



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
АКАДЕМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Ж.И. АЛФЕРОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор**

**по образовательной деятельности**



**М.В.Мишин**

**«11» сентября 2023г.**

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Научная специальность**

**1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики**

**ОТРАСЛЬ НАУКИ**

**Физико-математические**

**Санкт-Петербург  
2023 г.**

Разработчики программы:

к.ф.-м.н. Букатин А.Ю., к.ф.-м.н. Филатов Н.А.

## 1. Общие положения

1.1. Группа научных специальностей:

1.3 Физические науки

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

Физико-математические

Технические

Шифр научной специальности:

1.3.2 «Приборы и методы экспериментальной физики»

1.2. Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.2 «Приборы и методы экспериментальной физики» разработана в соответствии с:

- Федеральным законом Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральным законом Российской Федерации от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»;
- Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»;
- Приказом Минобрнауки России от 28.03.2014г. № 247 «Об утверждении порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня» (в ред. Приказа Минобрнауки России от 05.08.2021 №712);
- Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесение изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное Министерством образования и науки Российской Федерации от 10.11.2017г. № 1093»;
- Паспортом научной специальности 1.3.2 «Приборы и методы экспериментальной физики».

1.3. Программа кандидатского экзамена регламентирует цель, задачи, содержание, организацию кандидатского экзамена, порядок работы экзаменационной комиссии, порядок оценки уровня знаний и включает перечень тем и вопросов, выносимых на кандидатский экзамен.

1.4. Кандидатские экзамены представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата физико-математических или технических наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли наук, по которой подготавливается диссертация.

## **2. Цель проведения кандидатского экзамена**

Целью проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине является оценка степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по научной специальности 1.3.2 «Приборы и методы экспериментальной физики» и отрасли наук – физико-математические и/или технические, по которой подготавливается диссертация:

- проверка сформированности умений в области применения Естественные науки, использования междисциплинарных установок и общенаучных понятий в решении комплексных задач теории и практики в конкретно научной исследовательской деятельности;
- владение основными методами на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач в области физических дисциплин;
- получение практических навыков аргументации в обосновании научного статуса и актуальности конкретной исследовательской задачи, в работе с внеэмпирическими методами оценки выдвигаемых проблем и гипотез.

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для прохождения промежуточной и государственной итоговой аттестации/итоговой аттестации, для присуждения ученой степени кандидата наук.

## **3. Задачи, решаемые в ходе сдачи кандидатского экзамена**

В ходе сдачи кандидатского экзамена необходимо оценить:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области естественных наук.

#### **4. Структура и содержание кандидатского экзамена**

4.1. Кандидатский экзамен по специальной дисциплине 1.3.2 «Приборы и методы экспериментальной физики» проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет включает в себя два вопроса.

Продолжительность устного ответа на экзамене – 20 минут, время на подготовку к ответу на экзаменационный билет – 15 мин.

4.2. Комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принять экзамен, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом по установленной Университетом форме.

4.3. Университет вправе применять дистанционные образовательные технологии при проведении кандидатского экзамена.

При проведении кандидатского экзамена с применением дистанционных образовательных технологий Академический университет обеспечивает идентификацию личности аспиранта /прикрепленного лица.

#### **5. Перечень тем, вынесенных на кандидатский экзамен**

**Тема 1. Принципы действия полупроводниковых приборов**

**Тема 2. Вакуумные оборудование и приборы**

**Тема 3. Электронный микроскоп.**

**Тема 4. Оптическая микроскопия**

**Тема 5. Атомно-силовая микроскопия**

**Тема 6. Методы микрофлюидных технологий.**

**Тема 7. Основные принципы современной масс-спектрометрии.**

**Тема 8. Рентгеноструктурный дифракционный анализ.**

**Тема 9. Интерферометрия**

**Тема 10. Лазеры как источники света для спектроскопии.**

#### **6. Перечень вопросов для проведения кандидатского экзамена**

**Тема 1. Принципы действия полупроводниковых приборов**

Вольтамперная характеристика  $p$ - $n$  перехода. Биполярные и полевые транзисторы. Приборы с использованием  $p$ - $n$  переходов. Фотоэлементы и фотодиоды. Фотоэлектрические преобразователи, КПД преобразования. Шумы в полупроводниковых приборах.

**Тема 2. Вакуумные оборудование и приборы**

Механические и Турбомолекулярные вакуумные насосы. Криогенные вакуумные насосы. Термопарные, ионизационные вакуумметры. Газоанализаторы. Течеискание.

### **Тема 3. Электронный микроскоп.**

Устройство и принцип работы электронного микроскопа. Детекторы вторичных сигналов. Взаимодействие электронного пучка с веществом. Механизм формирования изображения. Подготовка объектов для исследования

### **Тема 4. Оптическая микроскопия**

Устройство и принцип работы оптического микроскопа. Флуоресцентная и конфокальная микроскопия. Методы пробоподготовки для оптической микроскопии. Сверхвысокоразрешающая оптическая микроскопия.

### **Тема 5. Атомно-силовая микроскопия**

Основной физический принцип работы атомно-силовой микроскопии. Измерение вольтамперных характеристик, ток-высотных характеристик и работы выхода. Сканирующая ёмкостная микроскопия. Микроскопия электростатических сил, магнитно-силовая микроскопия. Зондовое наноиндентирование, адгезионные зондовые измерения. Сканирующая микроскопия теплопроводности.

### **Тема 6. Методы микрофлюидных технологий.**

Теоретические основы микрофлюидики. Методы и технологии изготовления микрофлюидных чипов. Устройство микрофлюидных чипов, их применение. Методы управления жидкостью в микрофлюидном чипе. Способы измерения характеристик жидкости, детектирование отдельных компонентов.

### **Тема 7. Основные принципы современной масс-спектрометрии.**

Принцип работы. Способы ионизации молекул. Способы разделения ионов. Способы детектирования.

### **Тема 8. Рентгеноструктурный дифракционный анализ.**

Генерация излучения в рентгеновской трубке. Рассеяние рентгеновских лучей на кристалле. Формула Вульфа – Брегга. Приборы рентгеновской дифрактометрии, способы получения дифракционной картины.

### **Тема 9. Интерферометрия**

Основной физический принцип интерферометрии. Устройство интерферометра Майкельсона. Применение интерферометров в исследованиях.

### **Тема 10. Лазеры как источники света для спектроскопии.**

Преимущества использования лазеров в спектроскопии. Перестраиваемые инфракрасные лазеры. Лазеры на красителях. Эксимерные лазеры. Внутريدоплеровская лазерная спектроскопия высокого разрешения. Лазерная спектроскопия на атомных и молекулярных пучках. Применения лазерной спектроскопии.

## **7. Порядок оценки уровня знаний**

7.1. Оценка уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук определяется экзаменационной комиссией по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

7.2. При оценке знаний и уровня подготовки экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена определяет:

- уровень освоения материала, предусмотренного программой кандидатского экзамена;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

7.3. Общими критериями, определяющими оценку за кандидатский экзамен, являются:

- для оценки «отлично»: наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;
- для оценки «хорошо»: наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов;
- для оценки «удовлетворительно»: наличие твердых знаний программного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов;
- для оценки «неудовлетворительно»: наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные вопросы.

## **8. Методические указания по подготовке к сдаче кандидатского экзамена**

8.1 При подготовке к кандидатскому экзамену рекомендуется:

- внимательно прочесть источники в списке рекомендуемой литературы и проанализировать информацию;
- сделать выписки (конспект) необходимой информации в соответствии с темами и перечнем вопросов;
- систематизировать и классифицировать полученные данные по тематическим разделам и вопросам;

- составить рабочие записи – ключевые опорные пункты в соответствии с логикой ответа на экзаменационные вопросы;
- подобрать необходимую иллюстрированную информацию по содержанию ответа.

## **9. Перечень рекомендуемой литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

### **Основная литература:**

1. Микрофлюидные системы для химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова и др. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 528 с.
2. А. А. Евстапов, А. Л. Буляница Нанотехнологии в биологии и медицине. Микрофлюидика: курс лекций // Красноярск: СФУ, 2015. – 133 с.
3. Микрофлюидные технологии биологического анализа природных и промышленных вод, под редакцией П.И. Белоброва и А.А. Евстапова, Издательство СО РАН, г. Новосибирск, 2017. – 176 с.
4. Henrik Bruus Theoretical microfluidics, Oxford University Press, 2008 – p. 346
5. Wei-Cheng Tian, Erin Finehout Microfluidics for Biological Applications, Springer, 2008.
6. В. Демтредер «Лазерная спектроскопия» М., Наука, 1985.
7. «Практическая растровая электронная микроскопия» под ред. Дж. Гоулдстейна и Х.Яковица. М., Мир, 1978.
8. Ландсберг Г.С. Оптика. М. ФИЗМАТЛИТ, 2003.

### **Дополнительная литература:**

1. Patrick Tabeling Introduction to microfluidics, Oxford university press, 2005
2. Yujun Song, Daojian Cheng, Liang Zhao Microfluidics: Fundamentals, Devices, and Applications, Wiley-VCH, 2018.
3. Brian Kirby Micro- and Nanoscale Fluid Mechanics: Transport in Microfluidic Devices, Cambridge University Press, 2010.
4. Ashim Datta, Vineet Rakesh. An Introduction to Modeling of Transport Processes Applications to Biomedical Systems, Cambridge University Press, 2010
5. J. Paul Robinson, Andrea Cossarizza Single Cell Analysis: Contemporary Research and Clinical Applications (Series in BioEngineering), Springer, 2017