

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет радиофизики и компьютерных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
интернационализации образования



К.В. Козадаев

29 марта 2023 г.

Регистрационный № 250-ВМ

Программа вступительных испытаний
при поступлении для получения углубленного высшего образования

Специальности:

7-06-0533 03 Радиофизика и информационные технологии,

7-06-0533 09 Аэрокосмические технологии

Минск, 2023 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Афоненко А.А. – заведующий кафедрой квантовой радиофизики и оптоэлектроники, доктор физико-математических наук, профессор;

Демидчик В.И. – доцент кафедры радиофизики и цифровых медиа технологий, кандидат технических наук, доцент;

Людчик О.Р. – зам. декана по учебно-воспитательной работе, кандидат физико-математических наук, доцент;

Семенчик В.Г. – доцент кафедры радиофизики и цифровых медиа технологий, кандидат физико-математических наук, доцент;

Штукатер Д.С. – старший преподаватель кафедры интеллектуальных систем;

РАСМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Учебно-методической комиссией факультета радиофизики и компьютерных технологий

Протокол от 14.03.2023 № 8

Председатель комиссии  Д.С. Штукатер

Советом факультета

Протокол от 28.03.2023 № 8

Председатель Совета  Д.В. Ушаков

Ответственный за редакцию  Д.С. Штукатер

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания по специальности 7-06-0533 03 Радиофизика и информационные технологии и 7-06-0533 09 Аэрокосмические технологии и методические рекомендации составлены с учётом требований к вступительным испытаниям, установленных Министерством образования Республики Беларусь.

Целью вступительного испытания является выявление компетенций специалиста, т. е. теоретических знаний, необходимых для успешно освоения образовательной программы углубленного высшего образования.

Задачи вступительного испытания:

- 1) определение глубины и полноты знаний по радиофизике и компьютерным технологиям;
- 2) выявление способности самостоятельно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях радиофизики и информатики;
- 3) определение способности точно оперировать научной терминологией.

Требования к уровню подготовки поступающих

Для обучения по образовательным программам углубленного высшего образования принимаются лица, имеющие высшее образование.

Программа вступительного испытания направлена на подтверждение наличия необходимых для успешного освоения образовательной программы углубленного высшего образования следующих компетенций:

академические:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

социально-личностные:

- обладать качествами гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- владеть навыками безопасной жизнедеятельности;
- быть способным к критике и самокритике;
- уметь работать в команде.

профессиональные:

- применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы;
- разрабатывать новые технологии и осуществлять оценку проектных и технологических решений с учетом принципов рационального природопользования и конъюнктуры рынка;
- осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров оборудования и технологических процессов, эффективности разрабатываемых технологий;
- реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности;
- определять цели инноваций и способы их достижения, применять методы анализа и организации внедрения инноваций в научно-технической, производственной и научно-педагогической деятельности.

Содержание программы носит комплексный и междисциплинарный характер и ориентировано на выявление у поступающих общепрофессиональных и специальных знаний.

Поступающий в магистратуру по специальности 7-06-0533 03 Радиофизика и информационные технологии и 7-06-0533 09 Аэрокосмические технологии должен:

знать:

- основные общие методы исследования колебательных и волновых процессов;
- методы дискретизации и квантования сигналов; факторы, определяющие информационные свойства системы; основные классы и методы построения помехоустойчивых кодов;
- основные физические процессы, протекающие в полупроводниках; физические процессы, связанные с распределением и переносом носителей заряда в полупроводниковых структурах и приборах; принципы работы основных полупроводниковых приборов;
- физические явления, лежащие в основе информационных операций с фотонными и электронными коллективами; функциональные возможности и элементную базу оптоэлектроники; теоретические основы взаимодействия излучения с веществом; основные физические процессы, связанные с генерацией и усилением электромагнитных колебаний в широком частотном диапазоне; принципы работы квантовых генераторов и усилителей;
- методы представления дискретных случайных процессов; методы оптимального обнаружения сигналов на фоне помех; методы оценки неизвестных параметров сигнала; методы и алгоритмы оптимальной фильтрации сообщений, содержащихся в принимаемых сигналах;

– базовые методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов; методы расчета и проектирования цифровых фильтров; особенности цифрового спектрального анализа.

уметь:

– использовать методы исследования колебательных и волновых процессов при анализе колебательных явлений в радиоэлектронике и различных физических системах;

– оценивать информационные характеристики каналов связи; применять методы помехоустойчивого кодирования; использовать методы дискретизации сигналов;

– экспериментально определять и теоретически рассчитывать характеристики полупроводников; на основе экспериментальных измерений находить электрофизические параметры полупроводниковых структур и приборов на их основе;

– разрабатывать и исследовать работу устройств оптоэлектроники; проводить теоретические и экспериментальные исследования физических процессов, связанных с генерацией и усилением электромагнитных колебаний в широком частотном диапазоне;

– решать задачи, связанные с анализом случайных процессов, обнаружением сигналов на фоне помех; решать задачи оптимальной фильтрации сообщений, содержащихся в принимаемых сигналах;

– применять для решения задач цифровой обработки сигналов известные пакеты прикладного программного обеспечения; разрабатывать специализированные цифровые устройства на базе процессоров цифровой обработки сигналов (DSP).

владеть:

– методами исследования колебательных и волновых процессов;

– методами помехоустойчивого кодирования; методами дискретизации сигналов;

– методами экспериментального определения и теоретического расчета физических параметров полупроводников;

– методами измерения электрических характеристик полупроводниковых приборов.

– методами анализа случайных сигналов;

– методами цифровой обработки сигналов.

Описание формы и процедуры вступительного испытания

Вступительное испытание является процедурой конкурсного отбора и условием приёма на обучение по программе углубленного высшего образования.

Организация проведения конкурса и приёма лиц для получения углубленного высшего образования осуществляет приёмная комиссия в соответствии с Положением о приёмной комиссии учреждения высшего образования, утверждаемым Министерством образования и Правилами приёма лиц для получения углубленного высшего образования,

утверждёнными Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.09.2022 № 574.

Конкурсы на получение углубленного высшего образования в очной форме получения образования за счёт средств бюджета и на платной основе проводятся отдельно.

Вступительные испытания проводятся по утверждённому председателем приёмной комиссии БГУ расписанию.

Проведение вступительного испытания осуществляется в *устной* форме, на русском или белорусском языке.

Состав экзаменационной комиссии утверждается приказом ректора БГУ.

Время подготовки абитуриента к ответу не менее 30 минут и не должно превышать 90 минут, а продолжительность ответа не более 15 минут. Для уточнения экзаменационной оценки абитуриенту могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой вступительного испытания.

Оценка знаний лиц, поступающих для получения углубленного высшего образования, осуществляется по десятибалльной шкале, положительной считается отметка не ниже «шести».

Отметка объявляется сразу после завершения опроса абитуриента.

Характеристика структуры экзаменационного билета

Экзаменационный билет включает вопросы по разделам: «Теория колебаний и волн», «Теория информации», «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов», «Квантовая радиофизика и оптоэлектроника», «Статистическая радиофизика» и «Цифровая обработка сигналов», которые относятся к учебной дисциплине «Радиофизика и компьютерные технологии»

Билет содержит два вопроса. Вопросы билета позволяют оценить знания, полученные в процессе обучения на I ступени высшего образования.

Критерии оценивания ответа на вступительном испытании

Для оценки ответа рекомендуется следующая шкала:

10 баллов

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания», а также по вопросам, выходящим за их пределы;

точное использование научной терминологии радиофизики (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

безупречное владение инструментарием физико-математических наук, умение его эффективно использовать в постановке и решении профессиональных задач;

выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях радиофизики, давать им критическую оценку;

использовать научные достижения других наук.

9 баллов

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

точное использование научной терминологии информационных технологий (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

владение инструментарием физико-математических наук, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;

полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по дисциплинам вступительного испытания и давать им аналитическую оценку.

8 баллов

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

использование научной терминологии информационных технологий (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета;

владение инструментарием физико-математических наук, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы по указанным дисциплинам;

усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по дисциплинам вступительного испытания и давать им аналитическую оценку.

7 баллов

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;

использование научной терминологии радиофизики (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

владение инструментарием физико-математических наук, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
свободное владение типовыми решениями в рамках программы;
усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по дисциплинам вступительного испытания и давать им аналитическую оценку.

6 баллов

достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания;

использование необходимой научной терминологии радиофизики, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать обобщения и обоснованные выводы;

владение инструментарием физико-математических наук, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплинам вступительного испытания и давать им сравнительную оценку.

5 баллов

достаточные знания в объеме программы вступительного испытания;

использование научной терминологии радиофизики, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы билета, умение делать выводы;

владение инструментарием физико-математических наук, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях и давать им сравнительную оценку.

4 балла

достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

использование научной терминологии радиофизики, логическое изложение ответов на вопросы билета, умение делать выводы без существенных ошибок;

владение инструментарием физико-математических наук, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях и давать им оценку.

3 балла

недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования;

знание части основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;

использование научной терминологии радиофизики, изложение ответов на вопросы билета с существенными логическими ошибками;

слабое владение инструментарием физико-математических наук;

некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;

неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях.

2 балла

фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования;

знание отдельных литературных источников, рекомендованных программой вступительного испытания;

неумение использовать научной терминологии радиофизики, наличие в ответе грубых логических ошибок.

1 балл

отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта высшего образования;

отказ от ответа;

неявка на вступительное испытание без уважительной причины.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Теория колебаний и волн

Тема 1. Линейные системы с одной степенью свободы

Собственные колебания в консервативных линейных системах и в системах с диссипацией. Общее понятие о фазовой плоскости. Фазовый портрет консервативной и диссипативной систем с одной степенью свободы. Общая классификация особых точек на фазовой плоскости. Вынужденные колебания в линейной системе при гармоническом силовом воздействии. Параметрическое воздействие на линейные колебательные системы.

Тема 2. Нелинейные системы с одной степенью свободы

Приближенные методы анализа нелинейных систем. Метод медленно меняющихся амплитуд. Собственные колебания в слабо нелинейных системах с одной степенью свободы. Вынужденные колебания в слабо нелинейных системах с одной степенью свободы. Параметрическая генерация и усиление колебаний в системах с одной степенью свободы.

Тема 3. Элементы теории автоколебаний

Общие свойства автоколебательных систем. Различные типы автогенераторов. Режимы возникновения автоколебаний, методы их анализа.

Тема 4. Динамические системы с двумя и более степенями свободы

Собственные и вынужденные колебания в системах с двумя степенями свободы. Параметрические колебания в системах с двумя степенями свободы.

Тема 5. Волны в недиспергирующих средах

Плоские, цилиндрические и сферические волны. Однородные и неоднородные плоские волны. Векторные волны. Плоские электромагнитные волны в изотропных средах.

Тема 6. Волны в диспергирующих средах

Понятие о временной и пространственной дисперсии. Дисперсионное уравнение. Модулированные волны и сигналы. Фазовая и групповая скорости.

Раздел 2. Теория информации

Тема 7. Предмет теории информации

Базовые понятия и принципы теории информации. Основные компоненты системы связи и их характеристики.

Тема 8. Дискретизация и квантование сигналов

Математическое представление сигналов. Равномерная дискретизация. Спектр дискретизированного сигнала. Теорема Котельникова. Квантование сигналов.

Тема 9. Энтропия и количество информации

Дискретные и непрерывные случайные величины, понятие неопределенности. Количество информации и энтропии. Количество информации между дискретными ансамблями.

Тема 10. Кодирование дискретных источников

Дискретные источники. Кодирование дискретных источников равномерными кодами.

Тема 11. Дискретные каналы связи

Классификация каналов связи. Симметричные дискретные каналы связи без памяти. Двоично-симметричный канал со стиранием. Пропускная способность дискретных каналов. Теоремы кодирования для дискретных каналов без памяти.

Тема 12. Основные понятия помехоустойчивого кодирования

Классификация кодов. Разрешенные и запрещенные кодовые состояния, вектор ошибки, синдром. Мягкое и жесткое декодирование. Границы для кодов.

Тема 13. Линейные блочные коды и их характеристики

Коды с обобщенными проверками на четность. Кодовое расстояние. Таблица опознавателей. Порождающая и проверочная матрицы. Полиномиальные и циклические коды.

Раздел 3. Физика полупроводников и полупроводниковых приборов

Тема 14. Концентрация носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках.

Тема 15. Уровень Ферми и его зависимость от температуры и концентрации примесей.

Тема 16. Контактные явления в полупроводниках, контакт "металл - полупроводник". Диоды Шоттки.

Тема 17. Эффект Ганна. Диоды Ганна. Эффект Холла. Датчик Холла.

Тема 18. Принципы работы биполярного и униполярного транзисторов, их параметры и эквивалентные схемы.

Тема 19. Классификация, свойства и области применения проводящих материалов.

Тема 20. Основные свойства кристаллов. Моно- и поликристаллы. Структура кристаллов.

Тема 21. Типы связей в кристаллах. Силы Ван-дер-Ваальса-Лондона. Ионные, ковалентные, металлические кристаллы, кристаллы с водородными связями.

Тема 22. Ключевые и функциональные приборы. Полупроводниковые термоэлектрические и гальваномагнитные приборы. Терморезисторы. Варисторы. Приборы Пельтье. Датчики Холла.

Тема 23. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы. Фотоприемники. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии.

Раздел 4. Квантовая радиофизика и оптоэлектроника

Тема 24. Методы приема оптического излучения: прямое фотодетектирование. Когерентный прием излучения.

Тема 25. Основные типы твердотельных фотодетекторов. Параметры и характеристики фотодетекторов.

Тема 26. Оптические волокна. Модовая структура излучения, теорема Лиувилля. Оптические потери и дисперсионные свойства волокна.

Тема 27. Квантование энергии электромагнитного поля. Вероятности спонтанных и вынужденных оптических переходов, коэффициенты Эйнштейна.

Тема 28. Условия генерации когерентного электромагнитного излучения. Модели активных сред: 2-х, 3-х и 4-х уровневые схемы генерации. Основные типы лазеров.

Тема 29. Потери, добротность и время жизни фотонов в резонаторе. Собственные типы колебаний открытого оптического резонатора. Устойчивость резонатора.

Тема 30. Излучение в гетероструктурах. Светодиоды. Полупроводниковые инжекционные лазеры.

Тема 31. Нелинейные эффекты при взаимодействии излучения с веществом. Генерация второй гармоники и параметрическая генерация.

Раздел 5. Статистическая радиофизика

Тема 32. Случайные процессы

Непрерывные и дискретные случайные процессы. Полное и частичное описание случайных процессов. Классификация случайных процессов.

Тема 33. Корреляционный и спектральный анализ случайных процессов

Корреляционная функция и спектральная плотность мощности случайного процесса. Теорема Винера - Хинчина. Методы оценки спектральной плотности мощности дискретного случайного процесса.

Тема 34. Марковские случайные процессы

Марковские процессы. Уравнение Чепмена-Колмогорова. Стохастические дифференциальные уравнения. Важнейшие Марковские процессы.

Тема 35. Электрические шумы и флуктуации

Тепловой шум. Дробовой шум. Белый шум и теорема Найквиста. Флуктуации в автоколебательных системах.

Тема 36. Случайные процессы в линейных системах и средах

Анализ линейных систем во временной области. Взаимная корреляционная функция случайных процессов на входе и выходе линейной системы. Анализ линейных систем в частотной области.

Тема 37. Методы анализа случайных процессов в нелинейных системах

Примеры нелинейных радиофизических систем. Линейная и нелинейная аппроксимация. Оптимальные нелинейные методы оценки сигналов.

Тема 38. Обнаружение и измерение параметров сигналов в шумах

Байесовский подход в радиофизике. Проверка двух простых гипотез. Критерий принятия решения. Обнаружение сигнала в шуме.

Тема 39. Случайные поля и волны

Случайные двумерные дискретные процессы. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности случайного двумерного дискретного процесса.

Раздел 6. Цифровая обработка сигналов

Тема 40. Дискретные сигналы и дискретное преобразование

Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Дискретизация сигналов. Теорема отсчетов.

Тема 41. Дискретное преобразование Фурье. Свертка

Дискретное преобразование Фурье. Эффективные методы вычисления. Дискретная свертка и алгоритмы ее вычисления.

Тема 42. Цифровой спектральный анализ

Общая характеристика цифрового спектрального анализа. Периодограмма и ее свойства. Оконные функции и их свойства.

Тема 43. Общая характеристика цифровых фильтров

Основные характеристики цифровых фильтров. Структурные схемы БИХ- и КИХ-фильтров.

Тема 44. Процессоры цифровой обработки сигналов

Процессоры цифровой обработки сигналов, особенности архитектуры, примеры практического применения.

Тема 45. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов

Дискретизация и квантование аналоговых сигналов. Аппаратная, программная и аппаратно-программная реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература:

1. Демидчик, В.И. Элементы теории колебаний / В.И. Демидчик. Мн.: БГУ, 2004. — 151 с.
2. Кравченко И.Т. Теория волновых процессов. Мн.: БГУ, 2011.
3. Попов, И. Ю. Теория информации: учебник / И. Ю. Попов, И. В. Блинова. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 160 с.
4. Галагер Р. Теория информации и надежная связь. М.:Сов. радио, 1974. — 304 с.
5. Пасынков В.В. и др. Полупроводниковые приборы. М.: Высш. шк., 1987.
6. Гайдук П.И., Комаров Ф.Ф., Людчик О.Р., Леонтьев А.В. Материалы микро- и наноэлектроники. Мн.: Изд-во БГУ, 2008.
7. Манак И. С. Квантовая радиофизика / И. С. Манак, Е. Д. Карих. Мн.: БГУ, 2009. 383 с.
8. Карих, Е. Д. Оптоэлектроника / Е. Д. Карих. Мн.: БГУ, 2000. 263 с.
9. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. М.: Наука, 1976.
10. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : курс лекций / В. И. Микулович. – Минск: БГУ, 2011. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by>, ограниченный.
11. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие для вузов / А. Л. Магазинникова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 132 с.

Дополнительная литература:

12. Теория колебаний / Под ред. К.Е.Сенаторова. М.: Изд-во МГУ, 1983.
13. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986.
14. Федотов Я.А. Основы физики полупроводниковых приборов. М.: Сов. Радио, 1980.
15. Пасынков В.В. и др. Материалы электронной техники. М.: Высш. шк., 1987.
16. Верещагин, И. К. Введение в оптоэлектронику / И. К. Верещагин, Л.А. Косяченко, С.М. Кокин. М.: Высш. школа, 1991. 191 с.
17. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических систем и устройств. М.: Радио и связь, 1991.
18. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов / А.Б. Сергиенко. СПб.: Питер, 2006. — 751 с.