

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. КАНТА
ИНСТИТУТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

«Согласовано»

Директор

Института физико-

математических наук и

информационных технологий

_____ А.В. Юров

«__»_____ 2019 г.

Программа вступительных испытаний

Направление подготовки: 03.04.02 «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: **Магистр**

Калининград
2019

Лист согласования

Составители: д.ф.-м.н., профессор института физико-математических наук и информационных технологий А.И. Иванов; к.ф.-м.н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий Самусев И.Г. ст. преп. института физико-математических наук и информационных технологий А.А. Талатай.

Программа одобрена методическим советом института физико-математических наук и информационных технологий
Протокол № 1/19 от «09» января 2019 г.

Председатель учебно-методического совета _____ А.А. Шпилевой

Ведущий менеджер ООП _____ А.А. Талатай

Пояснительная записка

Программа вступительных испытаний составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки магистров 03.04.02 «Физика».

Специализированные магистерские программы данного направления подготовки адресованы в первую очередь выпускникам бакалавриата направлений подготовки 03.03.03 «Радиофизика», 03.03.02 «Физика», испытывающим потребность в профессиональном совершенствовании и повышении квалификации. В то же время по данной программе могут успешно обучаться выпускники других направлений подготовки, ориентированные на получение физико-математического образования, получения опыта работы на новейшем научном оборудовании в таких подразделениях БФУ им. И. Канта, как: «Лаборатория магнитно-резонансных методов исследования вещества», «Лаборатория новых магнитных материалов», «Лаборатория когерентно-оптических измерительных систем», лабораториях НОЦ «Функциональные наноматериалы», лабораториях НОЦ «Лазерные нанотехнологии и информационная биофизика».

Цель вступительных испытаний – определить готовность и возможность поступающего освоить магистерскую программу по указанному направлению подготовки: выявить степень сформированности системных знаний о тенденциях развития физики, уровень понимания специфики проектной, проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности в области физики, степень сформированности аналитических, коммуникативных и творческих навыков, необходимых для практической деятельности выпускника и его научно-исследовательской работы.

Задачи вступительных испытаний:

- выявить уровень знаний экзаменуемого о тенденциях развития физики;
- определить склонности экзаменуемого к проектной и научно-исследовательской деятельности;
- определить готовность и способность экзаменуемого к аналитической, коммуникативной и творческой деятельности в области физики.

Структура и формы проведения вступительных испытаний.

Вступительные испытания состоят из 2-х экзаменов.

Первый – экзамен **по иностранному языку** – проводится в форме тестирования, ориентированного на уровень А2 – В1. Вступительное испытание по иностранному языку оценивается по системе «зачтено», проводится централизованно по всем направлениям подготовки. Минимальный балл, соответствующий оценке «зачтено» – 50.

Второй – экзамен **по направлению подготовки** – проводится в письменной форме по билетам, включающим 2 вопроса. Максимальный балл

за ответ на оба вопроса – 100. Минимальный балл, соответствующий положительной оценке – 55. На подготовку ответа отводится 60 – 70 минут.

При ответе на вопросы поступающий должен продемонстрировать:

1. Правильность содержания, корректность формулировок.
2. Полнота содержания, наличие математических выкладок, графиков, схем, поясняющих суть явлений или принципы функционирования устройств.
3. Техническая грамотность.
4. Аргументированность.
5. Логичность и последовательность.

Максимальный балл за ответ на один вопрос – 50. Максимальный балл за ответ на два вопроса – 100. Развёрнутые критерии оценивания письменного ответа представлены в таблице 1.

На экзаменах запрещается использование технических устройств и печатных материалов. В противном случае, поступающий удаляется с экзамена, и ему выставяется 0 баллов.

Вопросы к экзамену по направлению подготовки

1. Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии. Их связь с однородностью и изотропностью пространства и однородностью времени.
2. Кинематика и динамика твердого тела. Тензор инерции. Момент инерции. Уравнения Эйлера.
3. Малые колебания системы материальных точек. Свободные колебания. Затухающие колебания.
4. Вынужденные колебания. Явление резонанса в механических системах и электрическом колебательном контуре.
5. Распределение молекул по скоростям.
6. Первое начало термодинамики. Тепловая машина Карно. Коэффициент полезного действия.
7. Равновесие фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
8. Фазовые переходы первого и второго рода. Исчезновение ферромагнетизма и сверхпроводимости при повышении температуры, как примеры фазовых переходов второго рода.
9. Объемная плотность и поток энергии электромагнитного поля. Условия на границе раздела двух сред.
10. Теорема Гаусса и ее применение к вычислению электрических полей простейших распределений плотности заряда. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков.
11. Электронные свойства полупроводников. Собственная и примесная проводимость. Акцепторные и донорные полупроводники.
12. Физические основы работы твердотельных электронных приборов, используемых в радиоэлектронной аппаратуре.

13. Типы сил связи в кристаллах: ионные, ковалентные, Ван-дер-Ваальсовы, металлические. Кристаллические структуры.
14. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна
15. Зонная модель твердого тела. Формирование энергетических зон и их заполнение электронами. Роль граничных условий. Энергия Ферми. Приближение сильно и слабо связанных электронов.
16. Электронный газ в металлах в приближении свободных электронов. Энергия Ферми и поверхность Ферми.
17. Адиабатическое и одноэлектронное приближение. Тепловые колебания кристаллических решеток Температура Дебая.
18. Квазичастицы в твердом теле (электроны, дырки, фононы, экситоны, и др.).
19. Дисперсионные зависимости для квазичастиц в твёрдом теле, эффективная масса электронов и дырок.
20. Система уравнений Максвелла для напряженности электрического и индукции магнитного полей в вакууме.
21. Волновое уравнение для электромагнитного поля в вакууме. Плоские монохроматические волны и их свойства.
22. Ковариантная формулировка уравнений Максвелла и динамические уравнения для потенциалов.
23. Выражения для напряженности электрического и индукции магнитного полей посредством скалярного и векторного потенциалов. Калибровочная инвариантность.
24. Основные уравнения электродинамики в веществе; взаимозависимость пространственного и временного изменения векторов напряженности электрического и магнитного полей.
25. Интерференция света: основные соотношения и характеристики интерференционного поля. Типы интерференционных полос.
26. Дифракция электромагнитных волн (приближения Гюйгенса-Френеля и Фраунгофера).
27. Распространения света в веществе: дисперсия, фазовая и групповая скорости, комплексный показатель преломления.
28. Оптические спектральные приборы (призмные, дифракционные, интерференционные) и их использование.
29. Оптические спектры атомов и молекул.
30. Принципы усиления и генерации оптического излучения. Среды с инверсной заселенностью
31. Особенности генерирования, излучения и приема оптических волн.
32. Основные задачи наноэлектроники. Физические основы работы активных квантовых приборов.
33. Рассеяние частиц неподвижным силовым центром. Дифференциальное сечение рассеяния.

34. Основные методы структурных исследований. Электронная микроскопия высокого разрешения. Дифракционные, рентгеновские методы исследования.
35. Преобразования Лоренца и их геометрическая интерпретация.
36. Взаимодействия элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.
37. Уравнение Ланжевена. Формула Эйнштейна для среднего квадрата смещения броуновской частицы.
38. Энергия связи. Синтез и деление ядер. Модели атомных ядер.
39. Физические величины и операторы. Состояние квантовой системы, чистое и смешанное.
40. Тожественные квантовые частицы. Принцип Паули, его точная и приближенная формулировка.
41. Волновая функция и её статистический смысл. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
42. Стационарные состояния свободной частицы и частицы в потенциальной яме. Туннельный эффект, надбарьерное отражение.
43. Эволюция системы во времени. Уравнение Шредингера и квантовое уравнение Лиувилля.
44. Обобщенные координаты. Функция Лагранжа. Принцип наименьшего действия.
45. Движение в центральном поле. Интегралы движения. Уравнение траектории.
46. Типы элементарных ячеек. Координационное число. Параметры кристаллических решеток.
47. Понятия кристаллических и аморфных тел. Ближний и дальний порядок. Пространственная кристаллическая решетка. Кристаллографическая система координат.
48. Дефекты кристаллических структур и их влияние на физические свойства вещества. Линейные топологические дефекты — дислокации.
49. Классификация кристаллов. Решетки Бравэ. Группы пространственной симметрии. Основные типы кристаллических решеток. Подразделение на сингонии.
50. Симметрия кристаллических структур. Геометрическая и точечная симметрии. Элементы точечной симметрии. Сингонии.
51. Основные контактные и поверхностные явления в твердом теле.
52. Основные методы квазичастичного описания конденсированных сред.
53. Основные экспериментальные методы изучения конденсированного состояния вещества.
54. Условие существования конденсированной системы. Энергия тепловых колебаний атомов в кристалле. Силы взаимодействия между атомами.
55. Основные понятия и практические приложения фотоники.
56. Кристаллографические плоскости. Закон рациональности Гаюи. Обратная решетка. Ретикулярная плотность.

57. Характеристики наноструктур различных типов. Полупроводниковые сверхрешетки, пористые слои, нанопроволоки и нанокристаллы.

58. Разновидности углеродных наноструктур: фуллерены, углеродные нанотрубки, наночастицы алмаза и графита.

59. Дифракция электронов, атомов, молекул и нейтронов.

60. Лабораторные приборы, используемые в области нанотехнологий. Сканирующие туннельный и атомный силовой микроскопы.

61. Основные понятия микро и нанoeлектроники. Особенности конструктивной, схемотехнической и функциональной интеграции микроэлементов.

62. Интегральная электроника и её основные направления: создание интегральных микросхем, функциональных интегральных узлов, оптоэлектронных устройств.

Таблица 1.

Критерии оценивания письменного ответа на экзамене по направлению подготовки

№	Критерий	Содержание ответа	Балл
1	Правильность содержания, корректность формулировок	ответ правильный, все формулировки корректны или есть незначительные погрешности в 1 – 2 формулировках	10 - 8
		ответ в целом правильный, но есть погрешности в 3 формулировках и/или есть 1 – 2 некорректные, двусмысленные, расплывчатые формулировки	7 - 5
		ответ в целом правильный, но есть погрешности в 4 и более формулировках и/или есть некорректные, двусмысленные, расплывчатые формулировки – 3 и более; или ответ неправильный	4 - 0
2	Полнота содержания, наличие математических выкладок, графиков, схем, поясняющих суть явлений или принципы функционирования устройств	ответ полный, представлены все необходимые математические выкладки и схемы	10 - 8
		ответ в целом полный, имеются 1 - 2 неточности в математических выкладках, графиках, схемах	7 - 5
		ответ в целом неполный, имеются 3 или более неточностей/ошибок в математических выкладках, графиках, схемах	4 - 0
3	Техническая грамотность	фактических неточностей и ошибок нет или допущена 1 фактическая неточность, не	10 - 8

		влияющая на общий смысл ответа	
		допущены 2 фактические неточности и/или 1 – 2 негрубые фактические ошибки и/или количество фактического материала недостаточно для оценивания ответа	7 - 5
		допущены 3 фактические неточности и/или 1 грубая фактическая ошибка и/или 3 негрубые фактические ошибки и/или фактический материал не представлен	4 - 0
4	Аргументированность	все утверждения обоснованы убедительными аргументами (приведено 3 – 4 аргумента), ошибок нет или допущена 1 незначительная погрешность в обосновании	10 - 8
		ответ в целом обоснован (приведено 2 – 3 убедительных аргументов), но допущены 2 погрешности и/или 1 – 2 негрубые ошибки в обосновании и/или приведено 2 неубедительных аргумента	7 - 5
		ответ слабо обоснован (приведён 1 убедительный аргумент) и/или допущены 3 погрешности и/или 3 негрубые ошибки и/или 1 грубая ошибка в обосновании и/или приведён 1 неубедительный аргумент или ответ не обоснован	4 - 0
5	Логичность и последовательность	ответ отличается строгой логичностью и последовательностью, нарушения и логические ошибки отсутствуют или допущено 1 незначительное отступление от сути вопроса	10 - 8
		ответ в целом логичен и последователен, но допущено 1 – 2 значительных отступления и/или 1 логическая ошибка	7 - 5
		ответ в целом логичен, но допущено 3 и более отступления и/или 2 (и более) логические ошибки или ответ непоследователен	4 - 0
Максимальный балл за ответ на один вопрос			50
Максимальный балл за ответ на два вопроса			100

Рекомендуемая литература

1. Тимофеев В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур. – М.: Физматлит, 2014. – ISBN 978-5-9221-1313-7.
2. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. – М.: Машиностроение, 2013. - ISBN 978-5-9221-1140-9
3. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2015.
4. В. А. Алешкевич, «Оптика: учеб. для вузов», М.: Физматлит, 2013. - 318 с.
5. Чаплыгин, Ю. А. Нанотехнологии в электронике / Ю. А. Чаплыгин. – М. : Техносфера, 2015. – 285 с.
6. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика: учеб. пособие/ Н. И. Калитеевский. - 4-е изд., стер.. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2016. - 466 с.
7. Фриш, С. Э. Курс общей физики: в 3 т. : учебник/ С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. - СПб. ; М. ; Краснодар: Лань. - (Классическая учебная литература по физике). - ISBN 978-5-8114-0662-3, Т. 3: Оптика. Атомная физика. - 8-е изд., стер.. - 2016. - 648 с.
8. Лапушонок, Л. Ю. Введение в квантовую механику: учеб. пособие/ Л. Ю. Лапушонок; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, фак. информ. технологий. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 2015. - 117 с. - ISBN 5-94356-282-6.
9. Фриш, С. Э.Фриш, С. Э. Курс общей физики: в 3 т. : учебник/ С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. - СПб. ; М. ; Краснодар: Лань. - (Классическая учебная литература по физике). - 11-е изд., стер. - 2016. - 470 с - ISBN 978-5-8114-0662-3.