

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по МДРМ МИЭТ



Д.Г. Коваленко

«30» октября 2020 г.

Программа вступительных испытаний
по приему в магистратуру в 2021 году
Кафедры квантовой физики и наноэлектроники
по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
по образовательной программе «Элементная база наноэлектроники»

Москва 2020 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» (уровень магистратуры) утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 959.

1.2. Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры, включает:

- 01 Образование и наука (в сфере научных исследований);
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере эксплуатации электронных средств);

1.3. Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу магистратуры:

- научно-исследовательская;
- научно-педагогическая.

При разработке и реализации программы магистратуры МИЭТ ориентируется на конкретный виды профессиональной деятельности, к которым готовится магистр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации.

1.4. Поступающий должен предоставить в установленные Университетом сроки комплект документов, определенный Правилами приема в магистратуру МИЭТ, подтверждение индивидуальных достижений и пройти вступительное испытание для выявления уровня подготовки

1.5. Прием на магистерскую программу «Элементная база наноэлектроники» осуществляется путем конкурсного отбора по результатам вступительных испытаний – собеседования по профилю образовательной программы и учёта индивидуальных достижений

1.6. Максимальное количество баллов, набранных по совокупности результатов вступительных испытаний и учёта индивидуальных достижений – 100 баллов.

1.7. Максимальное количество баллов, которое можно получить по результатам собеседования – 75 баллов.

1.8. Общая сумма баллов за индивидуальные достижения не может превышать 100 баллов. Баллы добавляются в соответствии с таблицей п. 2 программы вступительных испытаний.

1.9. Индивидуальные достижения могут быть учтены только один раз.

1.10. Добавление баллов за каждое из индивидуальных достижений проводится только при представлении подтверждающих документов

1.11. Поступающий, предоставивший хотя бы одно индивидуальное достижение, обладает преимущественным правом зачисления при равенстве суммы конкурсных баллов

1.12. Минимальное количество баллов за собеседование, позволяющее поступающему участвовать в конкурсе – 25 баллов

1.13. Доклады на онлайн-конференциях и заочных конференциях не являются учитываемыми индивидуальными достижениями.

2. УЧЕТ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ

2.1. В соответствии с правилами приема в магистратуру при поступлении на образовательную программу кафедры «Квантовой физики и наноэлектроники» по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» установлено максимальное количество баллов за каждое индивидуальное достижение (ИД):

№ п/п	Наименование индивидуального достижения	Максимальный балл за ИД	Документы для подтверждения наличия ИД
1.	Диплом о высшем образовании с отличием	10 баллов	Копия (или подлинник) диплома
2.	Победитель Конкурса творческих и проектных работ по профилю образовательной программы «Элементная база наноэлектроники»	100	Диплом победителя
3.	Призер Конкурса творческих и проектных работ по профилю образовательной программы «Элементная база наноэлектроники»	75	Диплом призера
4.	Победитель Международного или Всероссийского конкурса (выставки) научных и творческих работ, Международной или Всероссийской студенческой олимпиады (чемпионата) по профилю образовательной программы «Элементная база наноэлектроники»: - проводимая МИЭТ научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика»; - олимпиада «Я – профессионал»; - конкурс коммерчески ориентированных научно-технических проектов молодых исследователей «Умник»	100	Диплом победителя
5.	Призер или лауреат Международного или Всероссийского конкурса (выставки) научных и творческих работ, Международной или Всероссийской студенческой олимпиады (чемпионата) по профилю образовательной программы «Элементная база наноэлектроники»: - проводимая МИЭТ научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика»; - олимпиада «Я – профессионал»; - конкурс коммерчески ориентированных научно-технических проектов молодых исследователей «Умник»	75	Диплом призера или лауреата

6.	<p>Наличие научных публикаций по тематике направлений подготовки или РИД (патент на изобретение или полезную модель, свидетельство о регистрации топологии ИМС или базы данных) в соответствии с Программой вступительных испытаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физический журнал, индексируемый системой Web of Science или Scopus и входящих в 1-ый или 2-ой квартили - физический журнал, индексируемый системой Web of Science или Scopus и входящих в 3-ий или 4-ый квартили - журнал, входящий в перечень ВАК. - неиндексируемый журнал, входящий в РИНЦ - патент на изобретение или полезную модель, свидетельство о государственной регистрации топологии ИМС или базы данных - заявка на изобретение или полезную модель, заявка на регистрацию топологии ИМС или базы данных 	<p>до 10 баллов</p> <p>10 баллов</p> <p>7 баллов</p> <p>4 балла</p> <p>2 балла</p> <p>5 баллов</p> <p>2 балла</p>	<p>Ксерокопия (титальный лист, оглавление, текст публикации или РИД, выходные данные)</p>
7.	<p>Участие в Международном или Всероссийском конкурсе (выставке) научных и творческих работ, Международной или Всероссийской студенческой олимпиаде (чемпионате) по профилю магистратуры</p>	<p>до 10 баллов (по 2 балла за одно мероприятие)</p>	<p>Сертификат участника</p>
8.	<p>Наличие диплома или сертификата о дополнительном образовании (включая онлайн-курсы) в области наноэлектроники, а также одного из сертификатов сдачи экзамена по иностранному языку TOEFL, IELTS, FSE, CAE, CPE</p>	<p>до 10 баллов (по 5 баллов за сертификат)</p>	<p>Диплом или сертификат</p>

3. ПОРЯДОК И РЕГЛАМЕНТ ПРОВЕДЕНИЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

3.1. Вступительные испытания проводятся в соответствии с расписанием, утвержденным Приёмной комиссией МИЭТ.

3.2. Вступительные испытания в магистратуру проводятся в форме собеседования с обсуждением различных разделов квантовой механики, физики твёрдого тела, физики полупроводниковых приборов, нанометрологии, полупроводниковой технологии в соответствии с программой вступительных испытаний. Во время собеседования экзаменационная комиссия задаёт три вопроса по различным дисциплинам. Не допускается задавать два и более вопросов, относящихся к одной и той же дисциплине.

3.3. Вступительные испытания с использованием дистанционных технологий не проводятся.

3.4. Вопросы выдаются в начале собеседования. Замена вопросов не допускается. Длительность подготовки ответов не должна превышать одного академического часа. Во время подготовки, с разрешения экзаменационной комиссии, абитуриенты имеют право пользоваться любыми печатными и электронными источниками информации. Использование мобильных телефонов и иных средств связи не допускается. Абитуриент вправе отвечать на вопросы без подготовки.

3.5. Ответ абитуриента на все вопросы производится устно в форме выступления перед экзаменационной комиссией в течении 10-15 минут. По решению экзаменационной комиссии ответ абитуриента на каждый вопрос может заслушиваться отдельными представителями или группами представителей экзаменационной комиссии.

3.6. По решению экзаменационной комиссии абитуриенту могут быть заданы дополнительные и уточняющие вопросы, относящиеся к дисциплинам, входящим в Программу вступительных испытаний.

3.7. Во время ответа на основные и дополнительные вопросы абитуриент имеет право пользоваться только своими записями, созданными во время подготовки

3.8. По результатам проведения вступительных испытаний каждый абитуриент должен получить оценку. Все вступительные испытания, оцениваются по 75-балльной шкале, при которой оценка от 1 до 20 баллов считается неудовлетворительной. Максимальная оценка за ответ на один вопрос составляет 25 баллов. Ответы на дополнительные и уточняющие вопросы отдельно не оцениваются.

3.9. Итоговая оценка абитуриента определяется коллегиально членами экзаменационной комиссии на основании голосования простым большинством. При равном числе голосов голос председателя является решающим.

3.10. Результаты проведения вступительных испытаний оглашаются в день проведения после окончания мероприятия

3.11. Результаты проведения вступительных испытаний оформляются в виде отдельных протоколов экзаменационной комиссии на каждого абитуриента.

3.12. Поступающие, получившие во время вступительных испытаний оценку «неудовлетворительно» или не явившиеся на вступительные испытания без уважительной причины, не допускаются к участию в конкурсе для поступления на образовательную программу магистратуры.

3.13. Поступающие, не прошедшие вступительное испытание по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально), допускаются к нему индивидуально в период до их полного завершения.

3.14. По результатам вступительного испытания поступающий имеет право подать в апелляционную комиссию письменное апелляционное заявление о нарушении, по его мнению, установленного порядка проведения испытания и (или) несогласии с результатами испытания.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ПО ОСНОВНЫМ УЧЕБНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

4.1. Квантовая теория и статистическая физика

Постулаты и принципы квантовой механики. Волновая функция и ее свойства. Операторы в квантовой механике. Уравнение Шредингера. Принцип неопределенности. Спин. Фермионы и бозоны, влияние спина на статистические свойства систем квантовых частиц. Микроканонический ансамбль. Термодинамический вес. Статистическая сумма. Каноническое распределение Гиббса. Большое каноническое распределение Гиббса. Частные случаи большого канонического распределения: распределения Максвелла, Больцмана, Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна. Квантовый электронный газ.

4.2. Физика конденсированного состояния.

Симметрия кристаллов. Обратная решетка. Энергетический спектр носителей заряда в кристаллах, неупорядоченных и аморфных полупроводниках. Решение уравнения Шредингера в периодическом потенциале, метод эффективной массы. Статистика и концентрация носителей заряда в полупроводниках. Фононы. Кинетическое уравнение Больцмана. Уравнение непрерывности. Время максвелловской релаксации. Рекомбинация. Квазиуровни Ферми. Дебаевская длина экранирования. Эффект поля. Поверхностные состояния. Пироэлектричество и сегнетоэлектричество. Механизмы поляризации твердых тел. Ферро- и антиферромагнетизм. Магнитные моменты и их взаимодействие в твердых тела. Домены. Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера и квантование потока. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона в сверхпроводниках.

4.3. Низкоразмерные квантовые структуры и физические основы наноэлектроники.

Основные элементы полупроводниковых гетероструктур (квантовые ямы, проволоки и точки) и методы их получения. Размерное квантование. Эффект Боме-Аронова. Квантование проводимости в квазиодномерных проводниках. Квантовый целочисленный и дробный эффекты Холла (дробные заряды и промежуточная статистика). Резонансное туннелирование и туннельно-резонансные диоды. Биполярные гетеротранзисторы. Селективное легирование и полевые транзисторы на высокоподвижных электронах. Гетероструктуры как элементы оптоэлектроники. Лазеры на квантовых ямах и точках. Униполярные лазеры. Сверхрешетки и блоховские осцилляции. Магнитные сверхрешетки и гигантское магнетосопротивление. Сверхпроводящий квантовый интерферометр (СКВИД). Одноэлектроника, кулоновская блокада туннелирования. Одноэлектронный транзистор.

4.4. Методы измерения.

Основные проблемы измерения параметров элементов микро- и наноэлектроники. Методы измерения удельного сопротивления. Методы определения статистических параметров носителей заряда в полупроводнике: концентрация, время жизни. Методы вольтфарадных характеристик и лавинной инжекции для измерения параметров МДП структуры. Методы определения состава и измерения толщин полупроводниковых и

диэлектрических слоев: эллипсометрия, профилометрия, Оже-спектроскопия. Механизмы и физические эффекты, ограничивающие точность измерений. Основные методы статистической обработки результатов измерений.

4.5. Спецразделы математического анализа и элементы теории поля.

Разложение в интеграл Фурье как метод решения уравнений в частных производных. Электромагнитное поле в вакууме, уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Модель сплошной среды. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в среде. Дисперсионное уравнение. Функция комплексной переменной: определение, аналитичность, дифференцирование, интегрирование. Основные элементарные функции комплексной переменной: e^z , $\sin(z)$ и др. Методы решения однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Случайные величины: основные понятия; функция распределения случайной величины, ее свойства. Числовые характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия и т. д. Основные понятия математической статистики: выборка, выборочные моменты, гистограмма, эмпирическая функция распределения. Проверка гипотез о законе распределения. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.

4.6. Основы полупроводниковой технологии.

Основные методы выращивания монокристаллов полупроводников и эпитаксиальных структур. Оборудование и методы нанесения вещества в вакууме из молекулярных пучков. Основные технологические операции при изготовлении полупроводниковых приборов: напыление металла, фотолитография, плазмохимическое и ионное травление, легирование. Способы стабилизации и защиты поверхности структур. Элементарный технологический маршрут изготовления полевого и биполярного транзисторов. Способы изготовления конденсаторов и резисторов методами современной интегральной технологии.

4.7. Физика полупроводниковых приборов.

Физические и химические свойства, особенности зонной структуры кремния, германия, GaAs и GaN. Диффузионно-дрейфовая модель – уравнения для анализа полупроводниковых приборов. ВАХ идеализированного и реального полупроводниковых диодов. Эквивалентная схема диода. Идеализированная модель МДП-транзистора. ВАХ реального МДП-транзистора в случае короткого и длинного каналов. Эквивалентные схемы МДП-транзистора. Статические характеристики биполярного транзистора. Эквивалентная схема и ВАХ реального биполярного транзистора. Контакт металл-полупроводник.

Список рекомендуемых источников:

1. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Квантовая механика (нерелятивистская теория). — Издание 6-е, исправленное. — М.: Физматлит, 2004. — 800 с. — («Теоретическая физика», том III).
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. Часть 1. — Издание 6-е. — М.: Физматлит, 2010. — 616 с. — («Теоретическая физика», том V).
3. П. Ю, М. Кардона, Основы физики полупроводников, 3-е изд., испр. и доп., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002
4. Ч. Киттель, Введение в физику твердого тела, М.: Наука, 1978.
5. В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин, Нанoeлектроника в 2 ч., 3-е изд., М.: Юрайт, 2017.
6. А.А. Щука, Нанoeлектроника, М.: Юрайт, 2017, 298 с.
7. Е.С. Анфалова, Методы измерения параметров полупроводников и полупроводниковых структур. Учебное пособие. Москва 2005.
8. Э.А. Ильичев, Метрология в экспериментальной физике. М.: МИЭТ, 2007. 212 с.
9. Г.Корн, Т.Корн, Справочник по математике для научных работников и инженеров: Определения, теоремы, формулы. СПб., Лань, 2003.
10. М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева, Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. Часть 1. 2-е изд. (эл.). М.: Изд «БИНОМ. Лаборатория знаний» 2012. 397с.
11. М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.Г. Путря, В.И. Шевяков, Технология, конструкции методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. Часть 2. 2-е изд. (эл.). М.: Изд «БИНОМ. Лаборатория знаний» 2012. 422с.
12. В.И. Старосельский, Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники. М.: Высшее образование. Юрайт-Издат, 2009.

5. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Оценки от 20 до 25 баллов заслуживает абитуриент, в ответе которого приводятся полные сведения по заданному вопросу, демонстрируется всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, материал изложен логично, последовательно и не требует дополнительных пояснений, даются ответы на все вопросы членов экзаменационной комиссии. Как правило, оценка от 20 до 25 баллов выставляется абитуриентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий, проявивших творческие способности в понимании, изложении и использовании имеющихся знаний.

Оценки от 15 до 20 баллов заслуживает абитуриент, в ответе которого приводятся основные сведения по заданному вопросу, демонстрируются полные знания учебно-программного материала, ответ сформулирован с незначительными ошибками или неточностями. Как правило, оценка от 15 до 20 выставляется абитуриентам, показавшим систематический характер знаний и способных к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учёбы в магистратуре.

Оценки от 10 до 15 баллов заслуживает абитуриент, в ответе которого приводятся скудные сведения по заданному вопросу, демонстрируются слабые знания учебно-программного материала, но в объеме, достаточном для дальнейшей учебы в магистратуре, имеются затруднения с ответами на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Как правило, оценка от 10 до 15 баллов выставляется абитуриентам, допустившим погрешности в ответе, но обладающих необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценки до 10 баллов заслуживает абитуриент, в ответе которого приводятся скудные сведения по заданному вопросу, демонстрируются существенные пробелы в знаниях, допущены принципиальные ошибки в ответе, абитуриент не может разъяснить сути содержания того, что он представил в качестве ответа на вопрос, не даются ответы на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Зав. кафедрой КФН _____ А.А. Горбацевич

Руководитель магистерской программы _____ А.А. Горбацевич

«___» _____ 2020 г.