-1	УК-7, ПК-1	УК-7, ПК-1

IV. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных

1. Какие из перечисленных действий относятся к лучшим практикам при проведении устной научной презентации? (Выберите все подходящие варианты.)

А. Поддержание визуального контакта с аудиторией и ясное, громкое изложение материала.

- В. Перегрузка слайдов большим количеством текста и мелким шрифтом для полноты информации.
- С. Четкое соблюдение регламента времени выступления.
- Д. Иллюстрация ключевых пунктов доклада графиками, таблицами или примерами для наглядности.
- Е. Игнорирование реакции аудитории, чтобы не сбиться с заранее заученного текста.

Правильные ответы: А, С, D.

Обоснование: Хорошая презентация подразумевает взаимодействие с аудиторией: зрительный контакт и ясная речь (А) удерживают внимание и повышают понимание. Также важно соблюдать регламент времени (С), чтобы успеть изложить главное и оставить время на вопросы. Наглядные материалы (графики, схемы, примеры) делают сложные идеи более понятными (D). Варианты В и Е описывают ошибочные действия: перегруженные текстом слайды затрудняют восприятие (В), а игнорирование реакции слушателей (Е) препятствует диалогу и снижает эффективность общения.

2. Какие из следующих утверждений о научной аргументации верны? (Выберите все подходящие варианты.)

- А. Сильный аргумент опирается на проверяемые факты или надежные данные.
- В. Допустимо атаковать личность оппонента, если его аргументы ошибочны по сути.
- С. Рассмотрение альтернативных точек зрения и контраргументов может укрепить позицию докладчика.
- Д. Эмоциональные призывы считаются более убедительными, чем логические доводы, в академической дискуссии.
- Е. Логическая последовательность и непротиворечивость — важные свойства убедительной аргументации.

Правильные ответы: А, С, Е.

Обоснование: В академической аргументации ценится опора на объективные факты и надежные данные (А), логическая последовательность и непротиворечивость доводов (Е). Умение рассмотреть альтернативные взгляды и ответить на них (С) показывает глубину понимания вопроса и укрепляет доверие к позиции докладчика. Напротив, переход на личности (В) является логической ошибкой и нарушает нормы научной этики. Эмоциональные призывы (D) могут дополнять аргументацию, но не заменяют логики и доказательств, поэтому их роль вторична и в академическом споре не являются главным средством убеждения.

3. Какие виды активности обычно характерны для научно-исследовательского семинара? (Выберите все подходящие варианты.)

- А. Презентация собственного исследования магистрантом.
- В. Коллективное обсуждение доклада с вопросами, критикой и предложениями.
- С. Формальное тестирование слушателей семинара по материалам доклада.
- Д. Обмен рекомендациями по улучшению исследований, выработка новых идей в дискуссии.
- Е. Прослушивание лекции преподавателя без возможности задать вопрос.

Правильные ответы: А, В, D.

Обоснование: Типичная работа семинара включает презентацию исследования студентом (А), после чего все участники вовлекаются в обсуждение: задают вопросы, критикуют, предлагают идеи (В). В процессе дискуссии рождаются рекомендации, уточняются подходы, что помогает улучшить исследования (D). Вариант С (тестирование слушателей) не соответствует формату семинара — это не экзамен. Вариант Е (формат лекции без вопросов) тоже противоречит самой идее семинара, где диалог обязателен.

4. Какие качества присущи эффективному оппоненту (дискутанту) на научном семинаре? (Выберите все подходящие варианты.)

- А. Умение высказывать конструктивную критику, обоснованно указывая на слабые места работы.
- В. Личная заинтересованность в провале докладчика и демонстративное выражение превосходства.
- С. Способность внимательно слушать докладчика и понимать суть его аргументов.
- Д. Агрессивный напор и непримиримость в споре, отказ признавать любые доводы оппонента.
- Е. Предложение альтернативных идей и советов, которые могут помочь улучшить исследование.

Правильные ответы: А, С, Е.

Обоснование: Эффективный оппонент должен объективно и конструктивно критиковать работу, указывая не только недостатки, но и пути их исправления (А, Е). Для этого он должен внимательно выслушать докладчика и вникнуть в суть исследования (С). Варианты В и D противоположны желаемым качествам: личная неприязнь, стремление унижить (В) или излишняя агрессивность и негибкость (D) мешают продуктивному научному диалогу и не ведут к улучшению исследования.

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4
Правильный ответ	А, С, D	А, С, Е	А, В, D	А, С, Е
Компетенции	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7	УК-6, УК-7

5. Задание открытого типа с развёрнутым ответом

1. Каковы основные требования к эффективной научной презентации результатов исследования? Опишите, какие элементы делают доклад понятным и убедительным. (Компетенции: УК-6, УК-7)

Правильный ответ (ожидаемое содержание): Ожидается описание нескольких аспектов успешной презентации. Во-первых, структура: доклад должен иметь четкое начало (постановка цели, обоснование актуальности), основную часть (методы, результаты) и заключение (выводы и рекомендации). Во-вторых, важна ясность изложения: использование понятного языка, объяснение специальных терминов, акцент на ключевых результатах без избыточных деталей. В-третьих, наглядность: привлечение слайдов, схем, графиков для иллюстрации данных и выводов. В-четвертых, ораторское мастерство: поддержание контакта с аудиторией, уверенная и внятная речь, соблюдение регламента времени. Также студент должен быть готов ответить на вопросы, проявляя компетентность и открытость к обсуждению. В итоге, эффективная презентация сочетает в себе хорошо продуманное содержание и убедительную форму подачи, что позволяет донести научные результаты до слушателей.

2. Какую роль играет научно-исследовательский семинар в подготовке исследователя? Охарактеризуйте его значение для развития навыков критического мышления, аргументации и презентации результатов. (Компетенции: УК-6, УК-7)

Правильный ответ (ожидаемое содержание): В ответе следует отразить, что научно-исследовательский семинар является ключевым элементом подготовки магистрантов к

самостоятельной научной деятельности. Он выполняет несколько функций: образовательную (студенты учатся оформлять и представлять свои идеи), критическую (через вопросы и замечания развивается способность анализировать и улучшать свою работу), коммуникативную (формируется умение ясно выражать мысли и аргументировано спорить). Нужно указать, что в ходе семинаров магистранты учатся воспринимать критику конструктивно, отвечать на сложные вопросы, защищать свои гипотезы и вместе с тем признавать обоснованные замечания. Семинар стимулирует рефлексивность — оценку своих методов и выводов под разными углами. Кроме того, участие в обсуждении чужих работ помогает развивать навыки экспертизы и расширяет эрудицию. Таким образом, научный семинар служит «полигоном» для отработки научных и презентационных навыков, готовит молодого исследователя к публичной защите и к профессиональному научному общению.

3. Почему для ученого важно уметь аргументированно защищать свою гипотезу и как критическая дискуссия на семинаре способствует улучшению исследования? (Компетенции: УК-6, УК-7)

Правильный ответ (ожидаемое содержание): Следует объяснить, что умение аргументированно защищать свою гипотезу — это центральное умение ученого, отражающее его глубину понимания проблемы и владение материалом. В ответе нужно отметить, что в научной среде любая гипотеза подвергается сомнению, и исследователь должен приводить убедительные доказательства, отвечать на критику, тем самым подтверждая ценность своих результатов. Семинар предоставляет контролируемую среду для такой дискуссии: критические вопросы и замечания коллег позволяют увидеть слабые места исследования, проверить прочность аргументации. Вместо того чтобы рассматривать дискуссию как угрозу, ученый извлекает из нее пользу: учитывая конструктивную критику, он может скорректировать методику, уточнить формулировки, глубже проанализировать данные. В результате гипотеза либо укрепляется, подтвержденная дополнительными аргументами, либо трансформируется (если были выявлены ошибки), что в любом случае ведет к прогрессу исследования. Таким образом, критическая дискуссия не только проверяет обоснованность гипотезы, но и способствует повышению качества научной работы.

4. В чем состоит ценность коллективного обсуждения хода научного исследования под руководством научного руководителя? (Компетенции: УК-6, УК-7)

Правильный ответ (ожидаемое содержание): Следует объяснить, что коллективное обсуждение темы при участии преподавателя дает важный в ходе научного исследования результат — апробацию материалов исследования: научной гипотезы, отобранной литературы, структуры исследования, формулировок объекта, предмета, цели и задач исследования, промежуточных и заключительных выводов исследования. В ответе нужно отметить, что в научной среде любая гипотеза подвергается сомнению, и исследователь должен приводить убедительные доказательства, отвечать на критику, тем самым подтверждая ценность своих результатов. Семинар предоставляет контролируемую среду для такой дискуссии: критические вопросы и замечания коллег позволяют увидеть слабые места исследования, проверить прочность аргументации. Руководство научно-исследовательского семинара преподавателем обеспечивает академический уровень дискуссии. Таким образом, коллективная дискуссия не только проверяет обоснованность исследования, но и способствует повышению качества научной работы.

Разработчик ФОС:

д.ф.-м.н. Авдеев М.В., к.ф.м.-н. Климочкина А.А