Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БГУИР

_____Давыдов М.В.

«_25_»_____ 2026 г.

ПРОГРАММА

Вступительного экзамена в магистратуру

по специальности 7-06-0713-03

Радиосистемы и радиотехнологии

Минск 2026

Программа составлена на основании учебных программ дисциплин «Радиотехнические цепи и сигналы», «Теория радиосистем», «Системы и сети передачи данных. Защита информации в компьютерных сетях».

СОСТАВИТЕЛИ:

Листопад Николай Измаилович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных радиотехнологий;

Козлов Сергей Вячеславович - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных радиотехнологий.

Козел Виктор Михайлович - кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных радиотехнологий.

Программа рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры информационных радиотехнологий Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (протокол № 9 от 19 января 2026 г.)

Заведующий кафедрой ИРТ Н.И. Листопад

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

В основу программы положены следующие вузовские дисциплины: «Радиотехнические цепи и сигналы», «Теория радиосистем», «Телекоммуникационные технологии и системы», «Системы и сети передачи данных. Защита информации в компьютерных сетях».

Раздел 1. Радиотехнические цепи и сигналы

Понятие сигнала и помехи. Модулированные колебания. Амплитудная и фазовая (угловая) модуляция. Математические модели сигналов с ограниченным спектром и помех. Белый шум и его свойства.

Понятие спектра сигнала, необходимость его использования. Гармонический спектральный анализ и синтез периодических сигналов. Тригонометрическое и комплексное представление спектра периодического сигнала. Распределение мощности в спектре периодического сигнала. Расчет спектров периодических сигналов.

Спектральный анализ непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала. Соотношение между длительностью простого сигнала и шириной его спектра. Связь между спектрами периодического и непериодического сигналов.

Сигналы с амплитудной модуляцией. Однотональный амплитудно-модулированный сигнал, его временное представление, спектр и энергетические характеристики. Индекс модуляции. Амплитудная модуляция полосовым сигналом. Балансная и однополосная амплитудная модуляция.

Сигналы с угловой модуляцией. Спектральное представление ЧМ- и ФМ-сигналов при малых и больших индексах модуляции. Угловая модуляция полосовым сигналом.

Узкополосные радиосигналы – математическая модель, синфазная и квадратурная составляющие и способы их получения. Комплексное представление узкополосных радиосигналов, огибающая и полная фаза.

Дискретные и непрерывные случайные величины – функция распределения, плотность вероятности, моменты, математическое ожидание, дисперсия. Равномерное, гауссовское и экспоненциальное распределения. Статистические характеристики системы случайных величин.

Случайные процессы. Многомерная плотность вероятности случайного процесса. Моментные функции случайных процессов. Стационарные, нестационарные и эргодические случайные процессы. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция стационарного случайного процесса. Интервал корреляции и ширина спектра случайного процесса. Белый шум.

Линейные радиотехнические цепи и линейные динамические системы. Дифференциальное уравнение линейной динамической системы и его порядок. Типовые испытательные сигналы: сигналы, описываемые дельта

функцией и единичной функцией, гармонический сигнал и их спектры. Импульсная и переходная характеристика линейной системы. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристика линейной системы. Расчет сигнала на выходе линейной системы с использованием ее импульсной характеристики. Расчет сигнала на выходе линейной системы с использованием комплексной частотной характеристики.

Операторный метод анализа линейных динамических систем, передаточная функция системы, ее нули и полюса. Формула обращения.

Простейшие радиотехнические цепи: дифференцирующая и интегрирующая. Дифференциальные уравнения, импульсные и переходные характеристики, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики дифференцирующей и интегрирующей цепи.

Последовательный и параллельный колебательные контуры – схемы, частотные характеристики, добротность, полоса пропускания. Воздействие амплитудно-модулированного сигнала на одноконтурный резонансный усилитель.

Анализ воздействия случайных сигналов на линейные стационарные цепи с использованием спектрального метода. Вычисление спектральной плотности мощности, корреляционной функции и дисперсии случайного процесса на выходе линейной системы. Нормализация случайного процесса на выходе линейной системы.

Безинерционные нелинейные преобразования – вольт-амперные характеристики нелинейных элементов и их аппроксимации, спектральные анализ токов в нелинейном элементе при гармоническом входном воздействии. Безинерционные нелинейные преобразования суммы нескольких гармонических сигналов, основные гармоники и комбинационные частоты.

Электрические фильтры. Фильтры нижних и верхних частот, полосно-пропускающих и полосно-заграждающие фильтры. Аппроксимация амплитудно-частотной характеристики фильтра. Фильтры Баттерворта, Чебышева, Лежандра, эллиптические. Синтез аналогового фильтра по заданным требованиям к амплитудно-частотной и фазочастной характеристике.

Модели дискретных сигналов и процесс дискретизации непрерывных сигналов. Спектр дискретного сигнала. сигналов. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов по теореме отсчетов (теореме Котельникова). Ряд Котельникова. Ошибка при представлении сигнала рядом Котельникова.

Квантование сигналов по уровню. Аналого-цифровые преобразователи, их типы и характеристики.

Цифровые фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой. Методы синтеза цифровых фильтров с заданными характеристиками.

Дискретное преобразование Фурье и его свойства. Быстрое преобразование Фурье. Дискретная свертка и корреляция.

Задача оптимального обнаружения сигнала. Корреляционный

обнаружитель детерминированного сигнала и сигнала со случайной начальной фазой. Согласованный (оптимальный) фильтр и его импульсная и частотная характеристика. Вероятность правильного обнаружения детерминированного сигнала и сигнала со случайной начальной фазой.

Задача оптимального различения двух сигналов. Структуры устройств оптимального различения детерминированных сигналов и сигналов со случайными начальными фазами. Вероятность ошибки при различении двух детерминированных сигналов.

Задача оптимального оценивания параметра сигнала. Структуры устройств оптимального оценивания детерминированных сигналов и сигналов со случайными начальными фазами. Потенциальная точность измерения времени задержки и частоты сигнала.

Постановка задачи фильтрации изменяющихся параметров сигналов. Уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова. Уравнение Стратоновича. Линейная фильтрация. Фильтр Калмана для непрерывного и дискретного времени.

Особенности решения задачи нелинейной фильтрация. Гауссовское приближение. Фильтрация фазы узкополосного радиосигнала.

Многоканальные радиотехнические системы передачи информации. Методы уплотнения и разделения каналов, групповой сигнал. Системы с временным, частотным и кодовым уплотнением/разделением, их структурные схемы, достоинства и недостатки. Внутрисистемные помехи.

Широкополосные системы передачи данных, их достоинства и недостатки. Виды широкополосных сигналов. Скрытность и помехоустойчивость широкополосных методов передачи информации.

Цифровые виды модуляции. Двоичные амплитудная манипуляция с пассивной паузой, ортогональная частотная манипуляция и частотная манипуляция с минимальным сдвигом, фазовая манипуляция. Многоуровневые виды манипуляции, сигнальные созвездия. Сравнение помехоустойчивости различных видов цифровой манипуляции.

Многоканальные системы передачи информации в временным, частотным и кодовым разделением.

Пропускная способность канала связи. Формула и теорема кодирования Шеннона.

Физические основы радиолокации. Виды радиолокации. Эффективная отражающая поверхность объектов радиолокационного наблюдения. Зондирующий и отраженный сигнал. Характеристики отраженного сигнала.

Импульсный, частотный и фазовый методы измерения дальности в радиолокации и радионавигации.

Амплитудный и фазовый методы измерения угловых координат в средствах радиолокации и радионавигации. Потенциальная точность измерения угловой координаты.

Принципы навигации. Навигационные параметры, поверхности и линии положения. Дальномерный, угломерный и разностно-дальномерный методы навигации. Ошибки определения линий положения и ошибки определения

местоположения объекта навигации.

Вывод уравнения дальности радиосвязи в свободном пространстве в беспомеховых условиях и в условиях помех. Расчет дальности радиосвязи в свободном пространстве.

Вывод уравнения радиолокации. Расчет дальности обнаружения цели в свободном пространстве в беспомеховых условиях и в условиях помех.

Раздел 2. Системы и сети передачи данных. Защита информации в компьютерных сетях.

Эталонная модель OSI. Уровни эталонной модели. Примеры.

Эталонная модель TCP/IP. Уровни модели. Сравнение моделей.

Трафик телекоммуникационных систем. Интенсивность трафика, единицы измерения интенсивности трафика телекоммуникационных систем. Качество обслуживания телекоммуникационных систем. Абонентская нагрузка, математическая модель системы с блокированием вызова, и с постановкой в очередь.

Телекоммуникационная система как система массового обслуживания. Параметры входного потока заявок телекоммуникационных систем, простейший поток заявок.

Анализ системы массового обслуживания с отказами. Вероятность блокирования вызова. Анализ системы массового обслуживания с ожиданием. Вероятность блокирования вызова. Упрощенная процедура проектирования телекоммуникационных систем по критерию реализуемой интенсивности трафика.

Особенности системы сотовой связи стандарта AMPS (основные характеристики особенности протокола связи, эволюция к DAMPS и TDMA "IS-136").

Особенности системы сотовой связи стандарта IS-95 (CDMA) и IMT-MC (CDMA-2000) (основные характеристики, методы организации служебных каналов и каналов трафика, особенности радиоканалов UP-LINK и DOWN-LINK).

Особенности системы сотовой связи стандарта GSM. (Основные характеристики. Типовая структура сети и взаимодействие ее основных элементов. Структура логических и физических каналов, особенности протокола связи. Защита информации. Модуль международной идентификации абонента - SIM). Перспективы развития систем сотовой связи. Системы 3-го и 4-го поколений.

Асинхронный режим передачи (ATM). Виртуальные каналы ATM. Эталонная модель ATM. Сети на основе соединений X.25, ретрансляции кадров (Frame Relay - FR).

Основы теории информации. Мера информации. Производительность источника информации. Основная теорема для каналов без шумов. Канал связи с шумами. Пропускная способность типового канала связи.

Носители информации. Управляемые носители информации (магнитные носители, витая пара, коаксиальный кабель, оптоволокно,

радиосвязь).

Спутники связи. Типы орбит и их основные характеристики. Системы спутниковой подвижной связи INMARSAT, GLOBALSTAR, STARLINK.

Сервисы сетевого уровня. Формирование кадра. Основные принципы.

Протоколы передачи данных. Симплексные протоколы. Сети Петри.

Примеры протоколов передачи данных. HDLC - протокол. PPP - протокол.

Управление каналом. Статическое и динамическое управление каналом. Проблема распределения канала. Динамическое распределение в локальных и региональных сетях.

Сеть Ethernet. Кабели Ethernet. Манчестерский код. Коммутируемые сети Ethernet, Быстрый Ethernet.

Система ALOHA. Производительность сетей ALOHA.

Технология беспроводного доступа Wi- Fi. Технология беспроводного доступа Wi-Max. Сети 4-G.

Сети связи на основе технологии Bluetooth Общие сведения о технологии Bluetooth. Спецификация стандарта Bluetooth. Особенности организации пикосетей. Службы (Profile) Bluetooth.

Алгоритмы маршрутизации. Метод коммутации пакетов с ожиданием. Принцип оптимального маршрута. Выбор кратчайшего пути. Маршрутизация с учетом состояния пути. Учет стоимости.

Качество обслуживания. Основные требования. Методы обеспечения заданного качества обслуживания. Интегральное обслуживание. Дифференциальное обслуживание. Коммутация меток и MPLS.

IP - адреса. Протокол IP4. Протокол IP6. Подсети. NAT - трансляция сетевого адреса. Управляющие протоколы сети Интернет. Протокол внешнего шлюза BGP.

Элементы транспортных протоколов. Услуги, предоставляемые верхним уровнем. Адресация. Установка и разрыв соединения. Управление потоком и буферизация. Мультиплексирование.

Транспортные протоколы сети Интернет, UDP- протокол. TCP - протокол. Производительность компьютерных сетей.

Предоставление права на доступ, аутентификация и регистрация подключений. Блокировка доступа. Шифрование данных. Цифровые сертификаты. Защита с использованием маршрутизаторов. Списки доступа. Основы криптографии. Метод подстановки. Метод перестановки. Одноразовые блокноты. Квантовая криптография. Два фундаментальных принципа криптографии.

Алгоритмы с симметричными ключами. Стандарт шифрования DES. Тройное шифрование с помощью DES. Улучшенный стандарт шифрования AES. Режимы шифрования.

Алгоритмы шифрования с открытыми ключами. Алгоритм RSA. Цифровые подписи. Подписи с симметричным ключом. Подписи с открытым ключом. Профили сообщений. Управление открытыми ключами. Инфраструктура систем с открытыми ключами.

Литература

1. Апорович А. Ф., Чердынцев В. А. Радиотехнические системы передачи информации. Минск : Вышэйшая школа, 1980. – 214 с.
2. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Высшая школа, 2000. – 560 с.
3. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.
4. Волков Л. Н., Немировский Н. С., Шинаков Ю. С. Системы цифровой радиосвязи : базовые методы и характеристики : учеб. пособие. М. : Эко-Трендз, 2005. – 392 с.
5. Гоноровский И. С., Демин М. П. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Радио и связь, 1994. – 624 с.
6. Информационные технологии в радиотехнических системах / под ред. И. Б. Федорова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 672 с.
7. Пестряков В. Б., Кузенко В. Д. Радиотехнические системы. М. : Радио и связь, 1985. – 376 с.
8. Прокис Дж. Цифровая связь / пер. с англ. ; под ред. Д. Д. Кловского. М. : Радио и связь, 2000. – 800 с.
9. Радиотехнические системы : учебник для вузов по спец. «Радиотехника» / Ю. П. Гришин, В. П. Ипатов, Ю. М. Казаринов и др. ; под ред. Ю. М. Казаринова. М. : Высшая школа, 1990. – 496 с.
10. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е изд., испр. / пер. с англ. М. : Вильямс, 2003. – 1104 с.
11. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. СПб. : Питер, 1999. – 992 с.
12. Теоретические основы цифровой радиосвязи : учеб. пособие / Н. И. Листопад [и др.]. – Минск : БГУИР, 2012. – 330 с.
13. Тихонов В. И., Шахтарин Б. И., Сизых В. В. Случайные процессы. Примеры и задачи : учеб. пособие для вузов : в 3 т. Т. 1–3. М. : Радио и связь. – 2004.
14. Хелд Г. Технологии передачи данных. 7-е изд. СПб. : Питер ; Киев : Издательская группа BHV, 2003. – 720 с.
15. Чердынцев В. А. Прием сигналов на фоне помех : учеб. пособие для студентов радиотехнических специальностей. Минск : БГУИР, 2007. – 148 с.
16. Чердынцев В. А. Радиотехнические системы : учеб. пособие для вузов. Минск : Вышэйшая школа, 1988. – 369 с.
17. Чердынцев В. А., Дубровский В. В. Оптимизация информационных систем : учеб. пособие для студентов спец. I-39 01 03 «Радиоинформатика». Минск : БГУИР, 2005. – 182 с.
18. Чердынцев, В. А. Системы передачи информации с расширением спектра сигналов : учеб.-метод. пособие / В. А. Чердынцев, В. В. Дубровский. – Минск : БГУИР, 2009. – 130 с.