

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ «РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ У  
ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ «ОРИОН»  
(ГАУ ДО ВО «Региональный центр «Орион»)

РАССМОТРЕНО  
на заседании  
Экспертного совета  
ГАУ ДО ВО «Региональный центр  
«Орион»  
Протокол № 8  
от «03» декабря 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
ГАУ ДО ВО «Региональный центр  
«Орион»



Н.Н. Голева

## «Основы электроники»

дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

**Направленность:** техническая

**Профиль:** математика

**Тип программы:** модифицированная

**Возраст участников программы:** 14 – 18 лет

**Срок реализации программы:** полгода (72 часа)

**Уровень освоения:** базовый

г. Воронеж, 2020 г.

**Пояснительная записка**  
**дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы**  
**«Основы электроники»**

В настоящее время невозможно найти какую-либо отрасль промышленности, в которой не использовались бы электронные приборы или электронные устройства измерительной техники, автоматики и вычислительной техники. На базе новых эффектов (явлений) создаются электронные устройства

Выделяют физическую электронику, имея в виду раздел физики, рассматривающий электропроводимость тел, контактные и термоэлектронные явления. Под технической электроникой понимают те ее разделы, в которых описываются устройства приборов и аппаратов и схемы их включения. Полупроводниковой электроникой называют то, что относится к применению полупроводниковых приборов, и т. п.

Дополнительная общеразвивающая программа «Основы электроники» предназначена для учащихся, проявляющих особый интерес к полупроводниковой электронике. Рассмотрены принципы функционирования, математические модели, основные параметры и характеристики диодов, биполярных и полевых транзисторов, операционных усилителей, а так же схемы включения элементов в электронных схемах.

Основополагающими для разработки программы стали следующие нормативные документы:

- Закон об образовании в РФ. ФЗ от 29.12.2012 г. № 273.
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 09.11.2018г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
- Концепция развития дополнительного образования детей» (утв. распоряжением Правительства РФ от 04.09.2014 N 1726-р).
- Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей СанПин 2.4.4.31 74-14 (Постановление от 04.07.2014 г.).
- Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения дополнительного образования детей в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) СП 3.1/2.4 3598-20 (Постановление от 30.06.2020 г.).
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) (письмо

Министерства образования и науки Российской Федерации № 09-3242 от 18.11.15 г.).

- Положение об организации образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам ГАУ ДО ВО «Региональный центр «Орион» (приказ директора № 226 от 29.12.2019г).

- Устав ГАУ ДО ВО «Региональный центр «Орион» (новая редакция), утвержденный департаментом образования, науки и молодежной политики Воронежской области от 24.09.2019 г. №1125).

Область деятельности учащегося включает математику и электронику.

**Актуальность** дополнительной общеразвивающей программы «Основы электроники» состоит в том, что она позволяет познакомиться учащимся с принципами функционирования, математическими моделями, основными параметрами и характеристиками диодов, биполярных и полевых транзисторов, операционных усилителей, а так же схемы включения элементов в электронных схемах.

**Новизна** программы «Основы электроники» опирается на приобретение знаний в области схемотехнического проектирования электронных устройств.

**Цель:**

- знакомство с принципами работы основных электронных устройств, формирование навыков расчетов, экспериментальных исследований, проектирования и разработки принципиальных электрических схем с использованием современных средств вычислительной техники и новых информационных технологий.

**Педагогическая целесообразность** программы состоит в том, чтобы сформировать у подрастающего поколения новые компетенции, повысить конкурентоспособность в проектной деятельности.

**Задачи программы:**

*1. Образовательные:*

- расширить познавательный интерес к изучаемым разделам программы;
- актуализировать изучение характеристик и параметров полупроводниковых приборов;
- изучить назначение и характеристики базовых элементов и основных функциональных узлов электронных схем;
- создать условия для усвоения принципов и подходов;
- сформировать систему знаний, умений и навыков в области методик решения прикладных задач в различных предметных областях;
- обеспечить формирование основополагающих компетенций учащихся.

*2. Развивающие:*

- содействовать развитию личностного самообразования учащихся через

участие в практической деятельности;

- познакомить учащихся с методами расчета и проектирования устройств.

### *3. Воспитательные:*

- способствовать формированию ответственного отношения к своей деятельности;
- содействовать социальной адаптации и самоопределению талантливой молодежи;
- создать условия для профессиональной ориентации учащихся.

**Срок реализации программы:** полгода. Программа рассчитана на 72 часа.

### **Формы учебной деятельности:**

- лекции, практические занятия;
- индивидуальные консультации;
- самостоятельные работы в малых группах.

Учащиеся осваивают следующие типы деятельности: исследовательский, творческий, проектный, практический, а также познавательный, информационно-коммуникативный и рефлексивный.

В ходе обучения по дополнительной общеразвивающей программе «Основы электроники» применяются следующие формы обучения: индивидуально-обособленная (когда материал доступен для самостоятельного обучения) и коллективная (когда у всех учащихся одна цель).

В ходе обучения по дополнительной общеразвивающей программе «Основы электроники» применяются следующие методы:

- по источнику знаний (словесные, наглядные, практические);
- по степени взаимодействия педагога и учащегося (изложение, беседа, самостоятельная работа);
- по дидактическим задачам (подготовка к восприятию, объяснение, закрепление материала);
- по характеру познавательной деятельности (объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемный, частично-поисковый, исследовательский).

Основные критерии отбора обучающихся для обучения по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе являются:

- участие в процедуре конкурсного отбора (в виде вступительного испытания).

**Возраст:** группы учащихся смешанные 14-18 лет.

**Количество учащихся:** 15 человек для теоретических занятий, 15 человек для практических занятий.

**Состав группы:** постоянный, разновозрастный.

**Форма занятий:** индивидуально-групповая, с использованием элементов электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

**Количество занятий:** теоретические занятия – 2 часа по 45 минут, практические занятия – 2 часа по 45 минут.

Учащийся в ходе освоения дополнительной общеразвивающей программы должен решать следующие **задачи**:

- изучение характеристик и параметров полупроводниковых приборов;
- приобретение знаний в области схемотехнического проектирования электронных устройств;
- участие в выполнении учебных исследований, анализ их результатов и формулировка выводов.

**Ожидаемые результаты освоения программы:**

К концу обучения и воспитания по дополнительной общеразвивающей программе учащиеся приобретут комплекс взаимосвязанных знаний, представлений, умений, определённый опыт.

**1. Личностные результаты:**

- саморазвитие, самореализация;
- личностное самоопределение по выбору будущей профессии, социализация.

**2. Метапредметные результаты:**

- освоение основных методик учебно-исследовательской деятельности;
- освоение навыка работы с инструкцией и следования ей;
- сформированность следующей **компетенций**:
  - **Общекультурных**:
    - владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
    - стремлением к саморазвитию и адаптации к жизни;
    - умением критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков;
    - осознанием социальной значимости своей будущей профессии, обладанием высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности;
    - осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
  - **Профессиональных**:
    - способностью применять методы построения нейронных сетей в процессе решения прикладных задач;
    - готовностью использовать современные информационные технологии;
    - способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда;
    - готовностью к изучению научно-технической информации, нестандартных подходов к решению поставленных задач.
  - **Регулятивные**:

- учащийся получит возможность научиться самостоятельно определять цели и оценивать свои возможности их достижения;

- учащийся научится самостоятельно анализировать достижение поставленной цели.

**- Коммуникативные:**

- учащийся научится задавать вопросы и осуществлять взаимный контроль;

- учащийся получит возможность научиться последовательно и полно усваивать необходимую информацию.

**- Познавательные:**

- учащийся научится проводить практические и лабораторные работы под руководством педагога дополнительного образования;

- учащийся получит возможность научиться проходить весь цикл использования нейронных сетей от процесса анализа исходных данных задачи до процесса принятия решений на основе анализа полученных результатов.

**3. Предметные результаты:**

К концу обучения:

**3.1. Учащийся *должен знать*:**

- назначение и характеристики базовых элементов и основных функциональных узлов электронных схем;

- знать принципы построения электронных схем.

**3.2. Учащийся *должен уметь*:**

- читать принципиальные электрические схемы электронных устройств;

- выбирать тип элементов по назначению;

- рассчитывать и проектировать принципиальные электрические схемы.

3.3. В результате освоения дополнительной общеразвивающей программы «Основы электроники» учащийся ***должен владеть***:

- рассчитывать и проектировать принципиальные электрические схемы.

**Форма аттестации** учащихся на соответствие их персональных достижений требованиям, соответствующих дополнительной общеразвивающей программы «Основы электроники» состоит из прохождения тестов содержащего теоретические вопросы и практические задачи.

**Этапы педагогического контроля:**

1 – итоговый (проводится по окончании обучения, в виде тестирования).

Контрольно-измерительные материалы: критерии оценки итогового проекта учащихся.

Критерием эффективности реализации дополнительной общеразвивающей программы «Основы электроники» является востребованность полученных знаний обучающихся.

**Материально-техническое обеспечение.**

- проектор, мышь, экран, интерактивная доска;
- методическое пособие по выполнению практических заданий;
- конспект лекций.

**Учебный план**  
**дополнительной общеразвивающей программы**  
**«Основы электроники»**

№	Наименование темы	Кол-во часов		
		теория	практика	итого
1	Базовые элементы аналоговых и цифровых устройств	4	4	8
2	Общая характеристика и параметры полупроводниковых приборов	6	6	12
3	Электронные усилители.	6	18	24
4	Фильтры	4	12	16
5	Генераторы.	6	4	10
6	Итоговая аттестация.	0	2	2
<b>Итого:</b>		<b>26</b>	<b>46</b>	<b>72</b>



**Методическое обеспечение  
дополнительной общеразвивающей программы  
«Основы электроники»**

- поурочное планирование теоретических и практических занятий;
- подобранный и обобщенный материал по темам занятий;
- разработки методических рекомендаций и памяток;
- методические пособия для практических занятий по темам программы.

**Содержание**  
**дополнительной общеразвивающей программы**  
**«Основы электроники»**

**1. Базовые элементы аналоговых и цифровых устройств (6 часов).**

**1.1. Теория (4 ч).**

Техника безопасности. Входной контроль. Общие понятия электроники. Понятие радиоэлектронного элемента, устройства, функциональной группы (2 ч).

Резисторы. Конденсаторы. Индуктивности и трансформаторы (2 ч).

**1.2. Практика (2 ч)**

Изучение пакета Multisim Live (2 ч).

Резисторы. Конденсаторы. Индуктивности и трансформаторы. Их электрические характеристики и основные схемы соединения (2 ч).

**2. Общая характеристика и параметры полупроводниковых приборов (14 ч).**

**2.1. Теория (6 ч).**

Понятие полупроводников. Принцип действия и классификация полупроводниковых приборов. (2 ч).

Диоды. Вольтамперные характеристики диодов (2 ч).

Биполярные транзисторы. Физические процессы в транзисторах. Схемы включения транзистора. H-параметры транзисторов (2 ч).

**2.2. Практика (8 ч)**

Определение статического коэффициента передачи тока транзистора (2 ч).

Определение выходных характеристик транзистора (2 ч).

Исследование схемы транзисторного ключа (2 ч).

**3. Применение уравнений к решению задач (24 часов).**

**3.1. Теория (6 ч).**

Классификация усилителей. Основные характеристики усилителей (2 ч).

Статический режим работы усилительных каскадов (2 ч).

Однокаскадные усилители (2 ч).

**3.2. Практика (18 ч)**

Изучение функционирования усилительного каскада с общим эмиттером (2 ч).

Исследование влияния нагрузки усилительного каскада с общим эмиттером на режим работы усилительного каскада на коэффициент усиления по напряжению (току, мощности) (2 ч).

Исследование зависимости амплитудно-частотной характеристики от частоты входного сигнала усилительного каскада с общим эмиттером (2 ч).

Изучение функционирования усилительного каскада с общей базой (2 ч).

Исследование влияния нагрузки усилительного каскада с общей базой на режим работы усилительного каскада на коэффициент усиления по напряжению (току, мощности) (2 ч).

Исследование зависимости амплитудно-частотной характеристики от частоты входного сигнала усилительного каскада с общей базой (2 ч).

Изучение функционирования усилительного каскада с общим коллектором (2 ч).

Исследование влияния нагрузки усилительного каскада с общим коллектором на режим работы усилительного каскада на коэффициент усиления по напряжению (току, мощности) (2 ч).

Исследование зависимости амплитудно-частотной характеристики от частоты входного сигнала усилительного каскада с общим коллектором (2 ч).

#### **4. Фильтры (16 часов).**

##### **4.1. Теория (4 ч).**

Фильтры электрических сигналов и их характеристики (2 ч). Активные фильтры. Основные свойства. Схемы активных фильтров (2 ч).

##### **4.2. Практика (12 ч).**

Расчет частотных характеристик фильтров (ФНЧ и ПФ) (2 ч).

Расчет переходных процессов в фильтрах (ФНЧ и ПФ) (2 ч).

Расчет частотных характеристик при вариации параметров (ФНЧ и ПФ) (2 ч).

Расчет частотных характеристик фильтров (ФВЧ и РФ) (2 ч).

Расчет переходных процессов в фильтрах (ФВЧ и РФ) (2 ч).

Расчет частотных характеристик при вариации параметров (ФВЧ и РФ) (2 ч).

#### **4. Генераторы (10 часов).**

##### **4.1. Теория (6 ч).**

Генераторы электрических колебаний и их основные схемы (2 ч).

Генераторы напряжения заданной формы. Мультивибраторы (2 ч).

Кварцевые генераторы (2 ч).

##### **4.2. Практика (4 ч).**

Построение схемы релаксационного генератора с заданной частотой генерации (2 ч).

Исследование зависимости частоты генерации от постоянной времени (2 ч).

#### **5. Итоговая аттестация (2 часа).**

Контрольная работа. Подведение итогов (2 ч).

### **Литература для педагогов**

1. Воробьев Н.И. Проектирование электронных устройств / Н.И. Воробьев – М.: Высшая школа, 1989. – 223 с.
2. Гринфилд Д. Транзисторы и линейные ИС / Д. Гринфилд — М.: Мир, 1992
3. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем / И.П. Степаненко - М.: Энергия, 1973. – 608 с.
4. Титце У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк – М.: Мир, 1982. – 512 с.
5. Хоровиц П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл — М.: Мир, 1993.
6. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС / Л. Фолкенберри — М.: Мир, 1985. – 572 с.
7. Новикова Е.И. Основы электроники и микропроцессорной техники: учеб. пособие / Е.И. Новикова, О.В. Родионов. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. 178 с.

### **Литература для учащегося**

1. Воробьев Н.И. Проектирование электронных устройств / Н.И. Воробьев – М.: Высшая школа, 1989. – 223 с.
2. Гринфилд Д. Транзисторы и линейные ИС / Д. Гринфилд — М.: Мир, 1992
3. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем / И.П. Степаненко - М.: Энергия, 1973. – 608 с.
4. Титце У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк – М.: Мир, 1982. – 512 с.

## Контрольно-измерительное задание

1. Полупроводниковые приборы с двумя или несколькими взаимодействующими электрическими р-п-переходами и тремя выводами или более, усилительные свойства которых обусловлены явлениями инжекции и экстракции неосновных носителей заряда.

- а) биполярный транзистор,
- б) полупроводниковый диод,
- в) варикап,
- г) полевой транзистор.

2. Полупроводниковые приборы, в которых регулирование тока производится изменением проводимости проводящего канала с помощью электрического поля, перпендикулярного направлению тока.

- а) биполярный транзистор,
- б) полупроводниковый диод,
- в) варикап,
- г) полевой транзистор.

3. Зависимость угла сдвига фазы между выходным и входным напряжениями от частоты

- а) амплитудно-частотная характеристика,
- б) фазо-частотная характеристика,
- в) амплитудно-фазовая характеристика,
- г) амплитудная характеристика.

4. Зависимость амплитудного значения напряжения первой гармоники выходного напряжения от амплитуды синусоидального входного напряжения.

- а) амплитудно-частотная характеристика,
- б) фазо-частотная характеристика,
- в) амплитудно-фазовая характеристика,
- г) амплитудная характеристика.

5. Зависимость модуля коэффициента усиления от частоты входного сигнала.

- а) амплитудно-частотная характеристика,
- б) фазо-частотная характеристика,
- в) амплитудно-фазовая характеристика,
- г) амплитудная характеристика.

6. Режим, при котором один из переходов биполярного транзистора смещен в прямом направлении приложенным к нему внешним напряжением, а другой — в обратном направлении.

- а) активный,
- б) отсечки,
- в) насыщения.

7. У эмиттерного повторителя коэффициентом усиления

- а) по напряжению  $\beta = 1$ ,
- б) по току  $K = 1$ ,
- в) по мощности  $K = 1$ .

**8. Коэффициент передачи по току биполярных транзисторов**

а)  $h_{11} = \frac{U_{БЭ}}{I_B} \Big|_{U_{КЭ}=0}$ ,

б)  $h_{12} = \frac{U_{БЭ}}{U_{КЭ}} \Big|_{I_B=0}$ ,

в)  $h_{21} = \frac{I_K}{I_B} \Big|_{U_{КЭ}=0}$ ,

г)  $h_{22} = \frac{I_Э}{U_{КЭ}} \Big|_{I_B=0}$ .

**9. Коэффициент обратной связи по напряжению биполярных транзисторов**

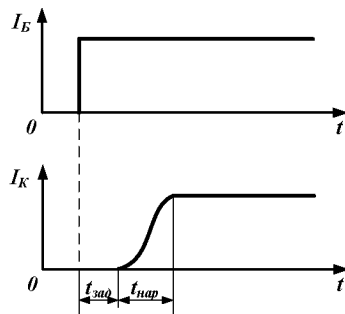
а)  $h_{11} = \frac{U_{БЭ}}{I_B} \Big|_{U_{КЭ}=0}$ ,

б)  $h_{12} = \frac{U_{БЭ}}{U_{КЭ}} \Big|_{I_B=0}$ ,

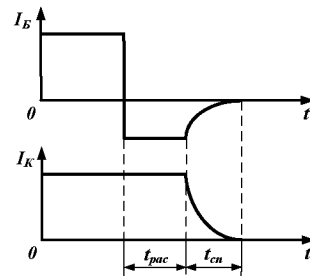
в)  $h_{21} = \frac{I_K}{I_B} \Big|_{U_{КЭ}=0}$ ,

г)  $h_{22} = \frac{I_Э}{U_{КЭ}} \Big|_{I_B=0}$ .

**10 Процессы включения транзисторного ключа**

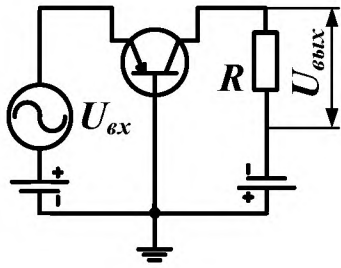


а)

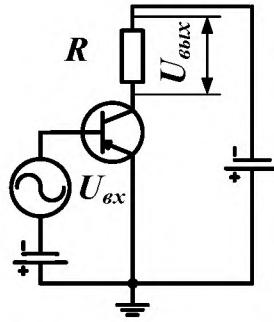


б)

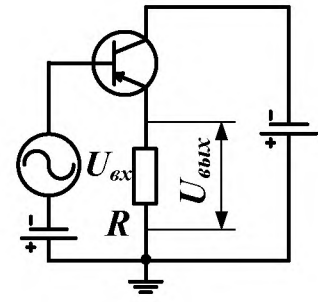
**11. Схема включения транзистора с общей базой**



a)

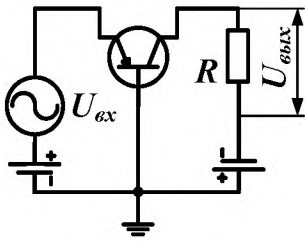


б)

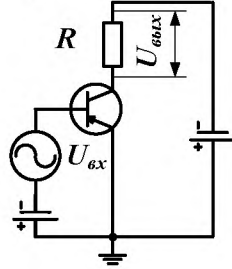


в)

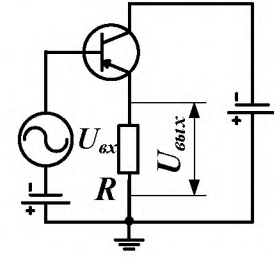
12. Схема включения транзистора с общим эмиттером



a)

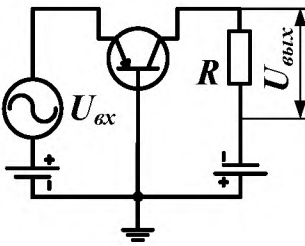


б)

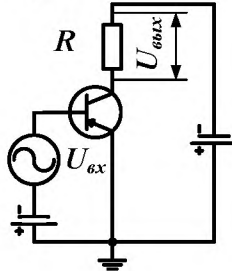


в)

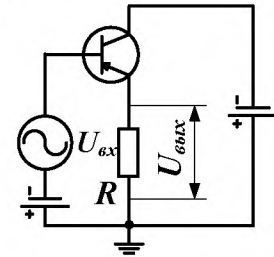
13. Схема включения транзистора с общим коллектором



a)



б)



в)

14. Выходные характеристики транзистора, включенного по схеме с ОЭ

