

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

Датчики на основе микро -и нанотехнологий
рабочая программа дисциплины (модуля)

| | |
|------------------------|---|
| Закреплена за кафедрой | Радиотехнических устройств |
| Учебный план | 11.03.01_22_00.plx 11.03.01 Радиотехника |
| Квалификация | бакалавр |
| Форма обучения | очная |
| Общая трудоемкость | 3 ЗЕТ |

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 5 (3.1) | | Итого | |
|--|---------|-------|-------|-------|
| | 16 | | | |
| Неделя | 16 | | | |
| Вид занятий | уп | рп | уп | рп |
| Лекции | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Лабораторные | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Практические | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Иная контактная работа | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| Консультирование перед экзаменом и практикой | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Итого ауд. | 50,35 | 50,35 | 50,35 | 50,35 |
| Контактная работа | 50,35 | 50,35 | 50,35 | 50,35 |
| Сам. работа | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Часы на контроль | 35,65 | 35,65 | 35,65 | 35,65 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Ксендзов Александр Валентинович

Рабочая программа дисциплины

Датчики на основе микро -и нанотехнологий

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

составлена на основании учебного плана:

11.03.01 Радиотехника

утвержденного учёным советом вуза от 28.01.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических устройств

Протокол от 27.05.2022 г. № 10

Срок действия программы: 2022-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Паршин Юрий Николаевич

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 устройств

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 устройств

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 устройств

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 устройств

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|-----|--|
| 1.1 | формирование знаний по физическим принципам работы, конструктивно-технологическим особенностям, метрологическим и эксплуатационным характеристикам измерительных преобразователей и датчиков на основе микро- и нанотехнологий, а также по вопросам проектирования интегральных датчиков и применения их в приборах и микросистемах. |
|-----|--|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|-------------------|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Основы электроники |
| 2.1.2 | Основы электроники |
| 2.1.3 | Основы электроники |
| 2.1.4 | Авторегрессионное моделирование радиотехнических сигналов |
| 2.1.5 | Авторегрессионное моделирование радиотехнических сигналов |
| 2.1.6 | Авторегрессионное моделирование радиотехнических сигналов |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Основы компьютерного моделирования и проектирования РЭС |
| 2.2.2 | Основы компьютерного моделирования и проектирования РЭС |
| 2.2.3 | Производственная практика |
| 2.2.4 | Производственная практика |
| 2.2.5 | Производственная практика |
| 2.2.6 | Устройства ГФС |
| 2.2.7 | Устройства ГФС |
| 2.2.8 | Устройства ГФС |
| 2.2.9 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.10 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.11 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.12 | Оптика и фотоника наноструктур |
| 2.2.13 | Оптико-электронные системы |
| 2.2.14 | Оптико-электронные системы |
| 2.2.15 | Оптические устройства в радиотехнике |
| 2.2.16 | Оптические устройства в радиотехнике |
| 2.2.17 | СВЧ приемо-передающие устройства |
| 2.2.18 | Спутниковые радиоприемные системы |
| 2.2.19 | Техника и технологии полупроводников |
| 2.2.20 | Физика полупроводников |
| 2.2.21 | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.22 | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.23 | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.24 | Преддипломная практика |
| 2.2.25 | Преддипломная практика |
| 2.2.26 | Преддипломная практика |
| 2.2.27 | Технологическая (проектно-технологическая) практика |
| 2.2.28 | Технологическая (проектно-технологическая) практика |
| 2.2.29 | Технологическая (проектно-технологическая) практика |
| 2.2.30 | Основы телевидения и видеотехники |
| 2.2.31 | Проектирование РЛС |
| 2.2.32 | Сквозное проектирование радиотехнических устройств |
| 2.2.33 | Сквозное проектирование радиотехнических устройств |
| 2.2.34 | Сквозное проектирование радиотехнических устройств |
| 2.2.35 | Средства защиты РЛС от помех |
| 2.2.36 | Статистическая теория РТС |

| | |
|--------|--|
| 2.2.37 | Статистическая теория РТС |
| 2.2.38 | Устройства ПОС |
| 2.2.39 | Устройства ПОС |
| 2.2.40 | Устройства ПОС в радиофотонике |
| 2.2.41 | Цифровые системы передачи информации |
| 2.2.42 | Радиотехнические системы |
| 2.2.43 | Радиотехнические системы |
| 2.2.44 | Радиотехнические системы |
| 2.2.45 | Физика микроэлектронных структур |
| 2.2.46 | Формирование и обработка оптических сигналов |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен моделировать, анализировать и верифицировать результаты моделирования разработанных принципиальных схем аналоговых блоков радиофотонных устройств

ПК-1.1. Проводит моделирование аналоговых блоков радиофотонных устройств и сложнофункционального блока средствами автоматизированного проектирования, в том числе статистическими методами

Знать

основные физические параметры и модели аналоговых блоков радиофотонных устройств

Уметь

использовать различные методы моделирования, в том числе их комбинации, при проектировании аналоговых блоков радиофотонных устройств

Владеть

навыками работы со средствами автоматизированного проектирования и моделирования аналоговых блоков радиофотонных устройств

ПК-1.2. Проверяет соответствие результатов моделирования требованиям характеристик аналоговых блоков радиофотонных устройств

Знать

методы проверки соответствия результатов моделирования требованиям характеристик аналоговых блоков радиофотонных устройств

Уметь

проводить сравнительный анализ результатов моделирования и выявлять критические различия с требованиями характеристик аналоговых блоков радиофотонных устройств

Владеть

навыками анализа результатов моделирования аналоговых блоков средствами автоматизированного проектирования с учетом особенностей цифровых методов моделирования

ПК-2: Способен проводить исследование модернизируемых функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов

ПК-2.1. Выполняет расчет электрических режимов компонентной базы бортовой аппаратуры космических аппаратов

Знать

электрические режимы электронной компонентной базы, частотно-временные сигнатуры, диапазоны и значения физических величин, характерные для данных режимов

Уметь

выполнять расчет электрических режимов электронной компонентной базы бортовой аппаратуры космических аппаратов

Владеть

математическими и графоаналитическими методами расчета электрических режимов электронной компонентной базы

ПК-2.2. Проводит измерения режимов работы элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов

Знать

электрические режимы и условия эксплуатации электронной компонентной базы, включая влияние статического электричества

Уметь

определять рабочие режимы элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов

Владеть

методами и средствами измерения характеристик и режимов работы элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

| | |
|------------|--|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | - виды и физические принципы работы датчиков МЭМС, их конструкцию, технологию производства, источники погрешностей измеряемых величин; |

| | |
|------------|--|
| 3.1.2 | - общие принципы разработки микроэлектронных измерительно-информационных средств; |
| 3.1.3 | - предметные области по терминологии, принципам работы, технико-экономическим характеристикам, вопросам проектирования и применения преобразователей и датчиков на основе микро- и нанотехнологий. |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | - измерять и интерпретировать сигналы датчиков МЭМС, используя техническое описание; |
| 3.2.2 | - оценивать и рассчитывать основные технико-экономические характеристики микроэлектронных датчиков и преобразователей; |
| 3.2.3 | - использовать аппаратуру для экспериментального исследования характеристик микроэлектронных датчиков и преобразователей. |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | - математическим аппаратом для описания модели измерений и погрешностей МЭМС, обработки данных датчиков; |
| 3.3.2 | - практическими навыками оценки основных метрологических и эксплуатационных характеристик MEMS. |

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 | Классификация микроэлектронных датчиков /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.2 | Дискретные и интегральные (ИД), полупроводниковые, плёночные и гибридные; генераторные и параметрические; аналоговые и цифровые; многофункциональные и многопараметрические; «интеллектуальные» МЭД - их обобщённая структура, чувствительные («сенсорные») и исполнительные («актюаторные») элементы ИД /Лек/ | 5 | 2 | ПК-2.1-У ПК-2.1-3 ПК-1.2-В ПК-1.2-У ПК-1.2-3 ПК-1.1-В ПК-1.1-У ПК-1.1-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-3 ПК-2.1-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.3 | MEMS датчики в радиосистемах. MEMS акселерометр, магнитометр, датчик угловой скорости: устройство и принцип действия /Пр/ | 5 | 2 | ПК-2.1-У ПК-2.1-3 ПК-1.2-В ПК-1.2-У ПК-1.2-3 ПК-1.1-В ПК-1.1-У ПК-1.1-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-3 ПК-2.1-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.4 | Классификация микроэлектронных датчиков /Ср/ | 5 | 2 | ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-1.1-У ПК-1.1-3 ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.5 | Структурно-функциональные схемы микроэлектронных датчиков /Тема/ | 5 | 0 | | | |

| | | | | | | |
|------|---|---|---|--|---------------|--|
| 1.6 | Структурно-функциональные схемы современных измерительно-информационной и измерительно-управляющей систем /Лек/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.1-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.7 | Обобщенная структурная схема MARG-БИНС на основе инерциального МЭМС-датчика (IMU) /Пр/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.8 | Исследование MARG датчика ADIS 16407: основные регистры, режимы работы, обмен данными с внешним устройством /Лаб/ | 5 | 4 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.9 | Структурно-функциональные схемы микроэлектронных датчиков /Ср/ | 5 | 3 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.10 | Метрологические характеристики микроэлектронных датчиков /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.11 | Входные и выходные величины, передаточная характеристика, чувствительность, шумовые характеристики, разрешающая способность и динамической диапазон /Лек/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |

| | | | | | | |
|------|--|---|---|--|---------------|--|
| 1.12 | Математическая модель измерений в MEMS акселерометре, магнитометре, датчике угловой скорости /Пр/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.13 | Метрологические характеристики микроэлектронных датчиков /Ср/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.14 | Погрешность и шумы микроэлектронных датчиков /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.15 | погрешности (инструментальная и методическая, абсолютная и относительная, систематическая, случайная и прогрессирующая; основная, дополнительная и эксплуатационная; аддитивная, мультипликативная и нелинейности; статическая и динамическая; погрешность квантования; порог чувствительности /Лек/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.16 | Источники ошибок в MEMS датчиках; калибровка показаний MEMS акселерометра, магнитометра, датчика угловой скорости /Пр/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.17 | Исследование MARG датчика ADIS 16407: управление фильтрацией, децимацией и динамическим диапазоном гироскопа; шумы и иные источники погрешностей; калибровка датчика. /Лаб/ | 5 | 4 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |

| | | | | | | |
|------|---|---|---|--|---------------|--|
| 1.18 | Погрешность и шумы микроэлектронных датчиков /Ср/ | 5 | 3 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.19 | Обработка и интерпретация показаний датчиков /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.20 | Фильтрация, дискретизация, квантование и децимация сигналов микроэлектронного датчика. Хранение и считывание показаний, цифровая фильтрация /Лек/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.21 | Математический аппарат для интерпретации данных MEMS датчиков. Кинематические уравнения инерциальной навигационной системы; интегрирование показаний МЭМС датчика и определение ориентации связанной системы координат /Пр/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.22 | Обработка и интерпретация показаний датчиков /Ср/ | 5 | 3 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.23 | Комплексирование показаний датчиков /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.24 | Калмановская фильтрация показаний множества датчиков со статистическим взвешиванием достоверности /Лек/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |

| | | | | | | |
|------|--|---|---|--|---------------|--|
| 1.25 | Выставка МЭМС датчика. Фильтр Калмана, Мэдживика, Махони для IMU Fusion /Пр/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.26 | Исследование MARG датчика ADIS 16407: интерпретация данных, интегрирование; выставка датчика и внешняя фильтрация показаний. /Лаб/ | 5 | 4 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.27 | Комплексирование показаний датчиков /Ср/ | 5 | 3 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.28 | Эксплуатационные характеристики МЭМС датчиков /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.29 | Массогабаритные показатели и потребляемая мощность; время работы без калибровки, наработка на отказ и срок службы /Лек/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.30 | Показатели энергопотребления, токи и напряжения в микроэлектронных датчиках /Пр/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |

| | | | | | | |
|------|---|---|---|--|---------------|--|
| 1.31 | Эксплуатационные характеристики МЭМС датчиков /Ср/ | 5 | 3 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.32 | Статистические характеристики микроэлектронных датчиков /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.33 | Дисперсия Аллана. Кратковременная и долговременная нестабильность. Аномальные ошибки. /Лек/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.34 | Дисперсия Аллана. Кратковременная стабильность, температурная стабильность, дрейф показаний МЭМС датчика /Пр/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.35 | Исследование MARG датчика ADIS 16407: кратковременная и долговременная стабильность, дисперсия Аллана /Лаб/ | 5 | 4 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 1.36 | Статистические характеристики микроэлектронных датчиков /Ср/ | 5 | 3 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| | Раздел 2. Промежуточная аттестация. | | | | | |
| 2.1 | Подготовка к экзамену, иная контактная работа. /Тема/ | 5 | 0 | | | |

| | | | | | | |
|-----|-------------------------------------|---|-------|--|---------------|--|
| 2.2 | Подготовка к экзамену. /Экзамен/ | 5 | 35,65 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 2.3 | Консультация перед экзаменом. /Кнс/ | 5 | 2 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |
| 2.4 | Прием экзамена. /ИКР/ | 5 | 0,35 | ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2Л2.1 | |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине Датчики на основе микро- и нанотехнологий")

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 | Вавилов В. Д., Тимошенко С. П., Тимошенко А. С. | Микросистемные датчики физических величин : монография в двух частях | Москва: Техносфера, 2018, 550 с. | 978-5-94836- 498-8, http://www.iprbookshop.ru/84690.html |
| Л1.2 | Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. | Основы нано- и функциональной электроники | Санкт- Петербург: Лань, 2021, 320 с. | 978-5-8114- 1378-2, https://e.lanbook.com/book/168521 |

6.1.2. Дополнительная литература

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

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/название ЭБС |
|------|---------------------|--|---|---|
| Л2.1 | Головкина М. В. | Физические основы нанотехнологий, фотоники и оптоинформатики : учебное пособие | Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017, 140 с. | 2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/75423.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 |
|------------------------------|----------------------------------|
| Операционная система Windows | Коммерческая лицензия |
| Kaspersky Endpoint Security | Коммерческая лицензия |
| Adobe Acrobat Reader | Свободное ПО |
| LibreOffice | Свободное ПО |
| Microsoft Office | Коммерческая лицензия |
| MATLAB R2010b | Бессрочно. Matlab License 666252 |

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|---|--|
| 1 | <p>406 лабораторный корпус. учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ и практических занятий Специализированная мебель (20 посадочных мест), 12 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ,</p> <p>Передатчики оптические MOS211A (1 шт) и MO428 (1 шт);</p> <p>Приемник оптический – 2 шт;</p> <p>Делитель оптический – 2 шт;</p> <p>Видеокамера SS2000A – 1 шт;</p> <p>Анализатор E7402A – 1 шт;</p> <p>Блок VNC-2120 – 1 шт,</p> <p>Вольтметр универсальный В7-26 – 1 шт;</p> <p>Милливольтметр В3-39 – 1 шт;</p> <p>Генераторы Г4-218 – 1 шт,</p> <p>SFG-2107 – 1 шт,</p> <p>Г3-112 – 1 шт;</p> <p>Модуль базовый АМВРСІ с драйвером АМВРСІ-АDMDDC8WB – 1 шт;</p> <p>Измерители РСGU1000 – 1шт;</p> <p>PCSU1000 – 1шт;</p> <p>Осциллографы АКІП-4122/2V – 1 шт, С1-65 – 2 шт;</p> <p>Частотомер ЧЗ-33 – 1 шт;</p> <p>Антенная станция SAN-3000 – 4 шт;</p> <p>Точка доступа WBR-6000 – 2 шт;</p> <p>Антенна спутниковая – 1 шт;</p> <p>Конвертер Strong – 1 шт;</p> <p>Ресивер XSAT – 1 шт;</p> <p>Телевизор «Рубин» – 1 шт</p> |
| 2 | <p>413 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, лекционная аудитория Специализированная мебель (70 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, экран.</p> <p>Мультимедийный проектор (NEC)</p> <p>ПК: Intel Core 2 duo /2Gb – 1 шт</p> <p>Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ</p> |

| | |
|---|--|
| 3 | 415 лабораторный корпус. Помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, экран. Мультимедийный проектор (NEC) ПК: Intel Pentium /8Gb – 1 шт Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ |
| 4 | 501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ |
| 5 | 502 лабораторный корпус. Помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель (37 посадочных мест), аудиторная доска. ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ. |
| 6 | 503 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические указания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине Датчики на основе микро- и нанотехнологий")

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

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

16.09.23 17:39 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

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

16.09.23 17:39 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе

18.09.23 09:44 (MSK)

Простая подпись