Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н., доцент И.И. Корель

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: И.И. Корель
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальные методы ядерной физики

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Программно-аппаратные комплексы в ядерных исследованиях

Новосибирск 2026

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Экспериментальные методы ядерной физики представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по **дисциплине** Экспериментальные методы ядерной физики.

Таблица

Формируемые компетенции	**Индикаторы компетенций**	**Темы**	**Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ОПК-2 Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	1. Знает способы поиска, выработки и принятия решений в области физики	Дельта-электроны. Первичная и полная ионизация. Флюктуации ионизационных потерь. Флюктуации Гаусса. Флюктуации Ландау. Флюктуации для тонких слоев вещества. Ионизационный пробег. Разброс пробегов. Проекционный пробег. Экстраполированный пробег. Искровые камеры. Принцип работы. Эффективность. Разрешающее время и методы его изменения. Мёртвое время. Картина искрового пробоя. Три стадии развития пробоя. Оптические камеры. Проволочные камеры. Пространственное разрешение искровых камер. Стримерная камера. Искровые счётчики. Временное разрешение. Мёртвое время. Искровые счётчики с локализованным разрядом (счётчики Пестова): Полупроводниковые счётчики. Основные свойства полупроводников. Зонная теория. Удельное сопротивление, подвижность для германия и кремния. Принцип работы полупроводникового детектора. Темновой ток. Кристаллы с p-n переходами. Толщины обеднённой зоны. Амплитудное разрешение. Временное разрешение. Пространственное разрешение. Микростриповые детекторы. Пиксельные детекторы. Многократное рассеяние: Среднеквадратичный угол. Радиационная единица.	Контрольная работа, разделы 2,3	Экзамен 1 сем, вопросы 1-4, 8-11, 13-18, 25-27

		Предел применимости формулы Росси. Теория Мольера. Основные результаты. Среднеквадратичный угол. Функции распределения по углу. Поперечное смещение. Принцип работы ядерной фотоэмульсии, камеры Вильсона, пузырьковой камеры. Ядерная фотоэмульсия. Камера Вильсона. Пузырьковая камера. Методы измерения энергии частиц. Измерение по пробегу. Магнитные спектрометры. Парные спектрометры. Счётчики полного поглощения. Оценка точности измерения энергии. Сэндвичи. Гомогенные радиаторы - черенковские, жидкие инертные газы, сцинтилляционные кристаллы. Энергетическое разрешение. Пространственное разрешение. Пропорциональные счётчики. Коэффициент газового усиления. Форма импульса тока. Амплитудное разрешение. Многопроволочные пропорциональные камеры. Натяжение анодных и катодных проволочек. Пропорциональные камеры со съёмом сигнала с катода. Временной и амплитудный методы. Пространственное разрешение. Дрейфовые камеры: Просчёты. Мёртвое время продлевающего и непродлевающего вида. Способы измерения мёртвого времени. Использование пересчётных схем для уменьшения просчётов. Относительная дисперсия. Случайные совпадения в схемах совпадений и антисовпадений. Измерение разрешающего времени. Измерение случайных совпадений в экспериментах на встречных пучках. Прохождение тяжёлых частиц через вещество. Ионизационные потери. Эффект плотности. Область малых скоростей. Кривая Брэгга. Прохождение электронов. Тормозное излучение. Теория Бете-Гайтлера. Прохождение фотонов. Особенности прохождения нейтральных частиц. Коэффициент поглощения. Фотоэффект, Зависимость сечения от энергии фотонов, заряда ядра. Угловое распределение электронов. Эффект Комптона. Сечение		

		Клайна-Нишины-Тамма. Сечение Томсона. Угловое и энергетическое распределение фотонов и электронов. Рождение пар. Порог реакции, вывод общей формулы. Флюктуации тормозных потерь. Сравнение эксперимента с теорией. Метод хи-квадрат Пирсона. Статистика регистрации ядерных частиц. Распределение интервалов времени между событиями. Вывод. Дисперсия. Закон Пуассона. Вывод. Условия применимости закона Пуассона. Дисперсия для закона Пуассона. Вывод. Закон Гаусса. Достоверность экспериментального результата. Сцинтилляционные счётчики. Принцип работы. Сцинтилляторы. Время высвечивания. Конверсионная эффективность, альфа-бета отношение. Неорганические, органические, газовые. Таблица основных сцинтилляторов. Фотоумножители: Возбуждение контуров. ФЭУ с коаксиальным выводом. Черенковские счётчики. Свойства черенковского излучения. Спектр излучения. Зависимость от показателя преломления и скорости. Поляризация. Пороговые счётчики. Радиаторы - жидкости, твёрдые тела, газы, аэрогель. Допороговая эффективность. Счётчики с фокусировкой. Счётчики с малым телесным углом, с большим телесным углом. Счётчик Фитча. Счетчик Чемберлена. Счётчики типа РИЧ, типа ДИРК. Ионизационные камеры. Пропорциональные камеры. Счетчики Гайгера. Общий принцип работы. Подвижность. Рекомбинация. Интегрирующие ионизационные камеры. Токи утечки, охранные кольца. Токи в дозиметрах. Импульсные ионизационные камеры. Теорема Рамо-Шоклея, вывод формулы. Камеры с сеткой Фриша. Электромагнитные ливни. Продольное развитие ливня. Поперечные размеры ливня. Легкие и тяжёлые материалы. Прохождение адронов через вещество. Порядок сечений. Пример: солнечное нейтрино. Адроны.		

		Протоны, зависимость сечения от энергии. Сравнение с ионизационным пробегом. Сечение взаимодействия пионов с протонами. Ядерный пробег. Основные свойства нейтронов. Основные реакции - радиационный захват, образование заряженных частиц, деление, неупругое рассеяние, упругое рассеяние.		
ПК-2.В/НА Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования с целью повышения эффективности работы объектов атомной энергии	1. Знает методики обработки и анализа результатов расчетных исследований и экспериментальных измерений и составления отчетов по выполненным этапам работ	Искровые камеры. Принцип работы. Эффективность. Разрешающее время и методы его изменения. Мёртвое время. Картина искрового пробоя. Три стадии развития пробоя. Оптические камеры. Проволочные камеры. Пространственное разрешение искровых камер. Стримерная камера. Искровые счётчики. Временное разрешение. Мёртвое время. Искровые счётчики с локализованным разрядом (счётчики Пестова): Полупроводниковые счётчики. Основные свойства полупроводников. Зонная теория. Удельное сопротивление, подвижность для германия и кремния. Принцип работы полупроводникового детектора. Темновой ток. Кристаллы с p-n переходами. Толщины обеднённой зоны. Амплитудное разрешение. Временное разрешение. Пространственное разрешение. Микростриповые детекторы. Пиксельные детекторы. Многократное рассеяние: Среднеквадратичный угол. Радиационная единица. Предел применимости формулы Росси. Теория Мольера. Основные результаты. Среднеквадратичный угол. Функции распределения по углу. Поперечное смещение. Просчёты. Мёртвое время продлевающего и непродлевающего вида. Способы измерения мёртвого времени. Использование пересчётных схем для уменьшения просчётов. Относительная дисперсия. Случайные совпадения в схемах совпадений и антисовпадений. Измерение разрешающего времени. Измерение случайных совпадений в экспериментах на встречных пучках. Прохождение электронов.	Контрольная работа 2 сем, разделы.2,3,4	Экзамен 2 сем, вопросы 1-56

		Тормозное излучение. Теория Бете-Гайтлера. Прохождение фотонов. Особенности прохождения нейтральных частиц. Коэффициент поглощения. Фотоэффект, Зависимость сечения от энергии фотонов, заряда ядра. Угловое распределение электронов. Эффект Комптона. Сечение Клайна-Нишины-Тамма. Сечение Томсона. Угловое и энергетическое распределение фотонов и электронов. Рождение пар. Порог реакции, вывод общей формулы. Флюктуации тормозных потерь. Сцинтилляционные счётчики. Принцип работы. Сцинтилляторы. Время высвечивания. Конверсионная эффективность, альфа-бета отношение. Неорганические, органические, газовые. Таблица основных сцинтилляторов. Фотоумножители: Возбуждение контуров. ФЭУ с коаксиальным выводом. Черенковские счётчики. Свойства черенковского излучения. Спектр излучения. Зависимость от показателя преломления и скорости. Поляризация. Пороговые счётчики. Радиаторы - жидкости, твёрдые тела, газы, аэрогель. Допороговая эффективность. Счётчики с фокусировкой. Счётчики с малым телесным углом, с большим телесным углом. Счётчик Фитча. Счетчик Чемберлена. Счётчики типа РИЧ, типа ДИРК. Ионизационные камеры. Пропорциональные камеры. Счетчики Гайгера. Общий принцип работы. Подвижность. Рекомбинация. Интегрирующие ионизационные камеры. Токи утечки, охранные кольца. Токи в дозиметрах. Импульсные ионизационные камеры. Теорема Рамо-Шоклея, вывод формулы. Камеры с сеткой Фриша. Электромагнитные ливни. Продольное развитие ливня. Поперечные размеры ливня. Легкие и тяжёлые материалы. Прохождение адронов через вещество. Порядок сечений. Пример: солнечное нейтрино. Адроны. Протоны, зависимость сечения от энергии. Сравнение с ионизационным пробегом.		

		Сечение взаимодействия пионов с протонами. Ядерный пробег. Основные свойства нейтронов. Основные реакции - радиационный захват, образование заряженных частиц, деление, неупругое рассеяние, упругое рассеяние.		
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	1. Умеет организовывать процесс реализации проекта на всех этапах его жизненного цикла	Решение задач о пропорциональных счётчиках, искровых камерах и полупроводниковых счётчиках. Решение задач о сцинтилляционных сётчиках, черенковских счётчиках и ионизационных камерах. Решение задач по расчёту вероятности поглощения гамма-квантов. Решение задач по расчёту ионизационных потерь. Решение задач по расчёту пробега адронов. Решение задач по расчёту пробега частиц. Решение задач по расчёту флюктуаций ионизационных потерь. Решение задач по расчёту числа дельта-электронов. Решение задач по статистике регистрации частиц.	Контрольная работа 2 сем, разделы 2,3,4	Экзамен 1 сем, вопросы 5-7, 12, 14,15,16,17-19-24,28-31

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме экзамена, в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-2, ПК-2.В/НА, УК-2 и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим два вопроса, каждый из которых требует развернутого ответа с пояснениями и обоснованием излагаемого материала. Билет формируется из приведенного в Паспорте экзамена списка вопросов, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине оставить нужное, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-2, ПК-2.В/НА, УК-2, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы с сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.