

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.15 Проектирование радионавигационных систем

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль)

11.05.01.31 Радионавигационные системы и комплексы

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

доктор технических наук, Профессор, В.Н. Бондаренко

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является углубленное теоретическое и практическое освоение новых принципов и методов проектирования наземных радионавигационных систем, направленных на создание современных систем радионавигации с качественно новыми функциональными и техническими характеристиками.

1.2 Задачи изучения дисциплины

К задачам изучения дисциплины относится овладение:

знаниями методов проектирования радионавигационных систем с использованием новых эффективных алгоритмов обработки и средств автоматизированного проектирования, моделирования и аппаратно-программной реализации;

умениями применять полученные знания к решению прикладных задач радионавигации в соответствии с требованиями квалификационной характеристики и компетенциями направления подготовки специалистов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-1: Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования | |
| ПК-1.1: Осведомлён о порядке, методах и средствах проведения разработки аппаратуры, РТС и РЭС | порядок, методы и средства проведения разработки аппаратуры, РТС и РЭС применять методы и средства проведения разработки аппаратуры, РТС и РЭС методами и средствами разработки аппаратуры, РТС и РЭС |
| ПК-1.2: Рассчитывает проектные параметры и формирует проектный облик РТС и РЭС | проектные параметры РТС и РЭС рассчитывать проектные параметры и формировать проектный облик РТС и РЭС навыками формирования проектного облика РТС и РЭС |
| ПК-1.3: Разрабатывает технические задания и эскизные проекты РТС и РЭС | правила разработки технических заданий и эскизных проектов на РТС и РЭС разрабатывать ТЗ и эскизные проекты на РТС и РЭС навыком разработки технических заданий и эскизных проектов на РТС и РЭС |
| ПК-2: Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ | |

| | |
|--|---|
| ПК-2.1: Понимает порядок, методы и средства проведения разработки, отработки, испытаний и сопровождения аппаратуры | порядок, методы и средства проведения разработки, отработки, испытаний и сопровождения аппаратуры проводить разработки, отработки, испытания и сопровождения аппаратуры навыком проведения разработки, отработки и сопровождения аппаратуры |
| ПК-2.2: Разрабатывает материалы проектной конструкторской документации на приборы | материалы конструкторской документации на приборы из состава РТС и РЭС разрабатывать материалы конструкторской документации на приборы навыком разработки конструкторской документации на приборы из состава РТС и РЭС |
| ПК-7: Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ | |
| ПК-7.1: Осведомлён об основных направлениях развития технологий создания РТС и РЭС в Российской Федерации и за рубежом | современное состояние развития технологий создания РТС и РЭС в Российской Федерации и за рубежом разбираться в технологиях создания РТС и РЭС знаниями о современном состоянии развития технологий создания РТС и РЭС |
| ПК-7.2: Применяет программное обеспечение для разработки моделей процессов и систем | программное обеспечение для разработки моделей процессов и систем применять программное обеспечение для разработки моделей процессов и систем программным обеспечением для разработки моделей процессов и систем |
| ПК-7.3: Оптимизирует проектируемые радиоэлектронные системы и комплексы | методы оптимизации существующих и новых технических решений оптимизировать проектируемые радиоэлектронные системы методами оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов |

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад. час) | е |
|--|---|---|
| | | 1 |
| Контактная работа с преподавателем: | 1,5 (54) | |
| занятия лекционного типа | 0,5 (18) | |
| практические занятия | 1 (36) | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 1,5 (54) | |
| курсовое проектирование (КП) | Да | |
| курсовая работа (КР) | Нет | |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| | | Контактная работа, ак. час. | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | | | Самостоятельная работа, ак. час. | |
| | | | | Семинары и/или Практические занятия | | Лабораторные работы и/или Практикумы | | | |
| | | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС |
| 1. Общие принципы построения наземных радионавигационных систем | | | | | | | | | |
| | 1. Обобщенная структурная схема РНС. Учет особенностей распространения радиоволн при проектировании радионавигационных систем. Классификация радионавигационных систем по назначению и области применения. Радионавигация наземных, морских и воздушных подвижных объектов. Назначение подсистем и функции радиосредств. Показатели качества РНС. Неавто-матизированные, автоматизирован-ные и автоматические радионавигационные системы. Задачи анализа и синтеза радионавигационных систем. | 2 | | | | | | | |
| | 2. Энергетический расчёт навигационной радиолинии | | | 2 | | | | | |
| | 3. Показатели качества РНС. | | | 2 | | | | | |
| | 4. Общие принципы построения наземных радионавигационных систем. | | | | | | | 4 | |

| 2. Радиотехнические методы измерения дальности и угловых координат. | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|--|---|--|
| 1. Позиционные методы измерения координат подвижных объектов. Навигационные (НП) и радионавигационные параметры (РНП). Дальномерный, разностнодальномерный, угломерный и комбинированные методы определения местоположения объектов. Методы измерения дальности. Методы измерения угловых координат. Основные факторы, определяющие точность измерения координат места объекта. | 2 | | | | | | | |
| 2. Выбор метода определения координат подвижных объектов. | | | 2 | | | | | |
| 3. Методы измерения дальности. | | | 2 | | | | | |
| 4. Методы измерения угловых координат. | | | 2 | | | | | |
| 5. Факторы, определяющие точность измерения координат места объекта. | | | 2 | | | | | |
| 6. Радиотехнические методы измерения дальности и угловых координат. | | | | | | | 6 | |
| 3. Сигналы наземных радионавигационных систем. | | | | | | | | |
| 1. Взаимосвязь тактических характеристик радионавигационных систем и характеристик используемых сигналов. Точность измерения задержки сигнала. Точность измерения фазового запаздывания. Разрешающая способность по времени. | 2 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|--|----|--|
| 2. Помехоустойчивость к сосредоточенным и организованным помехам. Помехоустойчивость к помехам многолучевости. Уровень помех множественного доступа. Время поиска сигнала. Сложные (широкополосные, шумоподобные) сигналы (ШПС). | 2 | | | | | | | |
| 3. Взаимосвязь показателей качества РНС и характеристик используемых сигналов. | | | 2 | | | | | |
| 4. Выбор вида модуляции и параметров сигналов РНС. | | | 2 | | | | | |
| 5. Выбор способа разделения сигналов РНС. | | | 2 | | | | | |
| 6. Перспективные навигационные ШПС с фазовой и частотной модуляцией. | | | 2 | | | | | |
| 7. Сигналы наземных радионавигационных систем. | | | | | | | 10 | |
| 4. Радиосистемы ближней навигации. | | | | | | | | |
| 1. Автоматические радиопеленгаторы. Автоматические радиоконпасы (АРК). Курсовые радиомаяки (РМ). Глиссадные радиомаяки. Доплеровские пеленгаторы систем УВД. Обработка результатов измерений по выборкам фиксированного и нарастающего объемов. | 2 | | | | | | | |
| 2. Угломерно-дальномерные РСБН. | | | 2 | | | | | |
| 3. Радиосистемы ближней навигации. | | | | | | | 4 | |
| 5. Радиосистемы дальней навигации. | | | | | | | | |
| 1. Общие структурные схемы фазовых РНС. Состав аппаратуры и информационное взаимодействие объектов. | 2 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|--|----|--|
| 2. Широкополосные фазовые радионавигационные системы с ШПС. Вхождение в связь и синхронизация в широкополосных фазовых РНС. Имитационное моделирование широкополосных фазовых РНС. Импульсно-фазовые радионавигационные системы дальнего действия. | 2 | | | | | | | |
| 3. Фазовые радионавигационные системы | | | 2 | | | | | |
| 4. Широкополосные фазовые радионавигационные системы с ШПС. | | | 2 | | | | | |
| 5. Импульсно-фазовые радионавигационные системы дальнего действия. | | | 2 | | | | | |
| 6. Радиосистемы дальней навигации. | | | | | | | 16 | |
| 6. Методы анализа и синтеза радионавигационных систем. | | | | | | | | |
| 1. Методы анализа и синтеза радионавигационных систем и комплексов, возможности использования теоретического анализа и имитационного моделирования РНС. Задачи первичной обработки радионавигационной информации. Поиск сигналов и синхронизация. Измерение фазовых сдвигов сигналов. Устранение многозначности фазовых измерений. Следящие измерители параметров сигналов. Основы теории оценивания процессов. Следящие измерители задержки сигнала. Следящие измерители фазы сигнала. | 2 | | | | | | | |
| 2. Методы и устройства обработки сигналов в РНС. | | | 2 | | | | | |
| 3. Поиск сигналов и синхронизация. | | | 2 | | | | | |
| 4. Измерение фазовых сдвигов сигналов и устранение многозначности фазовых измерений. | | | 2 | | | | | |
| 5. Следящие измерители параметров сигналов. | | | 2 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|----|--|----|--|--|--|----|--|
| 6. Методы анализа и синтеза радионавигационных систем. | | | | | | | 12 | |
| 7. Тенденции и перспективы развития наземных радионавигационных систем. | | | | | | | | |
| 1. Комплексование наземных РНС с инерциальными системами. Интегрированные системы навигации на базе наземных и спутниковых РНС ГЛОНАСС/GPS. Принципы построения многоцелевых, многообъектных, многопунктных и иерархических систем и комплексов радионавигации. Особенности использования сетевых спутниковых радионавигационных систем, сетей спутниковой, сотовой и транкинговой радиосвязи в составе перспективных распределенных радиосистем навигации и управления. | 2 | | | | | | | |
| 2. Тенденции и перспективы развития наземных радионавигационных систем. | | | | | | | 2 | |
| Всего | 18 | | 36 | | | | 54 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Бакулев П. А., Сосновский А. А. Радионавигационные системы: учебник для студентов вузов по спец. "Радиоэлектронные системы"(Москва: Радиотехника).
2. Скрыпник О. Н. Радионавигационные системы воздушных судов: учебник для студентов вузов по специальности 162107 "Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования"(Москва: ИНФРА-М).
3. Алешечкин А. М., Бондаренко В. Н., Кокорин В. И. Радионавигационные системы: Ч. 1. Основы теории и принципы построения радионавигационных систем: учеб. пособие : в 2-х ч. (Красноярск: ИПЦ КГТУ).
4. Алешечкин А. М., Бондаренко В. Н., Кокорин В. И. Радионавигационные системы: Ч. 2. Методы и устройства обработки сигналов в радионавигационных системах: учеб. пособие : в 2-х ч. (Красноярск: ИПЦ КГТУ).
5. Бондаренко В.Н. Сравнительный анализ способов передачи данных в широкополосных радионавигационных системах с частотно-манипулированными шумоподобными сигналами(Красноярск: СФУ).
6. Бондаренко В. Н., Кокорин В. И., Владимиров В. М. Широкополосные радионавигационные системы с шумоподобными частотно-манипулированными сигналами(Новосибирск: Наука).
7. Бондаренко В. Н. Помехоустойчивость приема спектрально-эффективных шумоподобных сигналов: монография(Красноярск: СФУ).
8. Алешечкин А. М., Бондаренко В. Н. Методы и средства радионавигационных измерений: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. 210400.68 «Радиотехника»](Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Среда графического программирования LabVIEW.
2. Система MatLab 6(7.3) + Simulink 5 (учебная).
3. Программные средства собственной разработки (программа спектрально-корреляционного анализа сигналов SCANA).

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы <http://ibooks.ru/>

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебный класс ПЭВМ, лаборатория «Радионавигационные системы».

Устройства ввода-вывода данных для разработки и реализации алгоритмов обработки сигналов на базе ПЭВМ.

Модули разработки и реализации алгоритмов обработки сигналов на базе ПЛИС.