

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Комплексирование РНС
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиотехнических систем**

Учебный план 11.05.01_24_00.plx
11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы

Квалификация **инженер**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. работа	51	51	51	51
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

д.техн.н., проф., Белокуров Владимир Александрович

Рабочая программа дисциплины

Комплексирование РНС

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - специалитет по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 94)

составлена на основании учебного плана:

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических систем

Протокол от 27.06.2024 г. № 11

Срок действия программы: 20242030 уч.г.

Зав. кафедрой Кошелев Виталий Иванович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от ____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от ____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от ____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Радиотехнических систем

Протокол от ____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является получение базовых знаний в области построения систем комплексирования различных РНС, а также подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	
1.3	Задачами дисциплины являются:
1.4	изучение основных методов определения местоположения;
1.5	изучение способов описания моделей ошибок бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС);
1.6	изучение основных схем комплексирования: инвариантной, неинвариантной;
1.7	изучение схем комплексирования БИНС и спутниковых РНС;
1.8	изучение применения методов линейной и нелинейной дискретной фильтрации на основе фильтра Калмана при комплексировании радионавигационной информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Аппаратура потребителей спутниковых радионавигационных систем
2.1.2	Моделирование РНС
2.1.3	Проектирование РНС
2.1.4	Цифровые радиоприемные устройства РНС
2.1.5	Инерциальные радионавигационные системы
2.1.6	Цифровые радиопередающие устройства РНС
2.1.7	Технологическая практика
2.1.8	Проектирование РНС
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-5 : Способен проводить анализ и расчет параметров сложнофункционального блока на основе выполненных проектов	
ПК-5.3. Выполняет анализ параметров аналогового сложнофункционального блока радионавигационного устройства	
Знать основные схемы комплексирования радионавигационной информации. Уметь выбрать исходя из задачи, требуемую схему комплексирования и провести необходимые расчёты параметров фильтра Калмана. Владеть статистическими методами анализа экспериментальных данных систем комплексирования радионавигационной информации.	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные схемы комплексирования радионавигационной информации.
3.2	Уметь:
3.2.1	выбрать исходя из задачи, требуемую схему комплексирования и провести необходимые расчёты параметров фильтра Калмана.
3.3	Владеть:
3.3.1	статистическими методами анализа экспериментальных данных систем комплексирования радионавигационной информации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Содержание дисциплины					
1.1	Введение /Тема/	10	0			
1.2	Методы определения местоположения объекта. Их достоинства и недостатки. /Лек/	10	2	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.3	Метод наименьших квадратов (МНК). Разновидности МНК. /Лек/	10	4	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.4	Комплексирование радионавигационной информации от нескольких датчиков с помощью МНК на основе инвариантной и неинвариантной схем. /Лек/	10	4	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.5	Изучение материалов по Теме 1.1 /Ср/	10	2	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.6	Применение фильтра Калмана в задачах комплексирования радионавигационной информации /Тема/	10	0			
1.7	Формирующий фильтр. Уравнения линейного и нелинейного дискретного фильтра Калмана. /Лек/	10	5	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.8	Примеры использования фильтра Калмана при комплексировании. /Лек/	10	5	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.9	Изучение материалов по Теме 1.2 /Ср/	10	2	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.10	Описание моделей ошибок БИНС /Тема/	10	0			
1.11	Модель ошибок БИНС в подвижной и неподвижной системах координатах. /Лек/	10	8	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.12	Модель ошибок БИНС с использованием направляющих косинусов в подвижной системе координатах. /Ср/	10	16	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.13	Модель ошибок БИНС с использованием кватернионов в подвижной системе координатах. /Ср/	10	16	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.14	Исследование выходного сигнала микромеханического гироскопа. /Лаб/	10	4	ПК-5 .3-У ПК-5 .3-В	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3	Отчёт. Ответы на вопросы.
1.15	Изучение материалов по Теме 1.3 Подготовка к лабораторной работе. /Ср/	10	2	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3	
1.16	Схемы комплексирования БИНС и спутниковых РНС /Тема/	10	0			
1.17	Слабосвязанная схема комплексирования с обратной и без обратной связей. Использование фильтра Калмана. /Лек/	10	4	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.18	Исследование функционирования бесплатформенной гировертикали. /Лаб/	10	4	ПК-5 .3-У ПК-5 .3-В	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2 Э3	Отчёт. Ответы на вопросы.
1.19	Моделирование алгоритмов работы БИНС в географической системе координат. /Лаб/	10	4	ПК-5 .3-У ПК-5 .3-В	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	Отчёт. Ответы на вопросы.
1.20	Исследование помехозащищенности спутниковых систем навигации. /Лаб/	10	4	ПК-5 .3-У ПК-5 .3-В	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.4 Э1 Э2 Э3	Отчёт. Ответы на вопросы.

1.21	Глубокоинтегрированная схема комплексирования БИНС и спутниковых РНС. /Ср/	10	5	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.22	Комплексирование РНС с целью повышения точности помехозащищённости РНС. /Ср/	10	5	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.23	Изучение материалов по Теме 1.4 Подготовка к лабораторным работам. /Ср/	10	3	ПК-5 .3-3	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3	
Раздел 2. Промежуточная аттестация						
2.1	Подготовка к зачету, иная контактная работа /Тема/	10	0			
2.2	Подготовка к зачету /Зачёт/	10	8,75	ПК-5 .3-3 ПК-5 .3-У ПК-5 .3-В	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3	
2.3	Прием зачета /ИКР/	10	0,25	ПК-5 .3-3 ПК-5 .3-У ПК-5 .3-В	Л1.1	Ответ по билету

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Комплексирование РНС").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Безруков А. В., Смирнов В. В., Сотникова Н. В., Евсеев В. И.	Радионавигационные системы	Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2021, 146 с.	, https://e.lanbook.com/book/220304

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Бакулев П.А., Сосновский А.А.	Радиолокационные и радионавигационные системы : Учеб.пособие	М.:Радио и связь, 1994, 296с.	5-256-01148-0, 1
Л2.2	Бакулев П.А., Сосновский А.А.	Радионавигационные системы : учеб. для вузов	М.: Радиотехника, 2011, 269с.	978-5-88070-285-5, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Белокуров В.А.	Моделирование алгоритмов работы БИНС в географической системе координат : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2011,	, https://elibrsr.eu.ru/ebs/download/1151
ЛЗ.2	Белокуров В.А.	Исследование выходных сигналов микромеханических гироскопов : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2019,	, https://elibrsr.eu.ru/ebs/download/2084
ЛЗ.3	Белокуров В.А.	Исследование функционирования бесплатформенной гировертикали : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012,	, https://elibrsr.eu.ru/ebs/download/1789
ЛЗ.4	Кошелев В.И.	Исследование помехозащищенности спутниковых систем навигации : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2010,	, https://elibrsr.eu.ru/ebs/download/2284

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная база данных «Издательство Лань»
Э2	Электронно-библиотечная система IRPbooks
Э3	Электронная библиотека РГРТУ

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
Microsoft Office	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	423 А Лабораторный корпус. учебная лаборатория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, для проведения самостоятельной работы обучающихся Специализированная мебель (18 посадочных мест), ПК: Intel Pentium Dual/3,24Gb – 1 шт. 1 мультимедийный проектор 1800 Ansi, экран, магнитно-маркерная доска. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
2	423 Лабораторный корпус. учебная лаборатория для проведения занятий лабораторных работ и индивидуальных консультаций, для проведения самостоятельной работы обучающихся Специализированная мебель (18 посадочных мест). Магнитно-маркерная доска. Комплект оборудования для лаборатории цветного телевидения. (4 ПК). Комплект оборудования для учебной лаборатории цветного телевидения на 2 рабочих места студентов (2 ПК). ПК: Intel Pentium G2030/4Gb – 6 шт Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

3	417 Лабораторный корпус. учебная лаборатория для проведения лабораторных работ, самостоятельной работы обучающихся Учебно-лабораторный комплекс «Радиолокационные станции обнаружения подвижных объектов на базе АФАР-16», РЛС-02-16. Комплект учебно-лабораторного оборудования для изучения основ радиолокации ЭЛБ-150.024.01. Учебно-лабораторные макеты: генераторы, осциллографы, радиовысотомер, отладочные комплекты, 1 мультимедийный проектор 1800 Ansi, экран, магнитно-маркерная доска, специализированная мебель. ПК: Intel Pentium G5420/8Gb – 6 шт Intel Pentium Dual/2Gb – 3 шт Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
4	525 Лабораторный корпус.. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. 1 интерактивный комплект T82/IN124Sta/WTN140-доска IQ Board DVT T082+проектор Infocus IN124STA. ПК: Intel Core i5 /8Gb. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические указания по освоению дисциплины "Комплексирование РНС" представлены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Кошелев Виталий
Иванович, Заведующий кафедрой РТС

21.01.25 14:15 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Паршин Юрий
Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ

21.01.25 15:17 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО ЗАМ.
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Галицына Марина
Александровна, Заместитель начальника УРОП

22.01.25 09:01 (MSK)

Простая подпись