

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«МЭИ»**

«Утверждаю»

Проректор по научной работе

В.К. Драгунов /



22 декабря 2017 г.

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Основная образовательная программа аспирантов

по направлению 16.06.01 Физико-технические науки и технологии

направленность 01.04.10 Физика полупроводников

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Москва 2017

## 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 **16.06.01 Физико-технические науки и технологии, направленность 01.04.10 Физика полупроводников.**

Задачами ГИА являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и ООП НИУ «МЭИ».

### **Универсальных компетенций:**

способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование 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 следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

### **Общепрофессиональных компетенций:**

- ✓ способность критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ОПК-1);
- ✓ способность владеть приемами и методами работы с персоналом, навыками организации научного коллектива, методами оценки качества и результативности труда, способностью оценивать затраты и результаты деятельности научно-производственного коллектива (ОПК-2);
- ✓ способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ОПК-3);
- ✓ способность участвовать в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса (ОПК-4);
- ✓ готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5).

### **Профессиональных компетенций:**

- ✓ владение разделами физики полупроводников, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (ПК-1);
- ✓ способность анализировать состояние научной проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-2);
- ✓ способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики полупроводников и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-3);
- ✓ способность публично и методически грамотно излагать результаты своих исследований (ПК-4).

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 НИУ «МЭИ» по направлению **16.06.01 Физико-технические науки и технологии**, направленность **01.04.10 Физика полупроводников** проводится в форме (и в указанной последовательности):

- государственного экзамена;
- научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной 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 программе аспирантуры.

### Программа итогового государственного экзамена

Государственный экзамен проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа, в котором аспирант должен продемонстрировать свои исследовательские и педагогические компетенции, приобретенные за время обучения в аспирантуре. Время на выполнение экзаменационного подготовку ответа – 60 минут.

### Состав учебных дисциплин, включенных в программу государственного экзамена:

1. Физика полупроводников.
2. Физика кристаллических и неупорядоченных полупроводников.
3. Физика полупроводниковых структур пониженной размерности и сверхрешеток.
3. Кристаллография и физическая химия полупроводников.
4. Физика полупроводниковых приборов и интегральных схем.
5. Контактные явления в полупроводниках.
6. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.
7. Особенности технологии наноструктурированных полупроводников.
8. Физика МДП структур и приборов на их основе.

### Примерный перечень экзаменационных билетов:

#### Билет № 1

1. Механизмы переноса носителей заряда. Прыжковая проводимость. Закон Мотта.
2. Шумы в полупроводниковых приборах.
3. Написать уравнение электронейтральности для легированного полупроводника и вычислить концентрацию свободных носителей заряда.

#### Билет № 2

1. Газовые сенсоры на основе тонких полупроводниковых пленок.
2. Эффект Бурштейна-Мосса и его влияние на характеристики фотоприемников.
3. Показать температурную зависимость процессов рассеяния и вычислить величину подвижности носителей заряда в конкретном полупроводнике.

#### Билет № 3

1. Энергетическая диаграмма структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП).
2. Типы оптического поглощения. Обзор. Коэффициент поглощения. Его величина и характер температурной зависимости
3. Проанализировать типы рекомбинации неравновесных носителей заряда.

### **Требования и критерии оценивания ответов итогового государственного экзамена**

1. В процессе государственного экзамена 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 поставленный вопрос по существу.

3. Критерии выставления оценки на экзамене:

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется аспиранту, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка «ХОРОШО» выставляется аспиранту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется аспиранту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но наметил правильный путь его выполнения.

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется аспиранту, который:

а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог наметить правильный путь решения практического задания из билета;

б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

**Данные критерии указаны Инструктивном письмом И-23 от 14 мая 2012 г.**

#### **Представление научного доклада**

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

Требования к выпускной квалификационной работе определяются федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **16.06.01 Физико-технические науки и технологии**, направленность **01.04.10 Физика полупроводников**, (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

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 согласно п. 15 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2012 г. № 842.

Результаты представления научного доклада по выполненной научно-квалификационной работе определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется за научный доклад, позволяющий сделать вывод о полном соответствии научно-квалификационной работы квалификационным требованиям к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, которая может быть рекомендована к защите с учетом незначительных высказанных замечаний и пожеланий.

Оценка «ХОРОШО» выставляется за научный доклад, позволяющий сделать вывод о соответствии в целом научно-квалификационной работы квалификационным требованиям к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук при наличии несущественных

неточностей, которая может быть рекомендована к защите после доработки некоторых ее частей с учетом высказанных замечаний.

Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется за научный доклад, позволяющий сделать вывод о том, что научно-квалификационная работа в основном носит заверченный характер, однако к содержанию работы имеются замечания, которые не позволяют признать ее соответствующей квалификационным требованиям к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук и поэтому не может быть рекомендована к защите без существенной доработки и повторного представления научного доклада.

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется за научный доклад, представляющий научно-квалификационную работу, не соответствующую большинству квалификационных требований к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС по направлению Физико-технические науки и технологии, Положением о государственной итоговой аттестации НИУ «МЭИ» и Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 марта 2016 г. № 227.

### **3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

#### **Основная литература:**

1. Шалимова К.В. /Физика полупроводников. СПб.: издательство Лань. 2010. 384 с. ISBN 978-5-8114-09228-8.

2. Попов А.И. Физика и технология неупорядоченных полупроводников. Учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. ISBN 978-5-383-00231-5.

3. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. СПб.: изд-во Лань., 2008., 615 с. ISBN 978-5-8114-0762-0.

4. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учебное пособие для вузов по направлению 210100 "Электроника и микроэлектроника" / В. И. Старосельский . – М. : Юрайт, 2011 . – 463 с. – (Основы наук) . - ISBN 978-5-9916-0808-4.

5. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. СПб.: Издательство «Лань», 2008. ISBN: 978-5-8114-0766-8.

6. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие; под общ. ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: Бином. Лаборатория знаний. 2008. – 431 с. ISBN 978-5-94774-727-0.

7. Нанoeлектроника: теория и практика: учебник/ В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, А.Л. Данилюк, Е.А. Уткина. – 2-ое изд. перераб., и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 . – 366 с.:ил. – (Учебник для высшей школы). [http://www.vixri.com/d3/Borisenko%20V.I.%20%20\\_NANOELEKTRONIKA%20teorija%20i%20praktika.pdf](http://www.vixri.com/d3/Borisenko%20V.I.%20%20_NANOELEKTRONIKA%20teorija%20i%20praktika.pdf) в свободном доступе.

#### **Дополнительная литература:**

1. Sze S.M., Kwok Kwok Ng. Physics of semiconductor devices John Wiley and Sons, 2007 – 815 p.

2. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников изд. СПб. : изд-во Лань., 2008., 615 с. ISBN 978-5-8114-0762-0.

3. Popov A. Disordered Semiconductors: Physics and Applications. Textbook. – Pan Stanford Publishing, 2011. ISBN 978-981-4241-76-2, 978-981-4241-82-3.

4. Шука А.А. Нанoeлектроника. – М. Физматкнига, 2007. – 464 с. ISBN 978-5-89155-163-8. ISBN 978-5-89155-163-3.

5. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 488 с. ISBN 978-5-9221- 0995-6.

6. Гуртов В.А. Твердотельная электроника : учеб. пособие / В. А. Гуртов. - 3-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2008. - 512 с. - ISBN 978-5-94836187-1.

7. Таперо К.И. Основы радиационной стойкости изделий электронной техники космического применения. Радиационные эффекты в кремниевых интегральных схемах космического применения. Курс лекций. 2011. ISBN 978-5-87623-415-5.

8. Таперо К.И. Радиационные эффекты в кремниевых интегральных схемах космического применения / К.И. Таперо, В.Н. Улимов, А.М. Членов. - Москва : Бином. Лаборатория знаний,

#### 4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Комплект учебно-методических документов, определяющих содержание и методы реализации процесса обучения в аспирантуре, включающий в себя: учебный план, рабочие программы дисциплин (модулей), программы практики, обеспечивающих реализацию соответствующей образовательной технологии, а также программы вступительных испытаний, кандидатских экзаменов – доступен для профессорско-преподавательского состава и аспирантов.

Образовательный процесс на 100% обеспечен учебно-методической документацией, используемой в образовательном процессе.

Национальный исследовательский университет «МЭИ» обеспечивает каждого аспиранта основной учебной и учебно-методической литературой, необходимой для успешного освоения образовательной программы по направлению подготовки **16.06.01 Физико-технические науки и технологии**, направленность **01.04.10 Физика полупроводников**. Собственная библиотека университета удовлетворяет требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения. Реализация программы аспирантуры обеспечивается доступом каждого аспиранта к фондам собственной библиотеки, электронно-библиотечной системе, а также наглядным пособиям, мультимедийным, аудио-, видеоматериалам.

Кафедры, обеспечивающие учебный процесс по направлению подготовки **16.06.01 Физико-технические науки и технологии**, направленность **01.04.10 Физика полупроводников**, располагают материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, включает в себя лабораторное оборудование для обеспечения дисциплин, научно-исследовательской работы и практик. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Подготовка аспирантов обеспечена современной материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы (аудитории для семинарских занятий; аудитории для дискуссий и коллоквиумов). Аудитории оснащены различной аппаратурой для демонстрации иллюстративного материала); проведение семинарских занятий, выполнение исследований по профильным дисциплинам.

Использование мультимедийного оборудования в процессе проведения лекций и семинаров – компьютерные классы с выходом в интернет, оснащенные 20 персональными компьютерами, связанные с общеуниверситетским сервером, принтерами и сканерами.