

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ А.Г. Баханович

Регистрационный № _____

**ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ РАДИОСИСТЕМ
И РАДИОТЕХНОЛОГИЙ**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности
7-06-0713-03 Радиосистемы и радиотехнологии**

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники

_____ В.А. Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.Н. Пищов

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2026

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.Л.Матюшков, доцент кафедры информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра инфокоммуникационных технологий учреждения образования «Белорусская государственная академия связи» (протокол № 2 от 17.09.2025);
А.И.Воронов, начальник научно-исследовательской и испытательной лаборатории терминального оборудования научно-исследовательского центра открытого акционерного общества «Гипросвязь», кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 2 от 15.09.2025);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № ____ от _____);

Научно-методическим советом по радиосистемам и радиотехнологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 2 от 13.10.2025)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Прикладные аспекты радиосистем и радиотехнологий» разработана для магистрантов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 7-06-0713-03 «Радиосистемы и радиотехнологии» в соответствии с требованиями образовательного стандарта углубленного высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

Изучение учебной дисциплины «Прикладные аспекты радиосистем и радиотехнологий» является актуальным, поскольку освоение методов анализа и синтеза цифровых устройств, а также освоение методов исследований и анализа данных, позволяет производить проектирование отдельных цифровых устройств и также цифровых систем произвольной сложности.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Прикладные аспекты радиосистем и радиотехнологий» заключается в формировании у обучающихся математической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания учебной дисциплины: освоение основ проведения научных исследований и фундаментальных основ анализа, синтеза и проектирования цифровых устройств и систем, реализуемых посредством информационных технологий.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний в области информационных технологий для радиотехнических систем;

освоение навыков анализа и синтеза цифровых систем;

овладение методами физического и компьютерного моделирования цифровых устройств и систем для проведения научных исследований.

Базовыми знаниями для учебной дисциплины «Прикладные аспекты радиосистем и радиотехнологий» являются знания, полученные в ходе освоения

образовательной программы по специальности 6-05-0713-03 «Радиосистемы и радиотехнологии» общего высшего образования.

В свою очередь учебная дисциплина «Прикладные аспекты радиосистем и радиотехнологий» содержательно связана с такой учебной дисциплиной, как «Алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в радиосистемах» и является базой для таких учебных дисциплин компонента учреждения образования как, «Прикладные методы криптографии и кодирования информации в радиосистемах», «Инструментальное тестирование информационных радиотехнологий».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Прикладные аспекты радиосистем и радиотехнологий» формируется следующая углубленная профессиональная компетенция: владеть научными основами и методами исследований для решения задач проектирования радиосистем и радиотехнологий.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

содержание, принципы и способы обнаружения, различения сигналов и измерения их параметров;

базовые концепции и модели радиоэлектронного взаимодействия;

методы и задачи планирования и проведения научных исследований;

уметь:

синтезировать оптимальные устройства обнаружения, распознавания и различения сигналов и анализировать их характеристики;

синтезировать и оценивать эффективность методов и алгоритмов обеспечения требуемой помехоустойчивости, помехозащищенности и скрытности работы радиоэлектронных средств;

моделировать процессы радиоэлектронного взаимодействия;

иметь навык:

проведения экспериментальных исследований и анализа результатов;

применения программ компьютерного моделирования цифровых устройств.

Примерная учебная программа рассчитана на 198 учебных часов, из них – 66 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 16 часов, практические занятия – 16 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия
Раздел 1. Основы научных исследований и экспериментов	32	16	8	8
Тема 1. Определение научного исследования. Цели, задачи, методы исследований	4	2	-	2
Тема 2. Поиск и обработка информации в рамках научных исследований	10	4	4	2
Тема 3. Задачи и методы планирования эксперимента	8	6	-	2
Тема 4. Методы обработки и оценки данных	10	4	4	2
Раздел 2. Особенности применения радиосистем и расчетов параметров	34	18	8	8
Тема 5. Расчет параметров систем радиосвязи и радиолокации	10	4	4	2
Тема 6. Аналого-цифровое (АЦП) и цифро-аналоговое преобразование (ЦАП) в радиотехнических системах	4	2	-	2
Тема 7. Роботизированные комплексы и беспилотные летательные аппараты (БПЛА)	4	4	-	-
Тема 8. Особенности применения радиосвязи в авиационной и космической сфере	4	4	-	-
Тема 9. Радиоэлектронная борьба	8	2	4	2
Тема 10. Цифровая фильтрация при обработке радиосигналов	4	2	-	2
Итого:	66	34	16	16

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Тема 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ. ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основные понятия и определения научного исследования и теории планирования эксперимента Роль организации и планирования измерительного эксперимента в науке и технике. Задачи планирования эксперимента. Теоретические и экспериментальные исследования в области радиосистем и радиотехнологий.

Тема 2. ПОИСК И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В РАМКАХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Источники научной информации, их классификация и работа с ними. Критерии научности знаний. Теоретический уровень научного исследования. Структура и специфика научного исследования. Понятие причинной связи в научном исследовании. Компьютерный эксперимент. Патентный поиск. Научные отчеты и публикации.

Тема 3. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Общие сведения о планировании измерительного эксперимента. Формирование заданий на выполнение исследований и разработок. Выбор числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для описания исследуемого объекта с требуемой точностью. Математические модели величин.

Тема 4. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И ОЦЕНКИ ДАННЫХ

Измерение и его аспекты. Структура измерения и элементы характеристик качества измерений. Этапы эксперимента. Методы обработки и оценки погрешностей.

Раздел 2. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОСИСТЕМ И РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ

Тема 5. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ И РАДИОЛОКАЦИИ

Основное уравнение для систем радиосвязи. Расчет коэффициента шума радиоприемного тракта. Расчет пороговой мощности на входе радиоприемного тракта. Основное уравнение радиолокации. Расчет дальности обнаружения цели, необходимой мощности РЛС, длительности зондирующих импульсов.

Тема 6. АНАЛОГО-ЦИФРОВОЕ (АЦП) И ЦИФРО-АНАЛОГОВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ (ЦАП) В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аналого-цифровая обработка радиосигналов. Теорема Котельникова. Зоны Найквиста. Расчет частоты дискретизации АЦП. Формирование радиосигналов

с помощью цифро-аналогового преобразования. Синтезаторы частоты на основе ЦАП. Особенности применения ЦАП в электрических схемах передатчиков радиолокационных станций и систем широкополосной связи.

Тема 7. РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ (БПЛА)

Назначение и применение. Системы реального времени. Расчет ширины спектра цифровых радиосигналов в зависимости от вида модуляции и скорости передачи информации. Особенности расчета радиоприемного тракта БПЛА. Использование БПЛА.

Тема 8. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОСВЯЗИ В АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

Связь и телеметрия ракет, спутников и гиперзвуковых летательных аппаратов. Проблемы передачи информации при гиперзвуковых скоростях полета летательных аппаратов. Дебаевский радиус экранирования. Ларморова частота. Расчет несущей частоты передачи радиосигналов для гиперзвуковых летательных аппаратов.

Тема 9. РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ БОРЬБА

Радиопеленгация и радионаблюдение. Основные методы пеленгации. Ошибки при определении местоположения объекта. Пеленгация систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ) и широкополосный сигнал (ШПС). Применение БПЛА для пеленгации и постановки помех.

Тема 10. ЦИФРОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАДИОСИГНАЛОВ

Согласованная фильтрация при обработке цифровых радиосигналов в системах радиосвязи и радиолокации. Цифровые фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (КИХ и БИХ). Децимация и интерполяция. Адаптивная фильтрация.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**ЛИТЕРАТУРА****ОСНОВНАЯ**

1. Гончарова, Е. П. Основы научных исследований и инновационной деятельности / Е. П. Гончарова. – Минск : БНТУ, 2019. – 112 с.
1. Горелов, Н. А. Методология научных исследований : учебник / Н. А. Горелов, Д. В. Круглов, О. Н. Кораблева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 365 с.
2. Джиган, В. И. Адаптивная фильтрация сигналов : теория и алгоритмы / В. И. Джиган. – Москва : Техносфера, 2013. – 528 с.
3. Ермак, С. Н. Системы и средства радиоэлектронной борьбы : учебное пособие / С. Н. Ермак [и др.]. – Минск : БГУИР, 2019. – 264 с.
4. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink / А. И. Солонина. – Санкт-Петербург : БХВ – Петербург, 2012. – 432 с.
5. Шестеркин, А. Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 / А. Н. Шестеркин. – Москва : ДМК Пресс, 2012. – 360 с.
6. Загидуллин, Р. Ш. SystemView системотехническое моделирование устройств обработки сигналов / Р. Ш. Загидуллин, С. Н. Карутин, В. Б. Стешенко. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2005. – 294 с.
7. Дубовец, В. Д. Построение графических моделей в среде MatLab : учебно-метод. пособие / В. Д. Дубовец, В. А. Столер, В. Ф. Бондаренко. – Минск : БГУИР, 2015. – 70 с.
8. Бондаренко, В. Ф. MATLAB. Основы работы и программирования, компьютерная математика : учебный курс / В. Ф. Бондаренко, В. Д. Дубовец. – Минск : Харвест, 2010. – 256 с.
9. Боев, Н. М. Системы связи. Подвижные системы связи : учебное пособие / Н. М. Боев. – Красноярск : Сибирский Федеральный университет, 2013. – 60 с.
10. Кестер, У. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов / У. Кестер ; пер. с англ. – Москва : Техносфера, 2010. – 326 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

11. Нарышкин, А. К. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / А. К. Нарышкин. – 2-е изд. – Москва : Академия, 2008. – 320 с.
12. Уэйкерли, Д. Ф. Проектирование цифровых устройств / Д. Ф. Уэйкерли ; пер. с англ. – Москва : Постмаркет, 2002. – 544 с.
13. Минчук, С. Ю. Использование среды Matlab Simulink для изучения технических устройств / С. Ю. Минчук // Инновационные технологии в учебном процессе : материалы 51-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. (Минск, 17 апреля 2015 г.). – Минск : БГУИР, 2015. – С. 43 – 44.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЩАЮЩИХСЯ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

изучение накануне каждой лекции материала предыдущих лекций, пользуясь конспектом лекций с устранением возможных ошибок и пропусков;
выполнение лабораторных работ с качественным оформлением отчетов;
изучение дополнительного материала;
повторение пройденного теоретического материала;
подготовка сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
выполнение обзора научной литературы по заданной теме.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЩАЮЩИХСЯ

Примерным учебным планом по специальности 7-06-0713-03 «Радиосистемы и радиотехнологий» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Прикладные аспекты радиосистем и радиотехнологий» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений обучающихся производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций могут использоваться следующие формы:

собеседования;
коллоквиумы;
выполнение лабораторных работ с оформлением и защитой отчетов по результатам;
отчеты по практическим занятиям;
контрольная работа.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Расчет дальности обнаружения РЛС низколетящих целей
2. Квадратурная манипуляция
3. Адаптивная фильтрация.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Цели, задачи научных исследований в радиосистемах.
2. Поиск и обработка информации.
3. Задачи и методы планирования эксперимента.
4. Методы обработки и оценки данных.
5. Расчет параметров систем радиосвязи и радиолокации.
6. Аналого-цифровая обработка радиосигналов.
7. Цифровая фильтрация при обработке радиосигналов.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

1. Мультимедийный проектор и персональный компьютер.
2. Пакеты прикладных программ: MatLab, Simulink, Altium Designer, LTSpice.