

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
Проректор по УР
А.В. Корячко

Инерциальные радионавигационные системы
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиотехнических систем**
Учебный план 11.05.01_22_00.rlx
11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы
Квалификация **инженер**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		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	87	87	87	87
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Белокуров Владимир Александрович

Рабочая программа дисциплины

Инерциальные радионавигационные системы

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 28.01.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических систем

Протокол от 30.06.2022 г. № 12

Срок действия программы: 2022-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Кошелев Виталий Иванович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

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 _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является получение базовых знаний в области построения инерциальных 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	получение теоретических знаний о физических основах инерциальной навигации: понятие кажущегося ускорения, сила Кориолиса; движение материальной точки во вращающейся системе координат;
1.5	изучение методов начальной выставки инерциальных навигационных систем: грубая выставка, точная выставка;
1.6	изучение основных схем построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем;
1.7	изучение принципов построения чувствительных элементов инерциальных навигационных систем, а также методов описания их погрешностей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	НИРС
2.1.2	Устройства СВЧ и антенны
2.1.3	Технологическая практика
2.1.4	Устройства ГФС
2.1.5	Электродинамика и распространение радиоволн
2.1.6	Сетевые информационные технологии
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Аппаратура потребителей спутниковых радионавигационных систем
2.2.2	Моделирование РНС
2.2.3	Принципы построения и функционирования сетевых спутниковых радионавигационных систем
2.2.4	Проектирование РНС
2.2.5	Антенны с электронным управлением
2.2.6	Комплексирование РНС
2.2.7	Конструкторская практика
2.2.8	Лазерные радионавигационные системы
2.2.9	СВЧ приемно-передающие устройства
2.2.10	Спутниковые радиопередающие системы
2.2.11	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.12	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1 : Способен обеспечить реализацию требований технического задания на проектирование и осуществлять технологическое управление процессом создания радиоэлектронных систем и комплексов	
ПК-1 .1. Выполняет анализ требований технического задания для разработки функциональных узлов радиоэлектронных систем и комплексов	
Знать физические основы функционирования инерциальных навигационных систем. Уметь в соответствии с техническим заданием выбирать параметры отдельных узлов инерциальных навигационных систем. Владеть методами разработки функциональных узлов инерциальных радионавигационных систем.	
ПК-5 : Способен проводить анализ и расчет параметров сложнотехнического блока на основе выполненных проектов	
ПК-5 .1. Определяет основные значения технических параметров на основе выполненных предыдущих проектов	

Знать
физические основы функционирования чувствительных элементов инерциальных навигационных систем.
Уметь
проводить моделирование аппаратуры инерциальных радионавигационных систем в современных пакетах моделирования.
Владеть
методами реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- физические основы функционирования инерциальных навигационных систем;
3.1.2	- физические основы функционирования чувствительных элементов инерциальных навигационных систем.
3.2	Уметь:
3.2.1	- в соответствии с техническим заданием выбирать параметры отдельных узлов инерциальных навигационных систем;
3.2.2	- методами разработки функциональных узлов инерциальных радионавигационных систем.
3.3	Владеть:
3.3.1	- методами разработки функциональных узлов инерциальных радионавигационных систем;
3.3.2	- методами реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных.

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/	8	0			
1.2	Основные принципы построения инерциальных систем. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.3	Чувствительные элементы инерциальных систем. Погрешности выходных сигналов. Вариации Аллана. /Лек/	8	4	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.4	Принципы построения лазерных гироскопов. /Ср/	8	20	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.5	Кинематические параметры ориентации твердого тела. Направляющие косинусы. Кватернионы. Углы Эйлера-Крылова. /Лек/	8	6	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.6	Интегрирование кинематических уравнений. Численные алгоритмы. Погрешности. /Лек/	8	4	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.7	Счисление пути во вращающейся системе координат. Сила Кориолиса. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.8	Начальная выставка ИНС /Тема/	8	0			
1.9	Задачи начальной выставки. Грубая выставка ИНС. Грубая выставка БИНС. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.10	Точная выставка БИНС на лазерных гироскопах. Точная выставка БИНС на микромеханических гироскопах. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.11	Изучение материалов по Теме 1.2 /Ср/	8	17	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.12	Калибровка чувствительных элементов ИНС /Тема/	8	0			
1.13	Калибровка микромеханических акселерометров с использованием метода наименьших квадратов. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.14	Калибровка микромеханических магнетометров с использованием метода наименьших квадратов. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.15	Калибровка микромеханических гироскопов с использованием поверенных стендов. /Ср/	8	20	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	

1.16	Система угловой ориентации на базе микромеханических датчиков /Тема/	8	0			
1.17	Вывод уравнений ошибок системы угловой ориентации. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.18	Коррекция показаний системы угловой ориентации по показаниям MEMS акселерометров. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.19	Коррекция показаний системы угловой ориентации по показаниям данных спутниковой РНС. /Лек/	8	2	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
1.20	Исследование выходных сигналов микромеханических гироскопов. /Лаб/	8	4	ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В ПК-5 .1-У ПК-5 .1-В	Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	Отчет. Ответы на вопросы.
1.21	Исследование микромеханического гироскопа L3G4200D. /Лаб/	8	4	ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В ПК-5 .1-У ПК-5 .1-В	Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	Отчет. Ответы на вопросы.
1.22	Исследование дискретного линейного фильтра Калмана. /Лаб/	8	4	ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В ПК-5 .1-У ПК-5 .1-В	Л1.1 Э1 Э2 Э3	Отчет. Ответы на вопросы.
1.23	/Лаб/	8	4	ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В ПК-5 .1-У ПК-5 .1-В	Л1.1 Э1 Э2 Э3	Отчет. Ответы на вопросы.
1.24	Изучение материалов по Теме 1.4 Подготовка к лабораторным работам. /Ср/	8	30	ПК-1 .1-3 ПК-5 .1-3	Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
Раздел 2. Промежуточная аттестация						
2.1	Подготовка к зачету, иная контактная работа /Тема/	8	0			
2.2	Подготовка к зачету /ЗаО/	8	8,75	ПК-1 .1-3 ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В ПК-5 .1-3 ПК-5 .1-У ПК-5 .1-В	Л1.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
2.3	Прием зачета /ИКР/	8	0,25	ПК-1 .1-3 ПК-1 .1-У ПК-1 .1-В ПК-5 .1-3 ПК-5 .1-У ПК-5 .1-В		Ответ по билету

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Инерциальные радионавигационные системы").

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	Афонин А. А., Ямашев Г. Г.	Микроконтроллеры в задачах ориентации, навигации и управлении летательных аппаратов : учебное пособие	Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2016, 191 с.	978-5-9908055-2-1, http://www.iprbookshop.ru/56012.html

6.1.3. Методические разработки				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Белокуров В.А.	Исследование микромеханического гироскопа L3G4200D : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2019,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/2083
ЛЗ.2	Белокуров В.А.	Исследование выходных сигналов микромеханических гироскопов : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2019,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/2084

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
Chrome	Свободное ПО
MS Office 2003	Комерческая 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	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
3	519 Лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, для проведения самостоятельной работы обучающихся. Специализированная мебель (24 посадочных места), доска.

4	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.
---	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Инерциальные радионавигационные системы").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Кошелев Виталий Иванович, Заведующий кафедрой РТС	09.10.23 15:29 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Паршин Юрий Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ	09.10.23 17:13 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе	10.10.23 10:58 (MSK)	Простая подпись