



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»**

Институт физики высоких энергий имени А.А. Логанова
Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИЦ

«Курчатовский институт» - ИФВЭ

С.В. Иванов



20 19 г.

ПРОГРАММА

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль): физика высоких энергий

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Протвино 2019 год

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. №867, и учебным планом по направлению подготовки и направленности (профилю) 03.06.01 - Физика и астрономия

(код и наименование направления подготовки)

физика высоких энергий

(наименование направленности (профиля))

Программа рассмотрена на заседании ученого совета НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ

Протокол заседания № 5 от «28» ноября 2019 г.

Ученый секретарь НИЦ

«Курчатовский институт» - ИФВЭ Прокопенко Н.Н. /

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по научной работе
по направлению физика частиц

Зайцев А.М. /

«28» ноября 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий аспирантурой

Соколов А.А. /

«28» ноября 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Зав. библиотекой

Лапина Л.М. /

«28» ноября 2019 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Цель государственной итоговой аттестации:

Государственная итоговая аттестация (далее – ГИА) проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательных программ требованиям соответствующего федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО).

Задачи ГИА:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных ФГОС ВО и основной профессиональной образовательной программой аспирантуры федерального государственного бюджетного учреждения «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ) по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленности физика высоких энергий.

Универсальных компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Общепрофессиональных компетенций:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Профессиональных компетенций:

- познавательная активность, способность к преодолению когнитивных трудностей, самостоятельностью в процессе познания, принятия решений и их оценки, готовностью своими силами продвигаться в усвоении и построении систем новых знаний, применять полученные знания в области своей профессиональной деятельности (ПК-1);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики высоких энергий и решать их с помощью современных методов физики высоких энергий и современных информационных технологий (ПК-2);
- владение навыками организации научно-исследовательской работы и управления научно-исследовательским коллективом (ПК-3).

2. Принятие решения о присвоении квалификации по результатам ГИА и выдаче документа о высшем образовании и присвоения квалификации: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

2. ФОРМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре проводится в форме:

- **государственного экзамена;**
- **научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)** (далее – научный доклад; вместе – государственные аттестационные испытания).

Государственная итоговая аттестация проводится по окончании теоретического периода обучения в 8 семестре.

Для проведения государственной итоговой аттестации в НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ создаются государственные экзаменационные комиссии, которые состоят из председателя, секретаря и членов комиссии. Государственные экзаменационные комиссии действуют в течение одного календарного года.

Общая трудоемкость ГИА составляет 9 зачетных единиц: государственный экзамен – 3 зачетные единицы, представление научного доклада по итогам подготовленной научно-квалификационной работы – 6 зачетных единиц.

2.1. Государственный экзамен

Государственный экзамен проводится по дисциплинам основной профессиональной образовательной программы аспирантуры НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленности физика высоких энергий, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников, в том числе для преподавательского и научного видов деятельности.

Содержание государственного экзамена формируется НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ самостоятельно на основе соответствующего ФГОС ВО. Программа государственного экзамена согласуется на заседании ученого совета и утверждается директором НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ.

2.2.1. Программа итогового государственного экзамена

Государственный экзамен проводится в форме устных и письменных ответов на вопросы экзаменационных билетов, в соответствии с учебными дисциплинами, включенными в учебный план.

В сформулированных ответах, главным образом, оценивается полнота раскрытия темы, научность и правильное использование терминологии. Члены экзаменационной комиссия вправе задать дополнительные вопросы, если есть сомнения в полноте раскрытия темы.

Темы для подготовки к государственному экзамену

Механика

- Функция Лагранжа.
- Законы сохранения.
- Уравнения движения.
- Малые колебания.
- Уравнения Гамильтона.
- Теорема Лиувилля.

Релятивистская механика и электродинамика

- Преобразования Лоренца.
- Четырехмерные векторы.

Кинематика распадов и столкновений.

Четырехмерный потенциал поля.

Движение заряда в электрическом и магнитном полях.

Калибровочная инвариантность.

Электромагнитные волны.

Излучение электромагнитных волн.

Квантовая механика

Волновая функция.

Соотношения неопределенности.

Уравнение Шредингера.

Момент импульса.

Спин.

Сложение моментов.

Теория рассеяния.

Формула Брейта-Вигнера.

Взаимодействие излучений с веществом

Ионизационные потери. Формула Бете-Блоха.

Распределение ионизационных потерь. Спектр электронов отдачи.

Черенковское излучение.

Переходное излучение.

Многokратное рассеяние.

Тормозное излучение.

Рождение электрон-позитронных пар.

Синхротронное излучение.

Электромагнитный каскад.

Взаимодействие низкоэнергичных γ -квантов с веществом.

Взаимодействие мюонов высоких энергий с веществом.

Взаимодействие адронов с веществом. Ядерный каскад.

Детекторы излучений

Физические процессы в газе.

Ионизация; δ -электроны. Диффузия и дрейф. Газовое усиление и пробой.

Самогасящийся разряд.

Газовые детекторы частиц.

Ионизационная камера.

Цилиндрический пропорциональный счетчик.

Полупроводниковые детекторы.

Зонная структура п/п. Собственная и примесная проводимость. Процессы в п/п: ионизация; термализация; дрейф; рекомбинация. Шумы в п/проводнике.

ППД с р-п переходом. Емкость перехода. PIN-детектор. Формирование сигнала в ППД. Энергетическое разрешение.

Спектрометрические и трековые ППД. Вершинный детектор.

Сцинтилляционные детекторы.

Виды и свойства сцинтилляторов, основные характеристики; механизмы сцинтилляции. Эффект Биркса. Эффект Стокса. Сместители спектра.

Конструкции СД.

Фотоприемники для детекторов.

Внешний и внутренний фотоэффект. Фото- и термо- эмиссия из фотокатода; вторичная эмиссия. Вакуумный ФЭУ и его характеристики. Оптическая и ионная обратная связь. Объемный заряд. Шумы ФЭУ.

П/п фотоприемники. Ячеистый лавинный фотодиод.

Черенковские счетчики.

Пороговый, дифференциальный и многоканальный счетчики. Детектор колец черенковского излучения.

Детектор переходного излучения.

Радиатор и детектирующий элемент ДПИ.

Время-проекционная камера.

Газовые, жидкостные и двухфазные камеры.

dE/dx – идентификация частиц.

Калориметры.

Электромагнитный калориметр.

Факторы разрешения: флуктуации сбора «заряда» и выборки, утечки, шумы. Линейность.

Адронные калориметры.

Факторы энергетического и пространственного разрешения.

Типовые компоновки установок в ФВЭ.

Физика ускорителей

Классификация ускорителей.

Синхротрон: устройство и принцип действия.

Уравнения движения частиц в циклических ускорителях. Фокусировка в неоднородном магнитном поле.

Устойчивость поперечного движения частиц в циклических ускорителях.

Бетатронные колебания.

Матрица перехода. Слабая фокусировка.

Бетатронные колебания в периодических фокусирующих системах.

Устойчивость решений уравнения Хилла, теорема Флоке. Огибающая бетатронных колебаний в жесткофокусирующем ускорителе.

Продольное движение частиц.

Резонансное ускорение, автофазировка, уравнения синхротронных колебаний.

Взаимодействие встречающихся сгустков.

Параметр пространственного заряда ξ .

Ограничение светимости встречных пучков «эффektenами встречи».

Эффекты, определяющие время жизни пучка в накопителе.

Методы инжекции. Методы охлаждения протонных пучков: электронное охлаждение, стохастическое охлаждение.

Системы сбора данных

Общая схема систем сбора данных (ССД).

Оцифровка, задержка, мертвое время, разравнивание. Масштабирование.

Чтение данных, построение событий. Шины и сети.

Регистрирующая электроника.

Детекторы частиц, типы измерений. Регистрирующая электроника. Съём сигнала. Флуктуации и шум. Формирование сигналов. Аналогово-цифровое преобразование, измерение времени. Чтение данных, буферизация, подавление нулей, синхронизация.

ССД больших экспериментов.

Особенности ССД больших экспериментов. Сети. Триггер. Синхронизация.

Построение событий.

Триггер.

Концепция триггера. Подавление фона. Светимость и частота взаимодействий. Эффективность и мертвое время. Буферизация. Многоуровневый триггер.

Программное обеспечение ССД.

Системы управления ССД.

Контроль и мониторинг принимаемых данных.

Визуализация данных.

Методы обработки

Определение вероятности.

Свойства распределений, характеристические функции.

Теорема Чебышева и ее следствия. Сходимость. Закон больших чисел.

Дискретные распределения. Непрерывные распределения. Распределения, встречающиеся на практике.

Информация Фишера. Достаточные статистики.

Байесовский подход.

Метод максимального правдоподобия.

Метод наименьших квадратов.

Использование функции правдоподобия.

Проверка гипотез.

Критерии согласия. Сравнение критериев. Критерии для простых гипотез.

Критерии для сложных гипотез. χ^2 критерий Пирсона. Критерии, не связанные с группировкой данных в гистограммы.

Среда программирования ROOT.

Основные объекты.

Базовые классы.

Деревья.

Фитирование данных.

Нейронные сети.

Алгоритмы выделения струй.

Метод BDT.

Квантовая электродинамика

Частицы и их взаимодействие в релятивистской квантовой механике.

Функция распространения.

Вычисление наблюдаемых величин.

Электромагнитное поле.

Скалярные частицы.

Свободные релятивистские частицы с массой. Взаимодействие бесспиновых частиц. Взаимодействие бесспиновых частиц с электромагнитным полем.

Примеры простейших процессов.

Диаграммы и амплитуды в импульсном представлении. Амплитуды реально наблюдаемых процессов. Манделштамовская плоскость. Комптон-эффект для π -мезона.

Частицы со спином $\frac{1}{2}$.

Свободная частица со спином $\frac{1}{2}$. Функция Грина электрона. Матричные элементы амплитуд рассеяния для электронов. Взаимодействие электрона с фотоном.

Простейшие процессы электродинамики.

Рассеяние электронов. Связь спина со статистикой. Рассеяние электрона фотоном (Комптон-эффект). Аннигиляция электрон-позитронной пары в два фотона.

Слабые взаимодействия

Структура слабых токов.

Левые заряженные токи. Нарушение P- и C-инвариантности. Универсальность заряженного тока. Нейтральный ток.

Распад мюона.

Амплитуда и вероятность распада. Распад поляризованного мюона.

Лептонные распады пионов и нуклонов.

Распады $\pi \rightarrow \mu\nu$. Распад $\pi^+ \rightarrow \pi^0 e + \nu$. β -распад нейтрона. Векторные и аксиальные формфакторы. Вероятность распада и угловые корреляции.

Нелептонные распады K-мезонов.

K_1 - и K_2 -мезоны. Изотопические соотношения и диаграммы для распадов $K \rightarrow 2\pi$. Распады $K \rightarrow 3\pi$.

Нейтральные K-мезоны в вакууме и среде.

Переходы $K_1 \leftrightarrow K_2$ и разность масс $K_1 - K_2$. Механизм Глешоу-Иллиоупулоса-Майани. Осцилляции странности. Регенерация.

Нарушения CP-инвариантности.

Распад $K_L \rightarrow 2\pi$. Нарушение T-инвариантности и дипольный момент нейтрона.

Распады τ -лептона.

Нейтрино ν_τ . Полулептонные и адронные распады.

Распады очарованных адронов.

Распады с-кварка. Переходы $D^0 \leftrightarrow \bar{D}^0$.

Кварки третьего поколения.

Унитарная матрица $n \times n$, матрица девяти кварковых токов. Распады b-кварка.

Вклады b и t кварков в смешивание K, B, Bs и D мезонов.

Взаимодействие нейтрино с электронами.

Упругое $\nu_\mu e$ -рассеяние.

Взаимодействие нейтрино с нуклонами.

Партоны. Кинематика и сечения взаимодействия лептонов с партонами.

Распределения партонов. Феноменология глубоко неупругих процессов.

Осцилляции нейтрино.

Феноменология осцилляций. Эффекты прохождения через вещество.

Эффект MSW. Экспериментальные результаты исследования осцилляций.

Стандартная модель

Калибровочная инвариантность.

Глобальная абелева симметрия U(1). Глобальная неабелева симметрия SU(2). Локальные симметрии.

Спонтанное нарушение симметрии.

Спонтанное нарушение калибровочной абелевой симметрии. Спонтанное нарушение локальной SU(2)-симметрии.

Стандартная модель электрослабого взаимодействия.

Лагранжиан стандартной модели. Массы W- и Z-бозонов. Связь между электрическим зарядом и константами g, g' . Связь между вакуумным средним и константой Ферми. Масса электрона, других лептонов и кварков.

Нейтральные токи.

Рассеяние электронного нейтрино на электроне. Рассеяние электронного нейтрино на мюоне. Нейтральные токи и взаимодействие нейтрино с нуклонами.

Свойства промежуточных бозонов.

Распады W- и Z-бозонов. Рождение Z-бозонов в электрон-позитронной аннигиляции. Рождение W- и Z-бозонов в pp-столкновениях.

Свойства хиггсовских бозонов.

Масса бозона Хиггса. Роль H-бозона при высоких энергиях. Взаимодействие H-бозона с тяжелыми кварками и глюонами. Взаимодействие H-бозона с W- и Z-бозонами. Рождение H-бозонов в столкновениях адронов. Рождение H-бозонов в столкновениях лептонов.

Сильные взаимодействия

Высшие порядки в КЭД.

Лэмбовский сдвиг.

Эволюция α_e с q^2 .

Вклад адронов в α_e .

Аномальный магнитный момент мюона.

Измерение аномального магнитного момента мюона.

Эксперименты по измерению квантовых чисел адронов.

Пространственная четность пиона.

Спин пиона.

C-четность пиона.

Примеры разрешенных и запрещенных (подавленных) реакций.

Эксперименты по проверке C, P, T инвариантности.

Как преобразуются различные величины при P и T инверсиях.

Сравнение сечений прямых и обратных реакций.

Наблюдение несохранения P- четности в слабых взаимодействиях.

Комбинированная четность.

Измерение электрического дипольного момента нейтрона.

Калибровочная инвариантность.

Локальное преобразование U(1).

Компенсирующее поле.

Безмассовый фотон.

Лагранжиан КЭД.

Лагранжиан КХД.

Локальное преобразование SU(3)_c.

Компенсирующие поля.

Восемь безмассовых глюонов.

Самодействие глюонов. Неабелевость.

Асимптотическая свобода, конфайнмент.

Эволюция α_s с q^2 .

Асимптотическая свобода.

Конфайнмент.

Симметрии.

Изотопическая симметрия (SU(2)), коэффициенты Клебша.

Симметрия SU(3).

Кварковая модель.

Мезонные и барионные мультиплеты.

Какие $q\bar{q}$ состояния могут реализовываться в нерелятивистской модели.

Электромагнитные свойства адронов.

Относительные ширины распадов $V \rightarrow l^+l^-$ в кварковой модели.

Относительные ширины распадов $V \rightarrow P \gamma$ в кварковой модели.

Модель доминантности векторных мезонов.

Реакции Примакова.

Экзотические адроны.

Глюболы.

Гибридные мезоны и барионы.

Многокварковые состояния.

Пентакварковые барионы.

Состояния X, Y, Z.

Жесткие процессы.

Партонная модель.

Эволюция структурных функций.

Глубоконеупругое рассеяние.

Реакция Дрелла-Яна.

Факторизация жестких и мягких процессов.

Обнаружение струй в экспериментах на e^+e^- коллайдерах.

Алгоритмы выделения струй (конус, $k_t \dots$).

Множественные процессы.

Быстрота и псевдобыстрота.

Лестничная модель.

Фрагментация и рекомбинация.

Кварк-глюонная плазма.

Фазовая диаграмма.

Критическая температура.

За пределами стандартной модели (Beyond Standard Model, BSM)

Большое объединение.

Модель SU(5).

Распад протона.

Большой взрыв.

Стандартная космологическая модель.

Инфляция.

Микроволновое излучение.

Темная материя, поиски частиц темной материи.

Основы педагогики и психологии высшего образования

1. Педагогика высшей школы: структура, современное состояние.
2. Принципы построения современной системы образования.
3. Система образования в современной России.
4. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года с изменениями 2019 года: преемственность и новации.
5. Направления развития системы высшего образования России в рамках консолидации европейского пространства высшего образования.
6. Основные принципы реализации уровневой системы высшего образования в РФ.
7. Учебный процесс: структура, содержание, функции.
8. Федеральный государственный образовательный стандарт: содержание, функции.
9. Основная профессиональная образовательная программа.
10. Программа курса дисциплины, основные элементы и порядок составления (на примере специальной дисциплины).
11. Методика подготовки и проведения семинарского занятия по общему или специальному курсу.
12. Методика подготовки и проведения практикума, практического занятия по дисциплине.
13. Формы и методы контроля и аттестации уровня подготовки обучающихся. Методика проведения экзамена и зачета.
14. Балльно-рейтинговая система оценки уровня подготовки студента.
15. Формы и методы организации самостоятельной работы студентов.

16. Психология личности. Особенности развития личности студента.
17. Предмет и основные задачи психологии профессионального образования.
18. Преподаватель и студент как субъекты образовательного процесса.
19. Психологические особенности воспитания студентов и роль студенческих групп.
20. Психология управления в профессиональном образовании.

2.2.2. Требования и критерии оценивания ответов итогового государственного экзамена

В процессе ответов на вопросы оценивается уровень профессиональной исследовательской и педагогической компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения.

При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения, способность ответить на поставленный вопрос по существу и с использованием профессиональной терминологии.

Ответ оценивается, исходя из следующих критериев:

«Отлично» – содержание ответов исчерпывает содержание вопросов. Аспирант демонстрирует как знание, так и понимание вопросов, а также проявляет способность применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«Хорошо» – содержание ответов в основных чертах отражает содержание вопросов. Аспирант демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, но испытывает незначительные проблемы при проявлении способности применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«Удовлетворительно» – содержание ответов в основных чертах отражает содержание вопросов, но допускаются ошибки. Не все положения проекта раскрыты полностью. Имеются фактические пробелы, неполное владение терминологией и литературой. Нарушаются нормы философского языка; имеется нечеткость и двусмысленность письменной речи. Слабая практическая применимость педагогических, исследовательских и информационных компетенций по профилю своего обучения.

«Неудовлетворительно» – содержание ответов не отражает содержание вопросов. Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и литературы. Ответы не носят характер развернутого изложения темы, отсутствует практическое применение педагогических, исследовательских и информационных компетенций на практике по профилю своего обучения.

Аспиранты, получившие по результатам государственного экзамена оценку «неудовлетворительно», не допускаются к государственному аттестационному испытанию – научному докладу.

2.3. Представление научного доклада

Представление основных результатов выполненной научно-квалификационной работы по теме, утвержденной на заседании ученого совета НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ в рамках направленности образовательной программы, проводится в форме научного доклада.

Подготовленная научно-квалификационная работа должна соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, и оформлена в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

После завершения подготовки обучающимся научно-квалификационной работы его научный руководитель дает письменный отзыв о выполненной научно-квалификационной работе обучающегося (далее – отзыв).

Научно-квалификационные работы подлежат внутреннему и внешнему рецензированию. Рецензенты в сроки, установленные НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, проводят анализ и представляют письменные рецензии на указанную работу (далее – рецензия). Для проведения внутреннего рецензирования научно-квалификационной работы Институтом назначается один рецензент из числа научных работников Института, имеющий ученую степень по научной специальности, соответствующей теме научно-квалификационной работы (диссертации). НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ обеспечивает проведение внешнего рецензирования научно-квалификационной работы, устанавливает предельное число внешних рецензентов по соответствующему направлению подготовки и требования к уровню их квалификации.

НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом и рецензией (рецензиями) не позднее, чем за 7 календарных дней до представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Перед представлением научного доклада об основных результатах научно-квалификационной работы в сроки, установленные Институтом, указанная работа, отзыв научного руководителя и рецензии передаются в государственную экзаменационную комиссию.

По результатам представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы Институт дает заключение, в соответствии с п. 16 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 40, ст. 5074; 2014, № 32, ст. 4496).

Результаты аттестационного испытания определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

2.4. Критерии оценки ответа аспиранта при представлении научного доклада

Для оценки готовности выпускника к видам профессиональной деятельности и степени сформированности компетенций, экзаменационная комиссия:

- рассматривает представленные выпускником материалы: научно-квалификационная работа (диссертация), научный доклад, отзыв научного руководителя, рецензии, заключение профильного научно-тематического семинара, при наличии – документы, свидетельствующие об апробации результатов научной работы (акты о внедрении научных результатов и т.п.), материалы, подтверждающие осуществление коммуникаций и работу в научно-исследовательской группе (материалы заявок на гранты и научные конкурсы, письма иностранных организаций и коллег и т.п.);
- заслушивает научный доклад аспиранта о подготовленной научно-квалификационной работе (диссертации).

Ответ оценивается, исходя из следующих критериев

Оценка «отлично» – актуальность проблемы обоснована анализом состояния теории и практики в конкретной области науки. Показана значимость проведенного исследования в решении научных проблем: найдены и апробированы эффективные варианты решения задач, значимых как для теории, так и для практики. Грамотно представлено теоретико-методологическое обоснование научно-квалификационной работы, четко сформулирован авторский замысел исследования; обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость, глубоко и содержательно проведен анализ полученных результатов эксперимента. Четко прослеживается логика исследования, корректно дается критический анализ существующих исследований, автор доказательно обосновывает свою точку зрения.

Оценка «хорошо» – достаточно полно обоснована актуальность исследования, предложены варианты решения исследовательских задач, имеющих конкретную область

применения. Доказано отличие полученных результатов исследования от подобных, уже имеющихся в науке. Для обоснования исследовательской позиции взята за основу конкретная теоретическая концепция. Сформулирован терминологический аппарат, определены методы и средства научного исследования, но вместе с тем нет должного научного обоснования по поводу замысла и целевых характеристик проведенного исследования, нет должной аргументированности представленных материалов. Встречаются недостаточно обоснованные утверждения и выводы.

Оценка «удовлетворительно» – актуальность исследования обоснована недостаточно. Методологические подходы и целевые характеристики исследования четко не определены, однако полученные в ходе исследования результаты не противоречат закономерностям практики. Дано технологическое описание последовательности применяемых исследовательских методов, приемов, форм, но выбор методов исследования обоснован не полностью. Нечетко сформулированы научная новизна и теоретическая значимость. В тексте научного доклада имеются нарушения единой логики изложения, допущены неточности в трактовке основных понятий исследования, подмена одних понятий другими.

Оценка «неудовлетворительно» – актуальность выбранной темы не обоснована или обоснована поверхностно. Имеются несоответствия между поставленными задачами и положениями, выносимыми на защиту. Теоретико-методологические основания исследования раскрыты слабо. Отсутствуют научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. В формулировке выводов по результатам проведенного исследования нет аргументированности и самостоятельности суждений. Текст работы не отличается логичностью изложения, носит эклектичный характер и не позволяет проследить позицию автора по изучаемой проблеме. В работе имеется плагиат.

После представления научного доклада аспирант должен быть готов ответить на следующие вопросы:

1. Обоснуйте актуальность темы научно-квалификационной работы (диссертации).
2. В чем состоит практическая значимость работы?
3. Опишите ограничения моделей, использованных в работе.
4. Каков личный вклад в выполненное исследование?
5. Какие новые физические явления были выявлены в процессе исследования?
6. Какие новые методы были предложены в работе?
7. В чем заключается новизна работы?
8. Сформулируйте цель и задачи научно-квалификационной работы (диссертации).

9. Чем определяется достоверность полученных результатов?

10. Какие Вы знаете современные работы по теме научно-квалификационной работы (диссертации)?

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение государственной итоговой аттестации

Литература по физике высоких энергий

Физика элементарных частиц и высоких энергий

1. The Review of Particle Physics. Particle Data Group – on-line (ежегод.)
2. Перкинс Д. Введение в физику высоких энергий/ пер. с англ. - М.: Мир, 1975
3. Бюклинг Е. Кинематика элементарных частиц/ Е.Бюклинг, К.Каянти -М.: Мир,1975
4. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц./Л.Б.Окунь - Изд. 2-е : перераб. и доп. -М.: Наука, 1988
5. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки./Л.Б. Окунь — Изд. 7-е. - М.: URSS, 2015
6. Клоуз Ф. Кварки и партоны (djvu)/Ф. Клоуз — М.: Мир, 1982 — пер. с англ.
7. CORE - справочник по формулам в ФВЭ. // prepr. IHEP 95-90 — Protvino :IHEP.1995.
8. Фейнман Р. Взаимодействие фотонов с адронами./ Р. Фейнман — М.: Мир, 1975
9. Хелзен Ф. Кварки и лептоны. Введение в физику частиц/ Ф.Хелзен, А. Мартин - М.: Мир, 1987. - пер. с нем.
10. Zemach C. Three-pion decays of unstable particles.// Phys.Rev., vol. 133, no.5B, p. B1201-1220; on-line (PDF)
11. Top quark physics. 1999. // Teubner T. - Hamburg, 1999 — (DESY 99-045) on-line
12. Боос Э. Самый тяжелый кварк / Э. Боос, Л. Дудко, С. Слабоспицкий // Новости и проблемы фундаментальной физики, № 1(1), 2008, с. 9 -17. - on-line

Экспериментальные методы физики высоких энергий

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Кн. 1. ч1. Физика атомного ядра/ К.Н.Мухин — Изд. 7-е. - М.: URSS, 2009
2. Клайнкнехт К. Детекторы корпускулярных излучений /К. Клайнкнехт — М.: Мир, 1990 — пер. с нем.
3. Группен К. Детекторы элементарных частиц : справочное издание / К. Группен — Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999 — пер. с нем.
4. Ландау Л. О потерях энергии быстрыми частицами на ионизацию. // J. Phys. USSR, 1944, v.8, p.201 — on-line

5. On-line справочник по атомным и ядерным свойствам веществ.
6. Blum W. Particles detection with drift chambers./ W.Blum – Berlin : Springer, 1994.
7. Sauli F. Principles of operation of Multiwire proportional and drift chambers. - Geneva: CERN, 1977. - prepr. CERN 77-09.

Квантовая электродинамика (КЭД). Квантовая хромодинамика (КХД). Квантовая теория поля (КТП)

1. Берестецкий В.Б. Квантовая электродинамика/ В.Б.Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский.- т. IV -М.,
2. Грибов В.Н. Квантовая электродинамика» (djvu)/ В.Н. Грибов — М.-Ижевск: НИЦ, 2001
3. Фейнман Р. Квантовая электродинамика: курс лекций. / Р. Фейнман — М.: Либроком, 2009.
4. Индурайн Ф. Квантовая хромодинамика: введение в теорию кварков и глюонов /Ф. Индурайн — М.: Мир, 1986
5. Боголюбов Н.Н. Квантовые поля (djvu)/ Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков
6. Ициксон К. Квантовая теория поля. В 2 т.. К.Ициксон, Ж.-Б. Зюбер. - М.: Мир, 1984.
7. Ахиезер А.И. Квантовая электродинамика /А.И.Ахиезер, В.Б.. Берестецкий
8. Боголюбов Н.Н. Введение в теорию квантовых полей/ Н.Н.Боголюбов, Д.В. Ширков.
9. Вайнберг С. Квантовая теория полей. В 3 т. / С. Вайнберг. - Т.1. Общая теория. - М.: Физматлит, 2003
10. Вайнберг С. Квантовая теория полей. В 3 т. - Т.2. Современные приложения. - М.: Физматлит, 2002.
11. Вайнберг С. Квантовая теория полей. В 3 т. - Т.3. Суперсимметрия. - М.: Физматлит, 2003.
12. Srednicki M. Quantum Field Theory.
13. Рубаков В.А. Классические калибровочные поля. Бозонные теории: учебное пособие. / В.А.Рубаков — Изд. 5-е. - М.: URSS, 2017
14. Рубаков В.А. Классические калибровочные поля. Теории с фермионами: учебное пособие. / В.А.Рубаков — Изд. 5-е. - М. : URSS, 2014.
15. Пескин М.Е. Введение в квантовую теорию поля / М.Е. Пескин, Д.В. Шрёдер - М.-Ижевск, 2001
- 16.Ченг, Т.-П. Калибровочные теории в физике элементарных частиц / Т.-П. Ченг, Л.-Ф. Ли - М.: Мир, 1987. - пер. с англ.
17. Казаков Д.И. Введение в квантовую теорию поля.

18. Тейлор Дж.. Калибровочные теории слабых взаимодействий / Дж. Тейлор — М.: Мир, 1978
19. Aitchison I.J.R. Gauge Theories in Particle Physics, Vol. 1-2: A practical introduction A.J.G. Hey – М.: ИТЭФ, 2004 – (prepr. ИТЭФ 01-04: лекции)
20. Хуанг К. Кварки, лептоны и калибровочные поля./ Г. Хуанг — М.: Мир, 1985
21. Мигдал А.Б. Качественные методы в квантовой теории / А.Б. Мигдал — М.: Наука, 1975
22. 'tHooft G. Diagrammar: CERN Lectures 1973./ G.. 'tHooft, Veltman M.

Теория групп

1. Gilmore R. Lie groups, physics, and geometry / on-line (PDF)
2. Gilmore R Lie groups, Lie algebras and some of their application / on-line (PDF).
3. Гюрши Ф. Введение в теорию групп / Ф.Гюрши — on-line (PDF)
4. Georgi H Lie Algebras in Particle Physics. From isospin to Unified Theories – on-line (PDF).
5. Coleman S. Structure of Phenomenological Lagrangians. I./ S.Coleman, J.Wess, B. Zumino // Phys. Rev., 1969, vol. 177, iss. 5, p.2239 - on-line (PDF)
6. Coleman S. Structure of Phenomenological Lagrangians. I./ S.Coleman, J.Wess, B. Zumino // Phys. Rev., 1969, vol. 177, iss. 5, p. 2247 – on-line (PDF)
7. Ляховский, В.Д. Группы симметрии и элементарные частицы / В.Д. Ляховский, А.А. Болохов — М. : URSS, 2014
8. Новиков С.П. Современные геометрические структуры и поля / С.П. Новиков, И.А. Тайманов — М.: МЦНМО, 2005
9. Шапуков Б.Н. Задачи по группам Ли и их приложениям / Б.Н.Шапуков - Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1989.
10. Трофимов В.В. Задачи по теории групп Ли и алгебр Ли / В.В. Трофимов — М.: МГУ, 1990.

Физика за рамками Стандартной модели. Космология

1. Емельянов В.М. Стандартная модель и ее расширения / В.М. Емельянов - М.: Физматлит, 2007
2. Mukhanov V. Physical Foundations of Cosmology / V. Mukanov – New York: Cambridge University Press, 2005 – on-line (PDF).
3. Вайнберг С. Первые три минуты / С. Вайнберг — М.: ЭКСМО, 2010; on-line
4. Вайнберг С. Космология. / С. Вайнберг — М.: URSS, 2013

5. Горбунов Д. Введение в теорию ранней Вселенной. Т. 1. Теория горячего Большого взрыва / Д. Горбунов, В. Рубаков — М.: ЛКИ, 2006 — on-line
6. Горбунов Д. Введение в теорию ранней Вселенной. Т. 2. Космологические возмущения. Инфляционная теория. / Д. Горбунов, В. Рубаков — М.: URSS, 2010
7. Долгов А.Д. Космология ранней Вселенной / А.Д. Долгов, Я.Б. Зельдович, М.В. Сажин — М.: МГУ, 1988

Моделирование. Численные и статистические методы

1. RUTHIA home page.
2. Pythia6 Manual.
3. Pythia8 Introduction. Модульная научная программная среда
4. Курс по C++
5. ROOT
6. ROOT Manual
7. Geant.
8. RootFit .
9. CalcHEP. Calculator for High Energy Physics
10. Статистические методы в экспериментальной физике / В. Идье, Д. Драйард, Ф. Джеймс, М. Рус, Б. Садуле — М.: Атомиздат, 1976
11. Битюков С.И. Применение статистических методов для поиска новой физики на Большом адронном коллайдере / С.И. Битюков, Н.В. Красников — М.: КРАСАНД, 2014.
12. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман - М.: Высшая школа, 1999.
13. Cowan G. Statistical methods for particle physics: Lectures. - on-line

Литература по педагогике высшей школы

а) основная литература:

1. Шарипов Ф.В. Педагогика и психология высшей школы: [Электронный ресурс] учебное пособие Ф.В. Шарипов. М.: Логос. 2012. 448 е. (ЭБС Университетская библиотека-online).

б) дополнительная литература:

1. Громкова М.Т. Педагогика высшей школы [Электронный ресурс] / М.Т. Громкова. М.: Юнити-Дана. 2012. 447 с. (ЭБС Университетская библиотека-online).

2. Завалько П.А. Эффективность научно-образовательной деятельности в высшей школе [Электронный ресурс] / Завалько П.А. №4.: Флинта. 2011. - 142 с. (ЭБС Университетская библиотека- online).

3. Педагогика и психология высшей школы: современное состояние и перспективы развития: международная научная конференция. Москва. 5 - 6 июня 2014 г.: сборник статей [Электронный ресурс] / под ред. В.А. Ситаров. М., Берлин: Директ-Медиа. 2014. 213 с. (ЭБС Университетская библиотека- online).