МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Инженерной школы

Информационных технологий и

робототехники

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Ю.Демин

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРИЕМ 2021 г.**

**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Электроника 1.3** | | | | | | |
|  |  | | | | | |
| Направление подготовки/ специальность | 15.03.06 Мехатроника и робототехника | | | | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Мобильные робототехнические комплексы и системы | | | | | |
| Уровень образования | высшее образование - бакалавриат | | | | | |
|  |  | | | | | |
| Курс | 2 | семестр | | 4 | | | |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | 3 | | | | | | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | | | | | | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | Лекции | | | | **16** | |
| Практические занятия | | | | **16** | |
| Лабораторные занятия | | | | **16** | |
| ВСЕГО | | | | **48** | |
| Самостоятельная работа, ч | | | | | **60** | |
| ИТОГО, ч | | | | | **108** | |
|  |  | | | | | |
|  |  | | | | | |
| Вид промежуточной аттестации | **зачет** | | Обеспечивающее подразделение | | | **ОАР** |
|  |  | | | | | |
| Руководитель Отделения |  | | | | | А.А. Филипас |
| Руководитель ООП |  | | | | | А.В. Киселев |
| Преподаватель |  | | | | | Р.В. Литвинов |

2020 г.

# 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| **Код компетенции** | **Наименование компетенции** | **Индикаторы достижения компетенций** | | **Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код индикатора** | **Наименование индикатора достижения** | **Код** | **Наименование** |
| ОПК(У)-  11 | Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем | И.ОПК(У)-11.5 | Способен подбирать электронные устройства управления мехатронными и робототехническими системами | ОПК(У)-  11.5В1 | Владеет навыками работы с современными электронными устройствами для проверки технического состояния оборудования и проведения его профилактического контроля и ремонта путем замены отдельных модулей |
| ОПК(У)-  11.5У1 | Умеет разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства |
| ОПК(У)-  11.5З1 | Знает основы работы с современными полупроводниковыми устройствами: усилителей, генераторов, вторичных источников питания, цифровых преобразователей, микропроцессорных управляющих и измерительных комплексов, их математические модели |
| ОПК(У)-  12 | Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей | И.ОПК(У)-  12.1 | Способен разрабатывать программу испытаний готового мехатронного или робототехнического устройства, проводить отладку управляющих программ мехатронных и робототехнических устройств | ОПК(У)-  12.1В1 | Владеть опытом реализации экспериментальных измерений электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике в рамках проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы |
| ОПК(У)-  12.1В2 | Владеет навыками экспериментальных исследований электрических цепей, электрических машин и трансформаторов |
| ОПК(У)-  12.1У1 | Уметь обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований в области электротехники, проводить испытания составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний |
| ОПК(У)-  12.1З1 | Знать законы электротехники, принципы действия электромагнитных устройств, используемых в мехатронике и робототехнике |

# 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

# 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения по дисциплине** | | **Индикатор достижения компетенции** |
| **Код** | **Наименование** |
| РД 1 | Знать характеристики, параметры и модели основных компонентов аналоговой полупроводниковой электроники, принципы работы источников вторичного электропитания, усилительных устройств, автогенераторов, функциональных устройств на основе операционных усилителей. | И.ОПК(У)-11.5 |
| РД 2 | Уметь делить принципиальную электрическую схему на различные функциональные узлы, выполнять качественный анализ преобразования электрических сигналов в такой схеме. | И.ОПК(У)-  12.1 |
| РД 3 | Владеть навыками работы с информационно-измерительным оборудованием и программным обеспечением к нему, владеть навыками синтеза полупроводниковых схем в системах автоматического проектирования. | И.ОПК(У)-  12.1 |
| РД 4 | Знать предельные максимальные частоты или минимальные длительности периодических и одиночных электрических сигналов; предельные минимальные мощности сигналов; предельные максимальные мощности сигналов полупроводниковых устройств | И.ОПК(У)-11.5 |

# Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

# 4. Структура и содержание дисциплины

**Основные виды учебной деятельности**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Разделы дисциплины** | **Формируемый результат обучения по дисциплине** | **Виды учебной деятельности** | **Объем времени, ч.** |
| **1. Пассивные электрические цепи.** | РД 1 | Лекции | **4** |
| Практические занятия | **2** |
| Лабораторные занятия | **-** |
| Самостоятельная работа | **10** |
| **2. Основы построения диодных электрических схем.** | РД1, РД 2 | Лекции | **2** |
| Практические занятия | **2** |
| Лабораторные занятия | **4** |
| Самостоятельная работа |  |
| **3. Усилители электрических сигналов на биполярных и полевых транзисторах.** | РД 2, РД 3, РД 4 | Лекции | **4** |
| Практические занятия | **4** |
| Лабораторные занятия | **6** |
| Самостоятельная работа | **10** |
| **4. Основы работы широко распространённых узлов аналоговой полупроводниковой электроники.** | РД 2, РД 3, РД 4 | Лекции | **2** |
| Практические занятия | **2** |
| Лабораторные занятия | **-** |
| Самостоятельная работа | **10** |
| **5. Операционные усилители и функциональные устройства на их основе** | РД 2, РД 3, РД 4 | Лекции | **2** |
| Практические занятия | **4** |
| Лабораторные занятия | **4** |
| Самостоятельная работа | **10** |
| **6. Генераторы электрических сигналов и источники вторичного электропитания.** | РД 2, РД 3, РД 4 | Лекции | **2** |
| Практические занятия | **2** |
| Лабораторные занятия | **2** |
| Самостоятельная работа | **10** |

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. *Пассивные электрические цепи.***

*Краткое содержание раздела*. Цели, задачи и структура курса. Связь между токами и напряжениями на сопротивлении (*R*), емкости (*C*) и индуктивности (*L*) во временной и частотной областях. Пассивные электрические цепи.

**Темы лекций:**

1. Цели, задачи и структура курса. Роль электроники в робототехнике, мехатронике и автоматизированных системах управления. Пассивные элементы электроники. *R-C* и *R-L* цепи во временной и частотной областях.

1. Последовательный и параллельный колебательные контура и полосовые фильтры на их основе.

**Темы практических занятий:**

1. Дифференциаторы и интеграторы, фильтры низких и высоки частот (ФНЧ и ФВЧ) на *R-C* и *R-L* цепях. Последовательный и параллельный колебательные контура.

**Раздел 2. *Основы построения диодных электрических схем*.**

*Краткое содержание раздела*. Полупроводниковые диоды. ВАХ диодов и различные режимы их работы. Выпрямительные диоды и стабилитроны.

**Темы лекций:**

3. Диоды на основе *p-n* перехода и диоды Шотки. Модель Шокли. Понятие рабочей точки (РТ) диода. Однополупериодный выпрямитель и параметрический стабилизатор напряжения.

**Темы практических занятий:**

2. Однополупериодный выпрямитель и параметрический стабилизатор напряжения

**Названия лабораторных работ:**

1. Исследование характеристик полупроводниковых диодов

2. Исследование схем диодных выпрямителей

3. Исследование характеристик стабилитрона. Параметрический стабилизатор напряжения.

**Раздел 3. *Усилители электрических сигналов на биполярных и полевых транзисторах*.**

*Краткое содержание раздела*. Режимы работы биполярных и полевых транзисторов. ВАХ транзисторов и различные схемы их питания. Организация режима покоя усилительного каскада. Усиление электрических сигналов и классы усилительных каскадов.

**Темы лекций:**

4. Биполярные и полевые транзисторы и режимы их работы. Входные и выходные ВАХ транзисторов при различных схемах питания. Модель Эберса-Молла и транспортная модель. Понятие рабочей точки (РТ) транзистора. Резисторный каскад для установки рабочей точки усилительного каскада. Методы температурной стабилизации РТ.

5. Усиления электрических сигналов в схемах в различных схемах включения (общий эмиттер (ОЭ), общая база (ОБ), общий коллектор (ОК), общий исток (ОИ), общий затвор (ОЗ), общий сток (ОС)). Основы расчета усилительных каскадов. Классы усилительных каскадов.

**Темы практических занятий:**

3. Расчет резистивного каскада для установки РТ транзистора.

4. Анализ коэффициентов усиления гармонического сигнала усилительного каскада *А*-класса.

**Названия лабораторных работ:**

4. Исследование характеристик биполярного и полевого транзисторов

5. Исследование схем усилительных каскадов с общим эмиттером и общим истоком

**Раздел 4. *Основы работы широко распространённых узлов аналоговой полупроводниковой электроники***

*Краткое содержание раздела*. Транзисторные сборки с большим коэффициентом усиления. Транзисторы в диодном включении. Преобразователи тока в напряжение. Источники тока. Дифференциальный каскад. Двухтактный каскад.

**Темы лекций:**

1. Схемы Дарлингтона. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT). Интегральные диоды. Преобразователи тока в напряжение. Масштабирование тока. Источники тока. Простое токовое зеркало. Дифференциальный каскад. Двухтактный каскад.

**Темы практических занятий:**

5. Простое токовое зеркало. Дифференциальный каскад.

**Раздел 5. *Операционные усилители и функциональные устройства на их основе***

*Краткое содержание раздела*. Понятие операционного усилителя (ОУ) и его основные параметры. Идеальный ОУ. Обратные связи в усилительных схемах. Линейные и нелинейные функциональные устройства на ОУ.

**Темы лекций:**

7. Понятие ОУ и его обозначение. Параметры ОУ. Идеальный ОУ. Различные схемы включения ОУ. Основные каскады внутренней схемы ОУ. Обратные связи в усилительных схемах. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель на основе ОУ. Интегратор и дифференциатор на ОУ. Логарифматор, потенциатор, устройство перемножения напряжений, выпрямитель на основе ОУ.

**Темы практических занятий:**

6. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель на ОУ и связанные с ними схемы.

7. Нелинейные функциональные устройства на основе ОУ.

**Названия лабораторных работ:**

6. Исследование инвертирующей и неинвертирующей схем включения операционных усилителей

7. Исследование интегрирующего и дифференцирующего звеньев на операционных усилителях

8. Исследование схем однопорогового и гистерезисного компараторов.

**Раздел 6. *Генераторы электрических сигналов и источники вторичного электропитания.***

Положительная обратная связь в усилительных устройствах. Шумы усилителя. Понятие автогенератора. Линейное и нелинейное уравнение колебаний. Генераторы электрических колебаний на транзисторах и ОУ.

**Темы лекций:**

8. Положительная и отрицательная обратная связь в усилительных устройствах. Автоколебания. Уравнение Ван-дер-Поля. Шумы усилителя и генерация электрических колебаний. Согласование амплитуд и согласование фаз. Трехточечные схемы *LC* генераторов на транзисторах. Генераторы с кварцевыми резонаторами. Генератор на ОУ с мостом Вина.

**Темы практических занятий:**

6. Параметры и характеристики логических элементов серий интегральных микросхем

**Названия лабораторных работ:**

# 5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

* работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
* изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
* подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
* подготовка к оценивающим мероприятиям.
* домашняя работа по решению задач.

# 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**6.1. Учебно-методическое обеспечение**

**Основная литература:**

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника – М.: Высшая школа, 2009. – 652 с. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C118364>

2. Фомичев Ю. М. В.М. Сергеев Электроника. Электронная база, аналоговые и цифровые функциональные устройства: учеб. пособие / Ю.М. Фомичев, В.М. Сергеев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 274 с. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m59.pdf>

3. Цимбалист Э.И., Силушкин С.В. Исследование аналоговых схем в программно-аппаратной среде NI ELVIS. Учебное пособие по электронике. - Томск: Изд. ТПУ, 2009. – 266с. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m19.pdf>

**Дополнительная литература:**

1. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. – 12-е изд. – Москва : ДМК Пресс, [б. г.]. – Том 1 – 2009. – 832 с. – ISBN 978-5-94120-200-3. – Текст :электронный //Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/915>

2. Рыбин, Юрий Константинович. Электроника : опорный конспект лекций [Электронный ресурс] / Ю. К. Рыбин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 MB). – Томск: 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из сети НТБ ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.

Cхема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext3/m/2010/m42.pdf> (контент)

3. Калашников, Владимир Иванович. Электроника и микропроцессорная техника : учебник в электронном формате [Электронный ресурс] / В. И. Калашников, С. В. Нефедов; под ред. Г. Г. Раннева. – Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). – Москва: Академия, 2012. – 1 Мультимедиа CD-ROM. – Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. –Приборостроение. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.. – ISBN 978-5-7695-8797-9.

Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-111.pdf (контент)

**6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. http://portal.tpu.ru - персональный сайт преподавателя дисциплины

2. Программное обеспечение учебной лаборатории NI ELVIS (National Instruments Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite).

# 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование специальных помещений** | **Наименование оборудования** |
| 1 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов  634034Томская область, г. Томск, проспект Ленина 10, учебный корпус №10, аудитория 206 | Комплект оборудования для проведения лабораторных работ по основным разделам Метрологии:   * Аналоговый источник питания с цифровой индикацией АКТАКОМ – 5 штук; * Вольтметр универсальный профкип В7-38М - 5 штук; * Генератор сигналов актаком AWG-4105 – 1 штука * Генератор сигналов актаком AWG-4110 – 4 штуки * Дефектоскоп ПМД-70 – 1 штука * Проектор NEC Projector M350X – 1 штука * Специальное оборудование АСК-20141-2041 – 5 комплектов * Стол Е66 (стол4+элемент2+ * опора2) – 1 штука * Системный блок Монитор – 1 штука * Стол лабораторный – 6 штук * Цифровой мультиметр АКТАКОМ АМ-1097 – 2 штуки * Шкаф для бумаг – 2 штука * Экран настенный проекционный Lumien Master Picture 153х203 см – 1 штука * Мультиметр стрелочный * Мультиметр цифровой MASTECH MY68 – 5 штук * Стол комп+ниша – 5 штук * Шкаф для одежды – 1 штука * Стулья форма – 27 штук   Компьютер Intel Pentium Dual-Core E5300 – 1 штука |
| 2 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов  634034 Томская область, г. Томск, проспект Ленина 10, учебный корпус №10, аудитория 203 | Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по различным дисциплинам:   * Компьютер Intant i3255\_T – 10 штук * Компьютер конфигурации № 1 Intel Core i3 – 1 штука * Монитор SAMSUNG23” – 1 штука * Проектор Epson EB-965 – 1 штука * Экран настенный про-екционный Lumien Master Picture – 1 штука * Доска магнито-маркерная – 1 штука * Столы – 20 штук * Стулья – 34 штуки * Монитор – 10 штук * Комутатор YS-08D – 1 штука   Шкаф для одежды – 1 штука |
| 3 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов  634034 Томская область, г. Томск, проспект Ленина 10, учебный корпус №10, аудитория 208-а | Комплект оборудования для проведения лабораторных работ по различным дисциплинам в области электротехники и электроники:   * Контрольно-измерительный лабораторный комплекс (ЭЛВИС) – 9 штук * ШКАФ – 3 штуки * Компьютер Intel Core 2 Duo E4600 * – 6 штук * Компьютер Intel Core 2 Duo – 19 штука * Монитор – 1 штука * Настольная лабораторная станция (ЭЛВИС II) – 8 штука * Стулья – 19 штук * Столы –парты – 8 штук * Тумба подкатная * Столы – 18 штук * Шкаф-купе * Проектор EPSON EB-965   Экран настенный |
| 4 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов  634034 Томская область, г. Томск, проспект Ленина 10, учебный корпус №10, аудитория 208-б | Комплект оборудования для проведения различных занятий по всем дисциплинам:   * Компьютер Intel Pentium Dual-Core E5300 – 11 штук * Монитор – 11 штук * Проектор NEC Projector M350X – 1 штука * Рабочее место студента для проведения курсов обучения разработки систем измерений – 1 штука * Экран с электроприводом – 1 штука * Стол компьютерный – 14 штук * Стол преподавателя – 1 штука * СТУЛЬЯ – 31 штука   Шкаф – 1 штука |
| 5 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов  634034 Томская область, г. Томск, проспект Ленина 10, учебный корпус №10, аудитория 213 | Комплект оборудования для проведения лекционных занятий по всем дисциплинам:  Мультимедийное оборудование |
| 6 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов  634034Томская область, г. Томск, проспект Ленина 10, учебный корпус №10, аудитория 220 | Комплект оборудования для проведения лекционных занятий по всем дисциплинам:  Мультимедийное оборудование |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательных программ по направлениям, приведенным на титульном листе (приема 2021 г., очная).

Разработчик(и):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Должность | Подпись | ФИО |
| Доцент ОАР ИШИТР |  | Р.В. Литвинов |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Программа одобрена на заседании Отделения автоматизации и робототехники (протокол от 08.02.2023 №27).

Руководитель Отделения автоматизации и робототехники, ИШИТР

к.т.н, доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Филипас А.А./