

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор обеспечивающей  
Школы неразрушающего  
контроля и безопасности  
Д.А. Седнев  
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Микроэлектроника                                                                                                                            |                                        |         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------|----|
| Направление подготовки/<br>специальность<br>Образовательная программа<br>(направленность (профиль))<br>Специализация<br>Уровень образования | 11.03.04 Электроника и наноэлектроника |         |    |
|                                                                                                                                             | Прикладная электронная инженерия       |         |    |
|                                                                                                                                             | Инжиниринг в электронике               |         |    |
|                                                                                                                                             | высшее образование - бакалавриат       |         |    |
|                                                                                                                                             |                                        |         |    |
| Курс                                                                                                                                        | 3                                      | семестр | 6  |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)                                                                                              | 5                                      |         |    |
| Виды учебной деятельности                                                                                                                   | Временной ресурс                       |         |    |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                                                                                                        | Лекции                                 |         | 24 |
|                                                                                                                                             | Практические занятия                   |         | 24 |
|                                                                                                                                             | Лабораторные занятия                   |         | 24 |
|                                                                                                                                             | ВСЕГО                                  |         | 72 |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                                                   |                                        | 108     |    |
| ИТОГО, ч                                                                                                                                    |                                        | 180     |    |

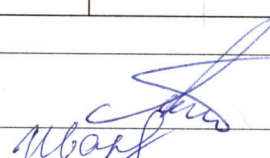
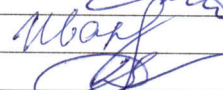
Вид промежуточной  
аттестации

экзамен

Обеспечивающее  
подразделение

Отделение  
Электронной  
инженерии

Зав. кафедрой-руководитель  
отделения на правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

|                                                                                     |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | П.Ф. Баранов     |
|  | В.С. Иванова     |
|  | Д.Н. Огородников |

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 компетенции) |                                                                                                                |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                              | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                          | Код                                                         | Наименование                                                                                                   |
| ОПК(У)-1.       | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности                    | И.ОПК(У)-1.17                     | Решает задачи по анализу и расчету электронных устройств, построенных на базе аналоговых интегральных схем. | ОПК(У)-1.17.B1                                              | Владеет опытом решения задач по расчету электронных схем на базе аналоговых интегральных схем                  |
|                 |                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                             | ОПК(У)-1.17У1                                               | Умеет решать профессиональные задачи в области и с использованием микроэлектроники                             |
|                 |                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                             | ОПК(У)-1.17З1                                               | Знает базовые элементы и методы расчета аналоговых устройств                                                   |
| ОПК(У)-2        | Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных. | И.ОПК(У)-2.3                      | Выполняет экспериментальные исследования и комплексные инженерные проекты в области микроэлектроники        | ОПК(У)-2.3В5                                                | Владеет опытом проведения экспериментальных исследований электронных схем на базе аналоговых интегральных схем |
|                 |                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                             | ОПК(У)-2.3У5                                                | Умеет обрабатывать и представлять результаты экспериментальных исследований в области микроэлектроники         |
|                 |                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                             | ОПК(У)-2.3З5                                                | Знает основные приёмы обработки и представления экспериментальных данных                                       |

## 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<br>достижения<br>компетенции |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                             |                                        |
| РД 1                                          | Применять знания об операционном усилителе для построения схем линейных и нелинейных функциональных преобразователей                                                                                     | И.ОПК(У)-1.17<br>И.ОПК(У)-2.3          |
| РД 2                                          | Выполнять расчеты схем и отдельных узлов, построенных с использованием аналоговых интегральных схем                                                                                                      | И.ОПК(У)-1.17                          |
| РД 3                                          | Выполнять обработку и анализ данных, презентовать и защищать результаты, полученные при теоретических и экспериментальных исследованиях устройств микроэлектроники различного функционального назначения | И.ОПК(У)-2.3                           |

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. |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1.<br/>Понятие об операционном усилителе</b>         | РД 1                                         | Лекции                    | <b>2</b>          |
|                                                                | РД 2                                         | Практические занятия      | <b>4</b>          |
|                                                                |                                              | Лабораторные занятия      | <b>4</b>          |
|                                                                |                                              | Самостоятельная работа    | <b>18</b>         |
| <b>Раздел 2.<br/>Линейные функциональные преобразователи</b>   | РД 1                                         | Лекции                    | <b>4</b>          |
|                                                                | РД 2                                         | Практические занятия      | <b>6</b>          |
|                                                                | РД 3                                         | Лабораторные занятия      | <b>4</b>          |
|                                                                |                                              | Самостоятельная работа    | <b>20</b>         |
| <b>Раздел 3.<br/>Нелинейные функциональные преобразователи</b> | РД 1                                         | Лекции                    | <b>6</b>          |
|                                                                | РД 2                                         | Практические занятия      | <b>2</b>          |
|                                                                | РД 3                                         | Лабораторные занятия      | <b>4</b>          |
|                                                                |                                              | Самостоятельная работа    | <b>18</b>         |
| <b>Раздел 4.<br/>Перемножители аналоговых сигналов</b>         | РД 2                                         | Лекции                    | <b>2</b>          |
|                                                                |                                              | Практические занятия      | —                 |
|                                                                |                                              | Лабораторные занятия      | —                 |
|                                                                |                                              | Самостоятельная работа    | <b>4</b>          |
| <b>Раздел 5.<br/>Компараторы</b>                               | РД 2                                         | Лекции                    | <b>2</b>          |
|                                                                |                                              | Практические занятия      | <b>2</b>          |
|                                                                |                                              | Лабораторные занятия      | —                 |
|                                                                |                                              | Самостоятельная работа    | <b>8</b>          |
| <b>Раздел 6.<br/>Генераторы сигналов</b>                       | РД 1                                         | Лекции                    | <b>8</b>          |
|                                                                | РД 2                                         | Практические занятия      | <b>10</b>         |
|                                                                | РД 3                                         | Лабораторные занятия      | <b>12</b>         |
|                                                                |                                              | Самостоятельная работа    | <b>40</b>         |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Понятие об операционном усилителе**

Назначение дисциплины и ее место в общепрофессиональной подготовке дипломированного специалиста в области электроники. Определение операционного усилителя (ОУ), функциональная схема ОУ. Обозначение микросхем ОУ. Схема включения, характеристики и параметры ОУ. Классификация ОУ. Способы коррекции характеристик и параметров ОУ.

##### **Темы лекций:**

1. Понятие об операционном усилителе. Основные характеристики: амплитудная, АЧХ (ЛАЧХ, шкала децибел), ФЧХ. Основные параметры ОУ, эксплуатационные параметры ОУ.

##### **Темы практических занятий:**

1. Входной контроль.
2. Обозначение микросхем ОУ. Классификация ОУ. Особенности подключения и использования ОУ.

##### **Названия лабораторных работ:**

1. Освоение лабораторного оборудования.

## **Раздел 2. Линейные функциональные преобразователи**

Масштабные усилители и сумматоры электрических сигналов. Дифференциальный усилитель. Электронные интеграторы и дифференциаторы, способы их коррекции и защиты. Активные фильтры.

### **Темы лекций:**

1. Типовые схемы включения ОУ: масштабные усилители, сумматоры, схема сложения-вычитания, дифференциальный усилитель.
2. Интеграторы: АЧХ, погрешности интегратора, схемотехника. Дифференциаторы: АЧХ, скорректированный дифференциатор.

### **Темы практических занятий:**

1. Расчет типовых схем включения ОУ, выбор типа ОУ и элементов схемы (масштабные усилители: инвертирующий и неинвертирующий).
2. Расчет типовых схем включения ОУ (интеграторы и дифференциаторы).
3. Устойчивость операционных усилителей (эффект Миллера). Методы и способы частотной коррекции. Внешняя компенсация сдвига

### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование функциональных преобразователей аналоговых сигналов на основе операционных усилителей.

## **Раздел 3. Нелинейные функциональные преобразователи**

Логарифмические и антилогарифмические усилители. Принцип построения, действия. Погрешности логарифмирования, температурная коррекция логарифмических усилителей. Защита от возбуждения и перегрузки ОУ. Ячейка «идеальный диод», схема точного выпрямителя. Кусочно-линейные аппроксиматоры нелинейных передаточных характеристик электронных преобразователей.

### **Темы лекций:**

1. Логарифмический усилитель. Антилогарифмический усилитель.
2. Кусочно-линейные функциональные преобразователи. Диодные функциональные преобразователи (ДФП). Пассивные ДФП.
3. Активные ДФП. Погрешности ДФП. Ячейка "идеальный диод". Точный выпрямитель.

### **Темы практических занятий:**

1. Анализ и расчет схем кусочно-линейных аппроксиматоров.

### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование характеристик и параметров логарифмических и антилогарифмических усилителей.

## **Раздел 4. Перемножители аналоговых сигналов**

Общие принципы построения ПАС. ПАС косвенного и прямого действия. Применения перемножителей: операции деления, возведения в квадрат, извлечения корня.

### **Темы лекций:**

1. Перемножители аналоговых сигналов (ПАС). ПАС прямого и косвенного действия. Интегральные схемы перемножителей. Применения перемножителей.

## **Раздел 5. Компараторы**

Компараторы аналоговых сигналов: основные понятия, термины, классификация. Применение компараторов: детекторы уровня. Дребезг компараторов и борьба с ним.

### **Темы лекций:**

1. Компараторы. Основные понятия, применение. Дребезг компараторов. Привязка компаратора. Интегральные схемы компараторов.

### **Темы практических занятий:**

1. Анализ и расчет электронных схем с компараторами.

## **Раздел 6. Генераторы сигналов**

Основные положения теории генераторов. Классификация генераторов.

Генераторы гармонических колебаний на ОУ: принцип построения, особенности. Генераторы импульсов на ОУ: автоколебательный и ждущий мультивибраторы. Генераторы импульсов на логических элементах: принцип построения, автоколебательный и ждущий мультивибраторы.

Генераторы импульсов на микросхемах высокого уровня. Таймер 555. Генераторы импульсов на таймерах. Автоколебательный и ждущий режимы работы таймера. Генераторы пилообразного напряжения (ГПН) на ОУ: общие понятия, термины, схемотехника.

### **Темы лекций:**

1. Основные положения теории генераторов. Классификация генераторов. Генераторы гармонических колебаний на ОУ.
2. Генераторы импульсов на ОУ: бистабильная ячейка, автоколебательный и ждущий мультивибраторы.
3. Генераторы импульсов на логических элементах.
4. Таймер 555: свойства, параметры, принцип действия. Генераторы импульсов на таймерах.

### **Темы практических занятий:**

1. Анализ и расчет генераторов импульсов на ОУ: автоколебательный мультивибратор.
2. Анализ и расчет генераторов импульсов на ОУ: ждущий мультивибратор.
3. Генераторы импульсов на микросхемах высокого уровня.
4. Проектирование и расчет генераторов импульсов на 555 таймере.
5. Генераторы пилообразного напряжения (ГПН) на ОУ. Проектирование и расчет ГПН.

### **Названия лабораторных работ:**

1. Автогенераторы гармонических колебаний.
2. Импульсные устройства на операционном усилителе.
3. Генераторы импульсов на таймерах.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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;
- Поиск, анализ, структурирование информации;
- Выполнение домашних заданий, оформление отчетов по лабораторным работам;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Гусев, Владимир Георгиевич. Электроника и микропроцессорная техника : учебник / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. — 6-е изд., стер.. — Москва: КноРус, 2016. — 798 с.: ил.. — Бакалавриат. — Библиогр.: с. 786-787.. — ISBN 978-5-406-04844-3.
2. Миловзоров, Олег Владимирович. Электроника [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров /О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. — 5-е изд. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Юрайт, 2013. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-37.pdf>
3. Калашников В.И. Электроника и микропроцессорная техника [Электронный ресурс]: учебник в электронном формате / В.И. Калашников, С. В. Нефедов; под ред. Г. Г. Раннева. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Академия, 2012. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-111.pdf>

#### **Дополнительная литература**

1. Волович, Георгий Иосифович. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств [Электронный ресурс] / Волович Г. И.. — 4-е, изд.. — Москва: ДМК Пресс, 2018. — 636 с. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/107891>
2. Опадчий, Юрий Федорович. Аналоговая и цифровая электроника. Полный курс : учебник для вузов / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; под ред. О. П. Глудкина. — 2-е изд., стер.. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2016. — 768 с.: ил.. — Специальность. — Учебник для высших учебных заведений. — Библиогр.: с. 763.. — ISBN 978-5-9912-0617-4.
3. Джонс, Мартин Хартли. Электроника - практический курс : пер. с англ. / М. Х. Джонс. — 2-е изд., испр.. — Москва: Техносфера, 2013. — 512 с.: ил.. — Мир электроники. — Библиогр.: с. 498-499. — Предметный указатель: с. 500-510.. — ISBN 978-5-94836-341-7.
4. Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств : учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. — Москва: Академия, 2008. — 288 с.: ил.. — Высшее профессиональное образование. Радиотехника. — Библиогр.: с. 284.. — ISBN 978-5-7695-2702-9.

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

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

1. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
2. <http://ecircuitcenter.com/circuits.htm>
3. <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>

4. <http://www.ti.com>
5. <http://www.analog.com>
6. <http://www.scienceresearch.com>
7. <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

Zoom Zoom; ; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic; Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic; NI Multisim 14.0 Education (на сетевом ресурсе)

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                              | Наименование оборудования                                                                                                                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 210  | Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест;<br>Компьютер - 20 шт.;Проектор - 1 шт.                                                          |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 107 | Генератор АКПП-3408/1 - 10 шт.;<br>Осциллограф GOS-620 - 10 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест;<br>Стол письменный - 6 шт.; |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30 209                      | Доска аудиторная настенная - 3 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 96 посадочных мест;<br>Компьютер - 2 шт.;<br>Проектор - 1 шт.                |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, специализации «Инжиниринг в электронике» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность        | ФИО              |
|------------------|------------------|
| Доцент ОЭИ ИШНКБ | Д.Н. Огородников |

Программа одобрена на заседании Отделения электронной инженерии ИШНКБ (протокол от «07» июня 2018 г. № 6).

Зав. кафедрой – руководитель отделения  
на правах кафедры,  
к.т.н.



П.Ф. Баранов

подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                               | Обсуждено на заседании<br>ОЭИ ИШНКБ<br>(протокол) |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 2018/2019<br>учебный<br>год | 1. Изменена система оценивания                                                                                                                                                                                                      | От 29.08.2018 г.<br>№ 8                           |
| 2019/2020<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | От 28.06.2019 г.<br>№ 19                          |
| 2020/2021<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | От 01.09.2020 г.<br>№ 37                          |