

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт физики

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной деятельности
Д.К. Нургалиев

« 29 » сентября 2016 г.



Программа государственного итогового экзамена

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) подготовки: 01.04.07 Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: очная

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Целью ГИА является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта по направлению к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

Задачами ГИА являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и ОПОП направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», направленности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Универсальных компетенций:

- способности 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);
- способности 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);
- готовности участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовности использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способности планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Общепрофессиональных компетенций:

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

Профессиональных компетенций:

- способности самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики конденсированного состояния и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);
- способности принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния (ПК-2);
- способности планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции (ПК-3);

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

2. ВИДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственная итоговая аттестация выпускников аспирантуры по профилю 01.04.07 – Физика конденсированного состояния проводится в форме (и в указанной последовательности):

- Государственного экзамена;
- научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (выполненной на основе результатов научно-исследовательской работы).

Государственная итоговая аттестация проводится по окончании теоретического периода обучения в 8 семестре. Для проведения ГИА создается приказом по университету государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) из лица ведущих исследователей в области профессиональной подготовки по профилю 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Программа итогового государственного экзамена

Государственный экзамен проводится в форме защиты проекта, в котором аспирант должен продемонстрировать свои исследовательские и педагогические компетенции, приобретенные за время обучения в аспирантуре.

Проектом считается разработанная система и структура действий преподавателя-исследователя для реализации конкретных исследовательских и педагогических задач с уточнением роли и места каждого действия, времени осуществления этих действий, их участников и условий, необходимых для эффективности всей системы действий, в условиях имеющихся (привлеченных) ресурсов.

Проект может быть представлен в виде презентации по выбранной теме или в виде занятия по предлагаемым темам с использованием традиционных лекционных методов и применением мультимедиа и других информационных технологий. В проекте аспирант должен продемонстрировать не только знание в области избранной темы, но и применить современные методы исследований и информационно-коммуникационных технологий. Проект носит комплексно-системный характер и должен ориентировать экзаменуемого на установление, выявление и обоснование системных связей между учебными дисциплинами, изученными в рамках ОПОП 03.06.01 Физика и астрономия по направленности **01.04.07 Физика конденсированного состояния**.

2. Примерная тематика проектов по профилю 01.04.07 Физика конденсированного состояния. (список тем)

1. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.
2. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера – Зейтца. Решетка Браве.
3. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии.
4. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты.
5. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы.
6. Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания.
7. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.
8. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.
9. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная.
10. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс.
11. Энергетические зоны. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии. Приближение сильносвязанных электронов.

12. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.
13. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика.
14. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков.
15. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Ферромагнитный резонанс.
16. Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой).
17. Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра).
18. Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода.
19. Равновесие в системе металл-расплав. Зародышеобразование. Переохлаждение жидкостей. Условия равновесия на поверхности раздела жидкость-твердое тело, нормальное затвердевание, критический радиус зародыша, модели теории образования зародышей.
20. Поверхностные явления и равновесная форма кристаллов. Двумерный электронный и дырочный газ. Электронный спектр и плотность состояний электронов в квантующем магнитном поле.
21. Механизмы роста пленок. Эпитаксия. Зародышеобразование. Особенности физических процессов в тонких пленках. Методы исследования поверхности.

2.1. Методические рекомендации к подготовке и сдаче итогового государственного экзамена

Итоговый государственный экзамен должен быть представлен в форме проекта, который может быть представлен в виде презентации по выбранной теме или в виде занятия по предложенным темам (см. список тем) с использованием традиционных лекционных методов и применением мультимедиа и других информационных технологий. Проект может быть сделан как конкретное описание предстоящей деятельности преподавателя-исследователя и включает целеполагание (исследовательского процесса, программы, курса педагогической системы) на основе анализа условий (внешнесредовых, информационно-технических, временных, особенностей исследователя и особенностей среды его профессиональной деятельности). Условия, анализируемые в проекте, определяются самостоятельно, в зависимости от объекта проектирования и формы проектирования. Кроме того, в проектную часть может быть включено описание способа структурирования и отбора содержания образования и его передачи (методов, методик, технологий общения, обучения и воспитания, средств и форм). Уровень профессионализма преподавателя-исследователя может быть отражен в разделе, посвященном проектированию системы управления исследовательским процессом, педагогической системой и педагогической технологией.

2.2. Требования и критерии оценивания ответов итогового государственного экзамена

1. В процессе защиты проекта оценивается уровень педагогической и исследовательской компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения.

2. При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения и общее оформление, способность ответить на поставленные вопросы по существу.

3. Проект оценивается, исходя из следующих критериев:

«Отлично» – содержание проекта полностью раскрывает предложенную тему. Аспирант демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, а также проявляет способность применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«Хорошо» – содержание проекта в основных чертах отражает содержание предложенной темы. 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 проекта в основных чертах отражает содержание предложенной темы, но допускаются ошибки. Не все положения проекта раскрыты полностью. Имеются фактические пробелы и не полное владение литературой. Нарушаются нормы представления информации в устной форме, имеется нечеткость и двусмысленность устной речи. Слабая практическая применимость педагогических, исследовательских и информационных компетенций по профилю своего обучения.

«Неудовлетворительно» – содержание проекта не отражает содержание предложенной темы. Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и литературы. Защита проекта не носит развернутого изложения темы, на лицо отсутствие практического применения 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 – защите научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (выполненной на основе результатов научно-исследовательской работы).

Примерный список дополнительные вопросы для оценки универсальных и общепрофессиональных компетенций (список вопросов на УК и ОПК):

1. Современные стратегии модернизации высшего образования в России. Педагогическая инноватика как теория и технология нововведений в предметной профильной подготовке.

2. Методика и технология обучения в высшей школе. Сущность, принципы проектирования и тенденции развития современных образовательных технологий в высшем образовании. Образовательные технологии в учебно-профессиональной подготовке.

3. Аккредитация как одна из форм оценки качества высшего образования. Педагогический мониторинг как системная диагностика качества образования. Преимущества модульного построения содержания дисциплины и рейтинговый контроль в предметной профильной подготовке.

4. Концепция и практическая реализация компетентностного подхода в условиях профильной предметной подготовки в высшей школе.

5. Информационные технологии обучения и технологии дистанционного образования в условиях профессионализации образования в высшей школе.

6. Роль и место лекции в вузе. Структура лекционного занятия по предмету профильной подготовки. Оценка качества лекции. Перспективы развития лекции как формы и метода в системе вузовского обучения.

7. Семинарские и практические занятия по предметам профильной подготовки в высшей школе. Их роль в приобретении опыта в учебно-профессиональной деятельности. Особенности семинара при реализации концепции педагогики сотрудничества.

8. Повышение роли самостоятельной работы студентов в высшей школе. Виды самостоятельной работы в предметной профильной подготовке в вузе.

9. Организация учебно-исследовательской и проектно-творческой деятельности студентов в предметной профильной подготовке в высшей школе.

10. Основы педагогического контроля в высшей школе. Современные критерии и показатели качества обучения в предметной профильной подготовке. Государственный образовательный стандарт и оценка результатов обучения.

11. Концепция профессионального воспитания при реализации профильной предметной подготовки в высшей школе. Система методов и средств воспитательного воздействия (влияния) при преподавании дисциплин профильной предметной подготовки.

12. Учебная деятельность студентов и когнитивная сфера личности. Активность системы познавательных процессов как основа в проектировании инновационных технологий обучения.

13. Особенности потребностно-мотивационной сферы субъекта учебной деятельности.

14. Психологические резервы повышения эффективности преподавания в вузе.

15. Развитие личности в процессе обучения. Психологическая, социальная и биологическая характеристика личности.

16. Психологические закономерности развития когнитивных процессов студентов в процессе обучения.

17. Особенности формирования и развития студенческого коллектива в современном вузе. Структура межличностных отношений в студенческом коллективе.

18. Функциональные и структурные компоненты профессионального самосознания (когнитивный, мотивационный, эмоциональный, операционный) преподавателя вуза.

19. Восприятие и понимание людьми друг друга в процессе межличностного общения. Умение слушать человека в процессе общения, виды и техники слушания.

20. Психологические особенности общения субъектов образовательного процесса. Психологические технологии взаимодействия преподавателя высшей школы с аудиторией.

21. Психологическое сопровождение учебного процесса в вузе (ФГОС). Профессиональное мастерство и «Я – концепция» преподавателя.

22. Стресс и психическое здоровье преподавателя, методы саморегуляции синдрома эмоционального выгорания субъекта образовательного процесса.

Примерный список дополнительные вопросы для оценки профессиональных компетенций (список вопросов на ПК):

1. Простые и сложные кристаллические решетки. Прямая и обратная решетки кристалла. Колебания и волны в простой решетке.
2. Распределение Бозе-Эйнштейна, фононы. Тепловые свойства решетки.
3. Электрон в периодическом поле. Теорема Блоха. Энергетические зоны электронов в кристалле. Диэлектрики, металлы и полупроводники.
4. Статистическое равновесие свободных электронов в металлах и полупроводниках. Поверхность Ферми.

5. Плотность состояний. Теплоемкость свободных электронов в металлах и полупроводниках.
6. Примесная и собственная проводимость полупроводников. Квазиэлектроны и дырки. Гетеропереходы.
7. Проводимость и теплопроводность. Концепция длины свободного пробега.
8. Процессы рассеяния. Рассеяние на примесях. Рассеяние на фононах. Процессы переброса.
9. Гальваномагнитные свойства. Эффект Холла в слабом и сильном магнитных полях.
10. Термомагнитные и термоэлектрические явления. Термоэдс.
11. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.
12. Дисперсия и поглощение света кристаллами. Оптические свойства металлов и полупроводников.
13. Межзонные переходы. Поглощение света свободными носителями.
14. Намагниченность и восприимчивость. Восприимчивость металлов. Парамагнетизм Паули.
15. Диамагнетизм Ландау. Эффект Де Газа - Ван Альфвена и Шубникова - Де Гааза.
16. Измерение парамагнитной восприимчивости Паули методом ЯМР.
17. Магнитные свойства двухэлектронной системы. Синглетные и триплетные состояния.
18. Спиновый Гамильтониан, и модель Гейзенберга.
19. Типы магнитных структур. Основное состояние Гейзенберговского ферромагнетика.
20. Основное состояние Гейзенберговского антиферромагнетика.
21. Спиновые волны.
22. Сверхпроводники. Сверхпроводники первого и второго рода.
23. Длина когерентности и глубина проникновения.
24. Термодинамическое критическое поле. Верхнее и нижнее критические поля.
25. Структура Абрикосовских вихрей.
26. Структура аморфных твердых тел. Стёкла.
27. Межатомное взаимодействие и классификация твердых тел.
28. Упругие и теплофизические свойства твердых тел.
29. Жидкости. Структура и свойства жидкостей. Поверхностные явления.

2.3. Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (выполненной на основе результатов научно-исследовательской работы).

Научный доклад представляет собой защиту результатов научно-исследовательской работы, выполненной обучающимся, в виде научного доклада, демонстрирующую степень готовности выпускника к ведению профессиональной научно-педагогической деятельности.

Результаты выпускной квалификационной работы определяются оценками «защищено», «не защищено». Оценка «защищено» означает успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Требования к выпускной квалификационной работе определяются ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» и Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки *03.06.01 Физика и астрономия* (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Рекомендации к подготовке научного доклада на государственном экзамене и презентации к нему

1. Рекомендуемая длительность доклада - не более 10 минут. Для того, чтобы уложиться в заявленный промежуток времени, после составления доклада (объем - не более 2 страниц через 1 интервал, шрифт Times New Roman, 14), есть необходимость прорепетировать его перед зеркалом, отметив длительность выступления. Если темп речи медленный, то имеет

смысл сократить доклад.

2. Поскольку государственный экзамен направлен на выявление компетентности аспиранта по осуществлению научно-исследовательской деятельности, то аспиранту в своем выступлении предлагается сделать акцент на:

- логику выбора темы исследования;
- критерии выбора методологии (достоинства и недостатки и т.д.);
- ход и основные этапы исследования;
- выводы по результатам исследования и т.д.

В докладе аспиранту, при возможности, следует отразить практические рекомендации для дальнейших научных исследований, которые он предполагает производить, как молодой ученый.

3. Оформление презентации. Презентация не предполагает полное копирование содержания устного выступления. Аспирант, опираясь на данные в презентации, устно может представить логику построения своего исследования, выбор методологии и т.д.

Презентация может содержать следующие слайды: название работы, фамилии и инициалы автора и научного руководителя; актуальность работы, цель работы; методику проведения экспериментов, имеет смысл указать, какие объекты использовались для исследования, на каждом слайде можно охарактеризовать используемый метод исследования; результаты и обсуждения; выводы; практические рекомендации, научные публикации и т.д. Презентация может содержать дополнительные материалы - желательно, чтобы на слайде содержалось не более одной таблицы или одного рисунка, выводы аспиранта, как исследователя, практические рекомендации и т.д.

Следует обратить внимание на оформление презентации. Обязательно нужно использовать контраст фона и шрифта. В докладе можно сослаться на какой-либо слайд (например, таблицу или схему на слайде) - в этом случае нет необходимости рассказывать подробно таблицу, а просто можно сослаться на нее.

Грамотное оформление презентации свидетельствует о компетентности аспиранта в области использования мультимедийного оборудования в преподавательской деятельности и в научной деятельности.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» и Положением о государственной итоговой аттестации КФУ.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

1. Основы физики конденсированного состояния : [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Интеллект, 2013 - 213 с.
2. Физика твердого тела / Епифанов Г.И. - СПб: Лань, 2011. - 288 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023 – 5 экз.
3. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421>
4. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2011, 293 стр. ISBN: 978-5-9963-0290-1 <http://e.lanbook.com/view/book/4372/>
4. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО, М., 2000.
5. Абрикосов А.А. Основы теории металлов М. Физматлит. - 2010. - 600 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2093/>

Дополнительная литература

1. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. - изд.Лань. - 2007. - 448с. <http://e.lanbook.com/view/book/692/>
2. Гантмахер В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах. М. Физматлит. - 2005. - 232 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2156/>

3. Еремин, М.В. Микроскопические модели в конденсированных средах [Электронный ресурс] // Учебное пособие. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. - 113с. http://repository.kpfu.ru/?p_id=42364

4. Карта соотношения вопросов к государственному экзамену и компетенций

Задание к государственной итоговой аттестации	Компетенции									
	Универсальные компетенции					Общепрофессиональные компетенции		Профессиональные компетенции		
	УК-1	УК-2	УК-3	УК-4	УК-5	ОПК-1	ОПК-2	ПК-1	ПК-2	ПК-3
Сдача государственного экзамена										
Проект (список тем)	+				+	+	+	+		+
Дополнительные вопросы (список вопросов на УК и ОПК)		+	+	+			+			
Дополнительные вопросы (список вопросов на ПК)	+					+		+	+	+
Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)										
Научный доклад	+			+	+	+		+	+	+

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ПроПОП ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Автор: заведующий кафедрой физики твердого тела, д.ф.-м.н. (профессор) Тагиров Л.Р.

Рецензент: заведующий кафедрой общей физики, д. ф.-м.н. (профессор) Таюрский Д.А.

ОДОБРЕНО:

Учебно-методическая комиссия Института физики:
 Протокол заседания УМК №7 от "11" сентября 2014 г.