

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

Электронные устройства в инерциальных технологиях

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электронных приборов**
Учебный план 11.04.04_23_00.plx
 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Квалификация **магистр**
Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	10			
Неделя	10			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	20	20	20	20
Лабораторные	10	10	10	10
Практические	20	20	20	20
Иная контактная работа	0,65	0,65	0,65	0,65
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	52,65	52,65	52,65	52,65
Контактная работа	52,65	52,65	52,65	52,65
Сам. работа	103,3	103,3	103,3	103,3
Часы на контроль	44,35	44,35	44,35	44,35
Письменная работа на курсе	15,7	15,7	15,7	15,7
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Серебряков Андрей Евгеньевич

Рабочая программа дисциплины

Электронные устройства в инерциальных технологиях

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 27.01.2023 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от 26.05.2023 г. № 5

Срок действия программы: 2023-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Чиркин Михаил Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

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
Электронных приборов

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
Электронных приборов

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

Электронных приборов

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	формирование систематических знаний по принципам построения инерциальных навигационных систем и изучение основных требований и характеристик, предъявляемых к различным типам гироскопических систем ориентации, а также особенностей применения в них элементов и изделий электронной техники.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	- изучение принципов построения и основных характеристик инерциальных навигационных систем;
1.4	- практическое овладение методами численного исследования точности инерциальных навигационных по уравнениям ошибок с помощью персональных ЭВМ;
1.5	- изучение и моделирование основных характеристик гироскопических систем ориентации их составные частей, а также особенностей применения в них элементов и изделий электронной техники;
1.6	- формирование навыков изложения научного, теоретического материала в области инерциальных технологий в виде докладов, презентаций и научных публикаций;
1.7	- применение приобретенных практических знаний для решения конкретных задач при прохождении учебных практик, при выполнении курсовых и выпускных работ, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:
2.1.2	знать:
2.1.3	физические основы теории построения и принципы действия инерциальных датчиков, а также базовые концепции и модели квантовой и статистической физики, основные свойства и законы механического движения;
2.1.4	уметь: моделировать работу систем управления и систем обработки сигналов инерциальных датчиков;
2.1.5	владеть:
2.1.6	навыками проектирования и расчета систем и узлов инерциальных датчиков и электронных схем по заданным характеристикам и параметрам, программные средствами для обработки экспериментальных данных и сигналов.
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-4: Разрабатывает отдельные детали и узлы приборов ориентации и навигации	
ПК-4.1. Выполняет теоретические изыскания принципов и путей создания новых образцов приборов ориентации и навигации	
Знать принципы построения и функционирования инерциальных датчиков и измерительных систем на их основе;	
Уметь моделировать и проектировать чувствительные элементы и функциональные узлы инерциальных датчиков и устройств с учетом заданных технических требований.	
Владеть навыками построения моделей инерциальных датчиков и их сигналов.	
ПК-4.2. Выполняет экспериментальные исследования новых образцов приборов ориентации, навигации	
Знать функциональные узлы и особенности конструирования и разработки инерциальных датчиков (акселерометров, электромеханических гироскопов с карданным подвесом ротора, динамически настраиваемых гироскопов, микромеханических гироскопов, волновых твердотельных и электростатических гироскопов, а также оптических кольцевых гироскопов (лазерных))	
Уметь производить обработку сигналов и измерения шумов инерциальных датчиков; производить анализ научно-технических проблем в области проектирования инерциальных датчиков с учетом нормативных требований.	
Владеть современными информационными технологиями и программными комплексами для разработки проектно-конструкторской документации на инерциальные датчики и их функциональные узлы.	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
------------	---------------

3.1.1	составные части гироскопических систем, а также особенности применения в них элементов и изделий электронной техники; методы проектирования электронных устройств с использованием автоматизированных систем;
3.2	Уметь:
3.2.1	формулировать цели проектирования инерциальных приборов и систем, обеспечивать выбор критериев и показателей проектирования; разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты инерциальных навигационных систем с использованием средств автоматизации проектирования
3.3	Владеть:
3.3.1	основными методами и приемами разработки технического задания для электронных устройств инерциальных приборов и систем;
3.3.2	навыкам работы с автоматизированными системами проектирования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1.					
1.1	Предмет и задачи дисциплины «Электронные устройства в инерциальных технологиях» /Тема/	3	0			
1.2	Принципы построения платформенных и бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС). Требования к точности инерциальных навигационных систем. Особенности характеристик электронных устройств, обрабатывающих сигналы датчиков первичной информации в навигационных системах. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.3	Параметры ориентации и навигации. Фигура Земли и её движение в пространстве. Гравитационное и магнитное поле Земли. Системы координат, используемые в навигации. Навигационные системы счисления	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.4	Акселерометрические БИНС. БИНС на неуправляемых гироскопах. /Ср/	3	11		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.5	БИНС с акселерометрами и датчиками угловых скоростей. /Тема/	3	0			
1.6	Общая характеристика и классификация. БИНС с углами Эйлера-Крылова. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.7	Построение модели БИНС с акселерометрами и датчиками угловых скоростей /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.8	БИНС на базе углов Эйлера Крылова /Лаб/	3	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.9	БИНС с направляющими косинусами. /Ср/	3	11		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.10	БИНС с параметрами Родрига- Гамильтона /Тема/	3	0			
1.11	Анализ алгоритмов БИНС /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.12	Проблема начальной выставки в БИНС /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.13	БИНС на базе кватернионов /Лаб/	3	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	

1.14	Начальная выставка БИНС /Ср/	3	11		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.15	Модель ошибок БИНС /Тема/	3	0			
1.16	Элементарный анализ ошибок БИНС. Векторная модель ошибок БИНС. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.17	Анализ существующих моделей ошибок БИНС /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.18	Анализ ошибок БИНС /Лаб/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.19	Скалярная модель ошибок БИНС. Уравнение ошибок БИНС в определении параметров ориентации. /Ср/	3	10,1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.20	Комплексные навигационные системы /Тема/	3	0			
1.21	Элементы теории случайных процессов. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.22	Комплексных системы навигации. Особенности функционирования и их проектирование /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.23	Принципы построения комплексных систем навигации. /Ср/	3	10,1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.24	Фильтр Калмана в навигационных системах /Тема/	3	0			
1.25	Непрерывный фильтр Калмана /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.26	Исследование работы фильтра Калмана в навигационных системах. /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.27	Дискретный фильтр Калмана /Ср/	3	10,1		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.28	Моделирование алгоритмов БИНС /Тема/	3	0			
1.29	Калибровка инерциальных чувствительных элементов. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.30	Калибровка инерциальных чувствительных элементов. /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.31	Принцип построения спутниковых систем навигации /Тема/	3	0			
1.32	Точностные характеристики спутниковых систем и их применение в навигационных комплексах. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.33	Инерциально-спутниковые навигационные комплексы. Методика коррекции навигационной информации. /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.34	Инерциально-спутниковые навигационные комплексы. /Ср/	3	20		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.35	Астронавигационные системы /Тема/	3	0			
1.36	Астроориентатор и астрокомпас. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	

1.37	Методология расчета погрешности астронавигационных систем. /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.38	Погрешности астронавигационных систем /Ср/	3	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.39	Перспективы развития инерциальных технологий и устройств /Тема/	3	0			
1.40	Новые направления развития в области проектирования инерциальных навигационных систем. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.41	Применение инерциальных технологий для диагностики ЧС и предупреждения аварий. /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
1.42	Перспективные направления внедрения инерциальных технологий /Ср/	3	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
	Раздел 2.					
2.1	/Тема/	3	0			
2.2	/КПКР/	3	15,7		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
2.3	/ИКР/	3	0,65		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
2.4	/Тема/	3	0			
2.5	/КП/	3	0		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
2.6	/Кнс/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	
2.7	/Экзамен/	3	44,35		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Электронные устройства в инерциальных технологиях")

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	Шарапов В. М., Полищук Е. С., Кошевой Н. Д., Ишанин Г. Г., Минаев И. Г., Совлуков А. С., Шарапов В. М., Полищук В. С.	Датчики : справочное пособие	Москва: Техносфера, 2012, 624 с.	978-5-94836- 316-5, http://www.iprbookshop.ru/16974.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.2		Датчики фирмы Honeywell	Москва: ДМК Пресс, 2010, 47 с.	978-5-94020-004-8, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60935
Л1.3	Архипов А. М., Иванов В. С., Панфилов Д. И.	Датчики Freescale Semiconductor	Москва: ДМК Пресс, 2010, 184 с.	978-5-94120-204-1, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60998

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Юматов Л.С., Кушнарев Ю.М.	Электронавигационные приборы и их эксплуатация : Учеб.	М.: Транспорт, 1989, 199с.	5-277-00425-4, 1
Л2.2	Шарапов В.М., Мусиенко М.П., Шарапова Е.В.	Пьезоэлектрические датчики	М.: Техносфера, 2006, 632с.	5-94836-100-4, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Джашитов, А. Э., Бекренев, Н. В., Горбачев, В. О., Злобина, И. В., Карачаровский, В. Ю., Овчинникова, Н. В., Цветкова, О. А.	Теоретическая механика. Сквозные задачи, алгоритмы решения задач с комментариями, содержанием теории и примерами, математика : учебное пособие	Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020, 259 с.	978-5-7433-3377-6, http://www.iprbookshop.ru/108712.html

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
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	103 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, компьютерный класс Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
---	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания к дисциплине "Электронные устройства в инерциальных технологиях")	Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Серебряков Андрей Евгеньевич, Заместитель заведующего кафедрой 26.09.23 11:59 (MSK) Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Чиркин Михаил Викторович, Ректор 26.09.23 12:00 (MSK) Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе 26.09.23 12:03 (MSK) Простая подпись