

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

06.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

С.1.2.24 Основы теории радиосистем и комплексов управления

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация выпускника

Специалист

(бакалавр/магистр/специалист)

Специализация

Радиолокационные системы и комплексы

Курс 5
Семестр 10

Распределение учебного времени

| | | |
|---|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану | 144 / 4 | часов/зачетных единиц |
| Лекции | 16 | часов |
| Лабораторные работы | 32 | часов |
| Практические занятия | - | часов |
| Иная контактная работа | - | часов |
| Всего контактной работы (без учета экз.) | 48 | часов |
| Контактная работа по экзамену | 6 | часов |
| Курсовой проект (работа) | - | семестр |
| Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.) | 60 | часов |
| Самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 30 | часов |
| Экзамен | 10 | семестр |
| Зачет | - | семестр |
| БРК, ДЗ | - | семестр |

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составили:

| | | | |
|-------------|-----------|-------------|----------------|
| профессор | РТиМБС | СОГЛАСОВАНО | И.Л. Егошина |
| (должность) | (кафедра) | | (И.О. Фамилия) |

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехнических и медико-биологических систем

| | | |
|------------------------|------------|---|
| (наименование кафедры) | | |
| 06.03.2023 | протокол № | 9 |
| (дата) | | |

| | | |
|---------------------|-------------|----------------|
| Заведующий кафедрой | СОГЛАСОВАНО | Р.Г. Хафизов |
| | | (И.О. Фамилия) |

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

| | | |
|---------------------|-------------|----------------|
| Заведующий кафедрой | СОГЛАСОВАНО | Р.Г. Хафизов |
| | | (И.О. Фамилия) |

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

| | |
|-------------|----------------|
| СОГЛАСОВАНО | А.Н. Дедов |
| | (И.О. Фамилия) |

Эксперт(ы): Власов Никита Михайлович, заместитель главного конструктора АО
Марийский машиностроительный завод - заместитель начальника НТЦ «Коралл»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 09.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения |
|---|---|---|
| 1. ПК-1 Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования | ПК-1.1 Знать стадии проектирования | знания: основные стадии проектирования радиосистем и комплексов управления умения: навыки: |
| | ПК-1.2 Уметь разрабатывать техническое задание на проектирование | знания: умения: разрабатывать техническое задание на проектирование радиосистем и комплексов управления навыки: владеть навыками применения технического задания на проектирование радиосистем и комплексов управления |
| 2. 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 Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов | знания: принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов управления умения: навыки: |
| | ПК-2.2 Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных | знания: умения: проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов управления навыки: |
| | ПК-2.3 Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ | знания: умения: навыки: навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ |

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы технологии микро- и нанoeлектроники (ПК-1), Радиоавтоматика (ПК-1), Радиопередающие устройства (ПК-1), Радиоприемные устройства

(ПК-1), Статистическая радиотехника (ПК-1), Основы теории радиолокационных систем и комплексов (ПК-1), Основы теории радионавигационных систем и комплексов (ПК-1), Моделирование радиотехнических систем в LabView (ПК-1), Защита информации в радиотехнических системах (ПК-1), Основы построения оптических локационных систем (ПК-1), Радиоавтоматика (ПК-2), Радиопередающие устройства (ПК-2), Радиоприемные устройства (ПК-2), Основы теории радионавигационных систем и комплексов (ПК-2), Компьютерное проектирование и моделирование радиоэлектронных средств (ПК-2), Узлы и элементы радиотехнических систем (ПК-2), Основы телевидения и средства отображения информации (ПК-2), Современные радиолокационные приемопередатчики (ПК-2), Защита информации в радиотехнических системах (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, процедуры самообучения, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: информационные, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|--|------------------|-------------------------|
| ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАДИОСИСТЕМ И КОМАНДНОГО УПРАВЛЕНИЯ | 108 | ПК-1, ПК-2 |
| Лекция. Классификация радиосистем и комплексов управления | 2 | |
| Лекция. Тактико-технические показатели РСКУ | 2 | |
| Лекция. Системы самонаведения | 2 | |
| Лекция. Системы телерадионаведения | 2 | |
| Лекция. Системы командного радиоуправления. КРУ-1 | 2 | |
| Лекция. Системы командного радиоуправления. КРУ-2 | 2 | |
| Лекция. Современные боевые радиосистемы и комплексы управления. Сармат. Циркон и др. | 4 | |
| Лабораторная работа. Лабораторная работа 1 – «Построение кинематических траекторий по различным методам наведения» | 4 | |
| Лабораторная работа. Лабораторная работа 2 – «Исследование методов наведения: метода пропорционального наведения и метода параллельного сближения» | 4 | |
| Лабораторная работа. Лабораторная работа 3 - «Исследование методов наведения: сравнение прямого метода наведения и метода наведения с УТВ | 4 | |

| | |
|---|----|
| Лабораторная работа. Лабораторная работа 4 – «Изучение системы самонаведения» | 8 |
| Лабораторная работа. Лабораторная работа 5 - «Исследование наведения с ограничениями» | 4 |
| Лабораторная работа. Лабораторная работа 6 – «Изучение систем командного радиоуправления КРУ-1 и КРУ -2» | 8 |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение заданий лабораторных работ, подготовка к их защите и подготовка к лекциям по темам: - системы координат, используемых в РУ; - особенности систем радиоуправления как замкнутых следящих систем.; - кинематические соотношения в вертикальной плоскости при наведении. | 60 |
| Иная контактная работа: | 0 |
| Подготовка к экзамену | 30 |
| Проведение экзамена | 6 |

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины Основы теории радиосистем и комплексов управления рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине Основы теории радиосистем и комплексов управления, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к **лабораторным занятиям** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины Основы теории радиосистем и комплексов управления. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины Основы теории радиосистем и комплексов управления. оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины Основы теории радиосистем и комплексов управления, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины Основы теории радиосистем и комплексов управления включает выполнение лабораторной работы.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине Основы теории радиосистем и комплексов управления является экзамен.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

| №№ п/п | Список используемой литературы | Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет |
|---|---|---|
| УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ | | |
| 1. | Радиосистемы управления [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности "Радиоэлектронные системы" направления подгот. дипломир. специалистов "Радиотехника"] / [В. А. Вейцель, А. С. Волковский, С. А. Волковский и др.] ; под ред В. А. Вейцеля. М.: Дрофа, 2005. - 415 с. ISBN 5-7107-6968-1. Экземпляры: всего 48. | 48 |
| 2. | Зырянов, Ю. Т. Основы радиотехнических систем [Электронный ресурс] / Зырянов Ю. Т., Белоусов О. А., Федюнин П. А. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. ISBN 978-5-8114-1903-6. | https://e.lanbook.com/book/212156 |
| 3. | Котоусов, Анатолий Сергеевич. Теоретические основы радиосистем. Радиосвязь, радиолокация, радионавигация [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов № 42 "Радиотехника" и специальности 2016 "Радиоэлектрон. системы" / А. С. Котоусов. М.: Радио и связь, 2002. - 224 с. ISBN 5-256-01640-7. Экземпляры: всего 9. | 9 |

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

| №№ п/п | Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации | Перечень основного оборудования | Программное обеспечение |
|-----------|---|--|---|
| 1. | 402 (III) | Генератор высокочастотный Г4-102 (3), Генератор Г4-102А (1), Генератор низкочастотный Г3-109 (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (6), Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (7), Лабораторный практикум "Основы радиотехники и телекоммуникаций" Emona DATEx Telecommunication (4), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (7), Механический манипулятор-роботизированная рука KJH с сервоприводом и контроллером (2), Мобильная | Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, LABVIEW, Proteus VSM for AVR, Altium Designer Perpetual EDU v15, Mathcad University |

| | | | |
|--|--|--|--------------------------|
| | | -60-1P для LCD телевизора (1), Мультиметр DM3058E (1), Мультиметр AM-1083 (2), Осциллограф цифровой DS 1052E (6), Осциллограф C1-65 (4), Станция паяльная ATP -1107 (1), Телевизор LED Samsung UE55NU7100 UX 4K Ultra HG (1), Учебный стенд DE1-SoC /Terasic Technologies L.L.C (2), Комплект учебной мебели (1) | Classroom Perpetual - 40 |
|--|--|--|--------------------------|

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

| Уровень сформированности элементов компетенции | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|--|---|-------------------|
| Пороговый уровень | Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий. | удовлетворительно |
| Продвинутый уровень | Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения | хорошо |
| Высокий уровень | Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ | отлично |

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии

технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Билет №0

1. Классификация радиосистем управления
2. Системы радиотеленавещения. Система наведения по лучу

Вопросы к устным опросам

Что такое вектор состояния летательного аппарата?

Какие радиотехнические системы входят в состав комплексов радиоуправления?

Каковы основные признаки классификации систем радиоуправления?

Как определяются фиксированные и нефиксированные траектории? Что такое кинематическая траектория?

В чем отличие двух- и трехточечных методов наведения?

Как осуществляется пропорциональное наведение?

Как осуществляется наведение по кривой погони и параллельное сближение?

Как создается нормальное ускорение при управлении атмосферным летательным аппаратом?

Какие функциональные задачи решаются с помощью автопилота?

Какие особенности имеют системы радиоуправления как замкнутые следящие системы? Из каких звеньев они состоят?

Перечислите преимущества и недостатки командно-измерительных радиолиний с простыми, сложными ортогональными и сложными противоположными сигналами.

Чем определяется диапазон однозначности при различных методах измерений дальности и угловых координат?

Какая обратная связь в командных радиолиниях (информационная или решающая) нашла наибольшее применение в командно-измерительных системах? Почему?

Какие бывают виды динамических ошибок наведения УО на цель, что и как влияет на их значение?

Приводят ли к ошибке наведения УО на цель разбаланс КРЛ, постоянный возмущающий аэродинамический момент, систематические погрешности радиовизиров при астатизме

контура радиоуправления первого и второго порядков?

Что такое радиотеленаведение?

Что такое радиолуч?

Что такое радиозона?

Зачем нужен опорный сигнал?

Как передается опорный сигнал на борт ракеты?

Сравните РТН и КРУ.

Как определяется эквивалентная помеха?

От каких факторов зависят параметры радиозвена?

Дайте классификации: систем самонаведения:

Укажите основные упрощения и допущения, принимаемые при описании контура самонаведения, позволяющие использовать методы теории оптимального управления.

Определите понятие текущего промаха. Каким показателем оценивается точность самонаведения?

Каков критерий оптимальности пропорционального наведения и при каких условиях пропорциональное наведение является оптимальным?

Почему в реальных системах самонаведения используют правило формирования команд управления, отличное от теоретического? Перечислите основные методы наведения, применяемые для поражения малоподвижных и быстро движущихся целей. Перечислите основные типы угломерных каналов ГСН, используемых при различных способах наведения.

Составьте функциональную схему контура самонаведения по кривой погони, если в угломерном канале ГСН используется силовой флюгер. Запишите соответствующую систему дифференциальных уравнений.

Перечислите основные требования, которым должны удовлетворять модели радиосредств в контурах самонаведения.

Опишите основные факторы, влияющие на динамическую ошибку промаха.

Опишите основные факторы, влияющие на значение дисперсии промаха, возникающего вследствие действия углового шума. Чем определяется инерционность контура самонаведения на большей части траектории сближения с целью? Как можно вычислить эквивалентную ширину полосы контура?

Постройте структурную схему системы автономного управления.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Обобщенная структурная схема радиосистемы управления. Общие определения.

2. Структурная схема комплекса радиоуправления.
3. Классификация радиосистем управления.
4. Траектории полета и методы наведения атмосферных ЛА.
5. Автопилот и звено «автопилот-управляемый объект».
6. Внешние контуры систем радиоуправления.
7. Радиотехнические комплексы командного управления космическими аппаратами.
8. Диапазоны частот для радиолиний управления космическими аппаратами.
9. Обобщенная схема командно-измерительной системы космических аппаратов
10. Методы уплотнения данных в командно-измерительных системах.
11. Структурная схема командной радиолинии с решающей обратной связью.
12. Структурная схема бортовой аппаратуры телеметрической системы КА.
13. Измерение радиальной скорости КА. Запросные и беззапросные системы.
14. Измерение дальности до КА.
15. Методы измерения угловых координат КА.
16. Структурная схема командной радиолинии летательных аппаратов.
17. Системы радиотеленавещения. Система наведения по радиолучу.
18. Радиолиния управления в радиолуче.
19. Системы самонаведения. Структурная схема головки самонаведения.
20. Принципы построения радиовзрывателей.