

Приложение № 1  
к приказу НИЦ «Курчатовский  
институт» - ПИЯФ  
от 20 НОЯ 2020 № 570

УТВЕРЖДЕНА  
приказом  
НИЦ «Курчатовский институт» -  
ПИЯФ  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»  
(НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ)

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ  
АСПИРАНТОВ НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» - ПИЯФ  
В ФОРМЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

по направлению подготовки:

**03.06.01 Физика и астрономия**

направленности:

**01.04.02 Теоретическая физика**  
(физико-математические науки)

Гатчина  
2020

РАЗРАБОТАНА в отделении теоретической физики НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ

РАЗРАБОТЧИКИ:

Аристов Д. Н.,  
д-р физ.-мат. наук, 01.04.02 Теоретическая физика

Матвеев М. А.,  
канд. физ.-мат. наук, 01.04.02 Теоретическая физика

СОГЛАСОВАНА:

Заместитель директора  
по научной работе



В.В. Воронин

Начальник  
управления образования



А.Ю. Черненко

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА

на заседании Ученого совета НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ  
(протокол от 22.10.2020 № 5)

Секретарь Ученого совета  
Ученый секретарь



С.И. Воробьев

## 1. Общие сведения

1.1. Настоящая программа государственной итоговой аттестации аспирантов НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ в форме государственного экзамена (далее соответственно – ГИА, Программа, Экзамен, Институт) является частью программы государственной итоговой аттестации аспирантов Института.

1.2. Программа разработана в соответствии с:

– Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 867 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) (далее – ФГОС ВО)»;

– приказом Минобрнауки России от 18.03.2016 № 227 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры-стажировки»;

– иными нормативно-правовыми актами в сфере высшего образования;

– локальными нормативными актами (далее – ЛНА) Института.

1.3. Экзамен является формой ГИА, завершающей освоение образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программа аспирантуры) Института.

1.4. Прием Экзамена осуществляет создаваемая Институтom государственная экзаменационная комиссия (далее – ГЭК).

1.5. Регламент работы ГЭК определен ЛНА Института.

1.6. Цель Экзамена – определить соответствие результатов освоения аспирантами программы аспирантуры Института соответствующим требованиям ФГОС ВО.

1.7. Программа определяет фонд оценочных средств в форме перечня вопросов, выносимых на Экзамен, критерии оценивания результатов Экзамена, рекомендации аспирантам по подготовке к Экзамену, в том числе перечень рекомендуемой литературы для подготовки к Экзамену.

1.8. Экзамен проводится по дисциплинам программы аспирантуры, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников: для научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии – по дисциплинам «Квантовая теория поля», «Основы современной теории конденсированного состояния»; по преподавательской деятельности в области физики и астрономии – по дисциплине «Основы педагогики и психологии высшего образования».

1.9. Программа Экзамена доводится до сведения аспирантов не позднее чем за шесть месяцев до начала ГИА.

## 2. Место Экзамена в структуре программы аспирантуры Института

2.1. Подготовка к сдаче и сдача Экзамена относится к базовой части программы аспирантуры Института.

2.2. Подготовка к сдаче и сдача Экзамена в соответствии с учебным планом программы аспирантуры осуществляется во втором (весеннем) семестре 4 года обучения; трудоемкость соответствующей учебной нагрузки аспирантов составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

## 3. Форма проведения и регламент Экзамена

3.1. Форма проведения Экзамена – письменная.

3.2. Экзамен представляет собой развернутый, аргументированный ответ на вопросы из перечня вопросов (в форме экзаменационных билетов), вынесенных на Экзамен (раздел 4 Программы).

3.3. Каждый аспирант индивидуально получает экзаменационный билет (Приложение), состоящий из 3 вопросов, из которых вопросы №№ 1 и 2 – по научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии и вопрос № 3 – по преподавательской деятельности в области физики и астрономии.

3.4. На подготовку ответа на вопросы Экзамена аспиранту отводится 90 минут.

## 4. Перечень вопросов, выносимых на Экзамен

### *Билет № 1*

1. Акустические фононы. Уравнение Клейна-Фока-Гордона.
2. Модель БКШ, неустойчивость основного состояния ферми газа относительно притяжения между частицами.
3. Педагогическое руководство развитием творческих способностей студентов.

### *Билет № 2*

1. Ангармонизм колебаний решетки и взаимодействие фононов.
2. Аномальные средние сверхпроводящего типа, представление Намбу. Уравнения Горькова.
3. Экономический кризис и образование.

### *Билет № 3*

1. Оптические фононы, поляризация колебаний.
2. Уравнение на щель, спектр возбуждений сверхпроводника. Температура перехода.
3. Педагогический конфликт: причины возникновения и способы разрешения.

*Билет № 4*

1. Уравнение малых колебаний для простой решетки. Квантование колебаний, фононы.
2. Туннельная плотность состояний сверхпроводника.
3. Формирование духовно-нравственной культуры студентов.

*Билет № 5*

1. Квантовомеханическое определение функций Грина, температурные гриновские функции.
2. Связь теории БКШ с теорией Гинзбурга-Ландау.
3. Типология личности преподавателя и студента высшей школы.

*Билет № 6*

1. Запаздывающие и опережающие функции Грина. Корреляционные функции, флуктуационно-диссипационная теорема.
2. Эффект Мейсснера.
3. Проблемы и пути активизации научно-исследовательской работы студентов.

*Билет № 7*

1. Квантовомеханическое определение функций Грина.
2. Теория Лондонов. Нелокальная электродинамика сверхпроводника: лондоновский и пиппардовский случай.
3. Психологические особенности студенческого возраста.

*Билет № 8*

1. Основные принципы диаграммной техники. Уравнение Дайсона. Вершинная функция.
2. Нулевые колебания кристалла, неустойчивость решетки в одном и двух измерениях (теорема Мермина-Вагнера).
3. Естественнонаучные дисциплины в вузах России и мира.

*Билет № 9*

1. Типы и симметрия твердых тел. Кристаллические структуры. Зона Бриллюэна. Теорема Блоха.
2. Сверхпроводники первого и второго рода, вихри Абрикосова.
3. Условия оптимального использования образовательных технологий в вузе.

*Билет № 10*

1. Колебания решетки. Акустические и оптические ветви. Модель Дебая.
2. Скачок в теплоемкости для сверхпроводников.
3. Воспитательная система вуза.

*Билет № 11*

1. Алгебра спиновых операторов, бозонные и фермионные представления для спиновых операторов.
2. Представление фермиона через бозоны в одном пространственном измерении. Аномальная скейлинговая размерность фермиона.
3. Стили управления в профессиональном образовании.

*Билет № 12*

1. Линейная теория спиновых волн в ферромагнетике.
2. Модель Латтинжера и ее решение в бозонизации.
3. Образовательная система зарубежных стран (страны – на выбор).

*Билет № 13*

1. Спиновые волны в антиферромагнетике.
2. Модель Латтинжера и ее решение в фермионном формализме. Теорема о сокращении старших петель.
3. Педагогическое руководство развитием творческих способностей студентов.

*Билет № 14*

1. Антиферромагнетик во внешнем поле. Связь с квазиклассическим подходом.
2. Хиральные фермионы и хиральные бозоны. Соотношения Томонаги, бозонизация.
3. Экономический кризис и образование.

*Билет № 15*

1. Нулевые колебания и дальний порядок в квазидвумерном гейзенберговском антиферромагнетике.
2. Преобразование Йордана-Вигнера.
3. Педагогический конфликт: причины возникновения и способы разрешения.

*Билет № 16*

1. Теорема Блоха. Зонная структура электронных спектров. Уровень и импульс Ферми. Метал, полупроводник, изолятор. Поверхность Ферми. Особенности ван Хова.
2. Квази-одномерная, многоканальная, квантовая проволоки. Квант кондактанса. Примеры одномерных проволок. Гамильтониан Латтинжера. Члены с рассеянием назад. Электронная функция Грина в случае спин-зарядового разделения.
3. Формирование духовно-нравственной культуры студентов.

*Билет № 17*

1. Теория Ферми-жидкости Ландау: основное утверждение. Функционал плотности. Спектр элементарных возбуждений. Плотность одночастичных состояний. Амплитуды рассеяния и параметры Ландау. Фермижидкостные перенормировки наблюдаемых. Газовый параметр.

2. Рассеяние в случайном примесном потенциале: усреднение по конфигурациям. «Белый» и «цветной» примесные потенциалы. Примесное затухание электронов. Диффузон, Куперон. Экранировка взаимодействия в приближении случайных фаз. Дебаевский радиус экранировки.

3. Типология личности преподавателя и студента высшей школы.

*Билет № 18*

1. Основы диаграмматики фермионов. Ингредиенты теории: представление чисел заполнения, операторы рождения и уничтожения электронов, представление чисел заполнения. Основные блоки диаграмматики: электронные функции Грина и вершины (4-вершины и линии взаимодействия). «Голые» и «одетые» электроны и вершины, собственно-энергетическая часть электрона, уравнение Дайсона. Температурная диаграммная техника.

2. P-N переход. Обедненный слой. Распределение потенциала и заряда вблизи перехода. Токи генерации и рекомбинации. Вольтамперная характеристика перехода. Транспорт через квантовую точку. Классическое и квантовое описания. Кулоновская блокада.

3. Проблемы и пути активизации научно-исследовательской работы студентов.

*Билет № 19*

1. Диаграммные разложения теории возмущений для электронных функций Грина, собственно-энергетических частей, вершинных частей. Затухание электронов за счет рассеяния друг на друге. Хорошо определенные квазичастицы.

2. Изолятор Мотта и изолятор Андерсона. Модель Андерсона. Теорема Андерсона. Вигнеровский кристалл.

3. Психологические особенности студенческого возраста.

*Билет № 20*

1. Фазовые переходы II рода: теория Ландау. Разложение термодинамического потенциала. Тривиальное и нетривиальное решения для параметра порядка: «мексиканская шляпа». Критические индексы и их значения в теории Ландау.

2. Эффект Кондо. Гамильтониан, отличие потенциального и магнитного рассеяний. Теория возмущений: поправка к сопротивлению и минимум сопротивления. Температура Кондо.

3. Естественнонаучные дисциплины в вузах России и мира.

## 5. Критерии оценивания результатов Экзамена

5.1. Результаты Экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение Экзамена.

5.2. Критерии оценки:

- знание материала, логика, аргументация ответа;
- умение приложить теорию к практике;
- уровень самостоятельного мышления.

5.3. Оценка «отлично» ставится аспиранту, ответ которого:

– свидетельствует о глубоких знаниях программного содержания дисциплин и концептуально-понятийного аппарата, изложен в логической последовательности, аргументированно;

– указывает на способность применить теоретические знания при решении практических задач;

– дан по существу и не содержит неточностей.

5.4. Оценка «хорошо» ставится аспиранту, ответ которого:

– свидетельствует о твердых знаниях программного содержания дисциплин и концептуально-понятийного аппарата, изложен в логической последовательности, аргументированно;

– указывает на способность применить теоретические знания при решении практических задач;

– дан по существу, но содержит отдельные непринципиальные погрешности и неточности.

5.5. Оценка «удовлетворительно» ставится аспиранту, ответ которого:

– свидетельствует о поверхностных знаниях программного содержания дисциплин и концептуально-понятийного аппарата, достаточных для предстоящей работы в области профессиональной деятельности, изложен в логической последовательности или с некоторым нарушением логической последовательности, аргументированно или недостаточно аргументированно;

– указывает на достаточную способность применить теоретические знания при решении практических задач;

– дан в основном по существу, содержит непринципиальные погрешности и неточности.

5.6. Оценка «неудовлетворительно» ставится аспиранту, ответ которого:

– свидетельствует о существенных пробелах в знаниях программного содержания дисциплин и концептуально-понятийного аппарата, изложен с существенным нарушением логической последовательности, аргументация слабая или отсутствует;

– указывает на слабую способность или неспособность применить теоретические знания при решении практических задач;

– содержит принципиальные погрешности и неточности.



## 6. Рекомендации по подготовке к Экзамену

### 6.1. Рекомендации общего характера

Залогом успешной сдачи Экзамена являются систематические, добросовестные занятия аспиранта на протяжении всего периода обучения.

Специфической задачей аспиранта в период подготовки к сдаче Экзамена является повторение изученного материала, в процессе которого анализируются и систематизируются все знания, умения и навыки, накопленные при изучении программного материала: данные рабочих программ дисциплин, учебных пособий, записи лекций, конспекты прочитанных книг и периодических изданий, заметки, сделанные во время лекций, семинаров, консультаций, подготовленные к занятиям презентации (при наличии) и др.

Прежде чем приступить к повторению, необходимо обратить внимание на то, какие дисциплины выносятся на Экзамен, ознакомиться с перечнем вопросов, выносимых на Экзамен, списком рекомендованной литературы для подготовки к Экзамену и со сроками проведения ГИА, с тем чтобы грамотно распланировать оставшееся время на подготовку к Экзамену.

Подготавливая ответ по вопросу, вынесенному на Экзамен, необходимо выделить основные мысли в виде тезисов и подобрать к ним в качестве аргументации факты, цифры и т.д. Ответ на вопрос должен быть полным, развернутым, аргументированным, логически выстроенным. Рекомендуется дополнять ответ на каждый из вопросов графиками, таблицами, вычислениями и т.п.

Аспирант должен посетить предэкзаменационную консультацию с заготовленными конкретными вопросами.

При необходимости аспирант может обратиться за консультацией к своему научному руководителю.

При подготовке к Экзамену аспирант может пользоваться литературой, представленной в научно-технической библиотеке Института, электронными ресурсами, определенными рабочими программами дисциплин.

Пользоваться носителями информации с целью списать ответы на вопросы экзаменационного билета на Экзамене запрещено.

Во время проведения государственной итоговой аттестации в форме Экзамена запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

### 6.2. Рекомендуемая литература для подготовки к Экзамену

#### 6.2.1. По научно-исследовательской деятельности в области физики и астрономии

1. Абрикосов, А.А. Методы квантовой теории поля в статистической физике / А.А. Абрикосов, Л.П. Горьков, И.Е. Дялошинский. – М. : Добросвет : КДУ, 2006.

2. Абрикосов, А.А. Основы теории металлов / А.А. Абрикосов. – М. : Физматлит, 1987. – 520 с.
3. Ахиезер, А.И. Спиновые волны / А.И. Ахиезер, В.Г. Барьяхтар, С.В. Пелетминский. – М. : Наука, 1967.
4. Барьяхтар, В.Г. Функции Грина в теории магнетизма / В.Г. Барьяхтар, В.Н. Криворучко, Д.А. Яблонский. – Киев: Наукова думка, 1984.
5. Косевич, А.М. Физическая механика реальных кристаллов / А.М. Косевич. – Киев: Наукова думка, 1981. – 327 с.
6. Ландау, Л.Д. Статистическая физика, Ч. 2 / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М. : Наука, 2004, 2001.
7. Altland, Al. Functional Methods in Condensed Matter Theory / Al. Altland, Ben. Simons. – Cambridge University Press, 2010. – 770 p.
8. Bruus, H. Many-Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics: An Introduction / H. Bruus, K. Flensberg. – Oxford University Press, 2004. – 336 p.
9. Giamarchi, T. Quantum Physics in One Dimension / T. Giamarchi. – Oxford : Clarendon Press, 2003.
10. Yosida, K. Theory of Magnetism / K. Yosida. – Springer, 1996. – 320 p.

#### 6.2.2. По преподавательской деятельности в области физики и астрономии

1. Громкова, М.Т. Педагогика высшей школы: Учебное пособие [Электронный ресурс] / М.Т. Громкова. – М. : Юнити-Дана, 2015.
2. Завалько, П.А. Эффективность научно-образовательной деятельности в высшей школе [Электронный ресурс] / П.А. Завалько. – М. : Флинта, 2011.
3. Засобина, Г.А. Психолого-педагогические основы образовательного процесса в высшей школе: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Г.А. Засобина, Т.А. Воронова, И.И. Корягина. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015.
4. Козьяков, Р.В. Психология и педагогика: Учебник. Часть 1. Психология [Электронный ресурс] / Р.В. Козьяков. – М.-Берлин : Директ-Медиа, 2013.
5. Козьяков, Р.В. Психология и педагогика: Учебник. Часть 2. Педагогика [Электронный ресурс] / Р.В. Козьяков. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2013.
6. Шарипов, Ф.В. Педагогика и психология высшей школы: учеб. пособие / Ф. В. Шарипов. – М. : Логос, 2017. – 448 с.

Приложение  
к программе государственной итоговой  
аттестации аспирантов  
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ  
в форме государственного экзамена  
по направлению подготовки 03.06.01  
Физика и астрономия направленности  
01.04.02 Теоретическая физика (физико-  
математические науки)

*Образец экзаменационного билета для сдачи государственного экзамена*

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»  
(НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ)**

Направление подготовки:  
**03.06.01 Физика и астрономия**

Направленность подготовки:  
**01.04.02 Теоретическая физика**  
(физико-математические науки)

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ**

1. Научно-исследовательская деятельность в области физики и астрономии.  
Вопрос:

2. Научно-исследовательская деятельность в области физики и астрономии.  
Вопрос:

3. Преподавательская деятельность в области физики и астрономии.  
Вопрос:

Время на подготовку ответов на вопросы составляет 90 минут.

Ответы должны быть полными, развернутыми, аргументированными, логически выстроенными.  
Рекомендуется дополнять ответ на каждый из вопросов графиками, таблицами, вычислениями и т.п.