

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физики и методико-информационных технологий

**Установка для определения параметров полупроводниковых приборов**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки 4 курса 461 группы

направления / специальности 44.03.01 Педагогическое образование

Направленность Физика

Аблаевой Любви Александровны

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

lv 20.06.19

подпись, дата

В.Б.Гаманюк

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

prof 20.06.19

подпись, дата

Б.Е.Железовский

инициалы, фамилия

Саратов 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Невозможно представить жизнь современного человека без телефона, компьютера, телевизора, радиоприемника и других электронных устройств.

Электронные приборы в настоящее время широко применяются в современной радиотехнике, автоматике, медицине, роботостроении, космической и авиационной технике. Первые версии электронных изделий имели большие размеры и массу, обладали ограниченными функциональными возможностями. Сказанное обусловлено тем, что все они были построены на базе электровакуумных приборов – радиоламп. Усилительная радиолампа была изобретена в 1906 году американским инженером Ли Де Форестом. Несмотря на то, что благодаря применению электровакуумных приборов стали возможны радиовещание и телефонная связь на большие расстояния, радиолокация и решение ряда других важных задач, радиолампы имели ряд существенных недостатков. Требовалась энергия и время на нагрев катода, поскольку лампы работали на основе термоэлектронной эмиссии. Для оперативной готовности военной локационной радиоаппаратуры радиолампы приходилось постоянно держать во включенном состоянии, что приводило к значительным затратам. Подобные потери происходили и в первых компьютерах, которые содержали несколько тысяч электровакуумных приборов. Лампы имели значительные габариты и хрупкую конструкцию, что сказывалось на надежности их работы.

Переход на новые принципы работы электронных приборов позволил устранить подавляющее большинство недостатков предыдущей элементной базы. На смену радиолампам пришли полупроводниковые приборы. Первым твердотельным усилителем стал германиевый точечный биполярный транзистор структуры р–п–р, изобретенный в 1947 году группой американских ученых: У.Б. Шокли, Д. Бардиным и У.Х. Браттеном, которые в 1956 году были удостоены Нобелевской премии.

Полупроводниковые приборы в отличие от ламповых, не требовали много энергии и длительного времени для прихода в рабочее состояние, были менее чувствительны к механическим воздействиям, имели гораздо меньшие

размеры и большой коэффициент полезного действия. В итоге транзисторная аппаратура стала по выпуску обгонять ламповую, а вскоре и вовсе заменила ее.

Стремительное развитие технологий позволило от дискретных полупроводниковых приборов перейти к микросхемам – базовому кристаллу, в пределах которого расположено большое число транзисторов, полупроводниковых диодов и других радиодеталей. Современные микросхемы, имея размер с небольшую почтовую марку, насчитывают более 10000 транзисторов. Интегральные микросхемы служат основой любой ЭВМ. Повышение степени интеграции, увеличение быстродействия и снижение энергопотребления приборов при одновременном возрастании надежности их работы ведут к последовательному уменьшению линейных размеров элементов интегральных схем и возрастанию количества чипов, получаемых с одной пластины. Нанoeлектроника, основанная на сверхминиатюрных, быстродействующих полупроводниковых системах, получает широкое распространение в машиностроении, биологии, медицине, сельском хозяйстве.

Современникам научно-технического прогресса следует знать принципы работы и возможности базовых приборов твердотельной электроники, к которым прежде всего относят диод и биполярный транзистор. Изучение этих приборов необходимо начинать со школьной скамьи, что поможет профориентации учеников.

Получение сведений об электрических характеристиках диодов и транзисторов теоретическим путем ограничено необходимостью применения сложного математического аппарата. Поэтому для изучения полупроводников, их свойств и исследования характеристик следует использовать натуральный эксперимент. Для его успешного проведения необходим соответствующий лабораторный комплекс.

Целью настоящей работы является разработка пояснительной технической документации, позволяющей изготовить установку для исследования полупроводниковых приборов, измеряющую параметры для построения их вольт-амперных характеристик.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

провести количественную и качественную оценку объема информации о полупроводниковых приборах в рамках школьной программы;

рассмотреть развитие твердотельных отечественных полупроводниковых приборов;

подобрать теоретический материал для углубления знаний о биполярных транзисторах;

разработать описание универсальной измерительной установки и пояснительную техническую документацию к ней;

по возможности изготовить и протестировать основные узлы установки; сделать предложения по применению установки в школьном курсе физики.

Работа состоит из следующих структурных элементов: «обозначения и сокращения», «введение», «основная часть», «заключение», «список использованных источников».

Во введении обоснована актуальность выбранной темы.

Основная часть содержит две главы.

В заключении приведены результаты проделанной работы и сделаны выводы.

## **Общая характеристика работы**

Полупроводниковые приборы в настоящее время широко применяются в современной радиотехнике, автоматике, медицине, роботостроении, космической и авиационной технике. Стремительное развитие технологий позволило от дискретных полупроводниковых приборов перейти к микросхемам – базовому кристаллу, в пределах которого расположено большое число транзисторов, диодов и других полупроводников. Современникам научно-технического прогресса следует знать принципы работы и возможности базовых приборов твердотельной электроники, к которым прежде всего относят диод и биполярный транзистор. Изучение этих приборов необходимо начинать со школьной скамьи, что поможет профориентации учеников. Для изучения полупроводников, их свойств и исследования характеристик следует использовать натуральный эксперимент. Для его успешного проведения необходим соответствующий лабораторный комплекс. Целью настоящей работы является разработка пояснительной технической документации, позволяющей изготовить установку для исследования полупроводниковых приборов, измеряющую параметры для построения их вольт-амперных характеристик. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести количественную и качественную оценку объема информации о полупроводниковых приборах в рамках школьной программы; рассмотреть развитие твердотельных отечественных полупроводниковых приборов; подобрать теоретический материал для углубления знаний о биполярных транзисторах; разработать описание универсальной измерительной установки и пояснительную техническую документацию к ней; по возможности изготовить и протестировать основные узлы установки; сделать предложения по применению установки в школьном курсе физики. Опираясь на сведения, полученные при анализе учебной литературы и школьного лабораторного оборудования, можно отметить: в учебном материале не предусмотрено проведение лабораторных работ по изучению и исследованию полупроводниковых приборов; отсутствует информация о новых

информационных технологиях по изучению, исследованию, проектированию полупроводниковых приборов, электрических схем с полупроводниками. Вследствие особой важной роли полупроводниковых приборов в современной жизни человека объем материала по их изучению в средней школе недостаточен. Создаваемая установка универсальна и может быть использована не только для измерения ВАХ биполярных транзисторов, но и для проведения исследования многих полупроводниковых элементов. В ходе выполнения бакалаврской работы подготовлена пояснительная техническая документация для создания универсальной измерительной установки. Изготовлены и отлажены основные узлы (блок питания и амперметр) установки.

## **Основное содержание бакалаврской работы**

Работа состоит из следующих структурных элементов: «обозначения и сокращения», «введение», «основная часть», «заключение», «список использованных источников».

Во введении обоснована актуальность выбранной темы.

Основная часть содержит две главы. Глава 1. Изучение полупроводниковых приборов включает в себя разделы: 1.1. Развитие полупроводниковых приборов, в котором рассмотрена история развития отечественной электронной промышленности; 1.2. Анализ изучения полупроводников в современной школе, в котором исследована учебная литература и школьное лабораторное оборудование на предмет изучения полупроводниковых приборов; 1.3. Биполярные транзисторы, в котором дан дополнительный теоретический материал о биполярных транзисторах, необходимый для их исследования. Глава 2. Разработка универсальной измерительной установки включает в себя разделы: 2.1. Схемы и конструкция установки, в котором размещены все электрические принципиальные схемы основных узлов установки (блок питания, два вольтметра, амперметр), также приведены монтажные схемы и топологии печатных плат, распиновка ЖКИ измерительных приборов и другие пояснительные сведения, показан внешний вид спроектированной установки, пример сменной приставки и вид основных узлов установки в реальном исполнении; 2.2. Практическое применение установки, в котором разработано методическое описание лабораторной работы: «Исследование биполярных транзисторов».

В заключении приведены результаты проделанной работы и сделаны выводы.

Вследствие ограниченности времени, выделенного на написание бакалаврской работы, универсальную измерительную установку в реальности сделать в полном объеме не оказалось возможным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе:

- проведен анализ учебной литературы и лабораторного оборудования, предназначенного для изучения полупроводников;
- подобран информационный материал про историю развития отечественных полупроводниковых приборов, который можно использовать для развития чувства патриотичности у учащихся средней школы;
- приведен теоретический материал позволяющий расширить знания учеников о биполярных транзисторах;
- разработана пояснительная техническая документация для создания универсальной измерительной установки по исследованию полупроводниковых элементов;
- изготовлены, отлажены и протестированы основные узлы установки;
- сформулированы предложения по практическому применению универсальной измерительной установки в школьном курсе физики;
- предложена лабораторная работа по исследованию биполярных транзисторов по схемам включения ОБ и ОЭ.

Внедрение предложений и разработок моей бакалаврской работы в учебную программу по физике в средней школе: повысит уровень знаний, умений, мышления и способностей учащихся; позволит приобрести опыт исследовательской и проектной деятельности; творческой коллективной работы; способствует вызвать у учащихся интерес к изучению физики; позволит скоординировать профессиональную ориентацию у учащихся, вызвать интерес заниматься творческой конструкторской деятельностью по созданию электронных устройств для различных видов техники: теле- радио-аппаратуры, для роботостроения, медицины и космоса. Это соответствует задачам поставленным правительством РФ.

Президент Российской Федерации Путин В.В. на заседании Совета при президенте по науке и образованию 27 ноября 2018 года определил дальнейшие

шаги по укреплению и качественному развитию научного потенциала страны, чтобы он в полной мере соответствовал масштабным задачам прорыва, которые стоят перед Россией, для обеспечения технологического лидерства страны, ее участия на равных в глобальном научном процессе. Путин В.В. сказал: «Талант исследователя, квалификация инженеров и рабочих являются важнейшими условиями конкурентоспособности экономики и страны в целом, поэтому считаю образование тем самым, на что мы должны обратить внимание в ближайшие годы. Начиная со школьного и дополнительного образования необходимо создавать условия, что бы дети во всех регионах страны могли реализовать технические и научные проекты, с детства приучились к командной и творческой работе» [20].

## Список использованных источников

1. Известия Академии наук СССР. Серия физическая. Т. 5 [Электронный ресурс]// электронная библиотека научное наследие России [Электронный ресурс] : [ЕНИП]. - URL: <http://e-heritage.ru/ras/view/publication/general.html?id=46501861> (дата обращения 18.01.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
2. Уильям Шокли [Электронный ресурс]// Лауреаты нобелевской премии [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <http://nobeliat.ru/laureat.php?id=542> (дата обращения 20.01.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
3. Жорес Алфёров [Электронный ресурс]// Лауреаты нобелевской премии [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <http://nobeliat.ru/laureat.php?id=638> (дата обращения 20.01.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
4. НИИМЭ НИИ молекулярной электроники [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <http://www.niime.ru/about/history/> (дата обращения 25.01.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
5. РОСЭЛ Российская электроника [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <http://ruselectronics.ru/news/?id=3255> (дата обращения 17.04.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
6. Приказ «О федеральном перечне учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования» [Электронный ресурс] : (Приказ № 345 от 28 декабря 2018 г) // Министерство просвещения Российской Федерации [Электронный ресурс] : [банк документов]. - URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/1a542c2a47065cfbd1ae8449adac2e77> (дата обращения 15.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
7. Модульная система экспериментов PROLog по физике [Электронный ресурс]// УМИКА ум, идеи, качество [Электронный ресурс] : [электронный магазин]. - URL: <https://ymika.ru/products/modulnaya-sistema-eksperimentov->

- prolog-po-fizike-s-programmny-m-obespecheniem-bazovym-rasshirenny-uroven-dlya-obuchayuschegosya (дата обращения 18.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
8. Цифровая лаборатория по физике (профильный уровень) [Электронный ресурс]// ЛАБОРАТОРИЯ школьного оборудования [Электронный ресурс] : [электронный магазин]. - URL: [https://labkabinet.ru/catalog/tsifrovye\\_laboratorii/tsifrovye\\_obrazovatelnie\\_laboratorii/tsifrovaya\\_laboratoriya\\_po\\_fizike\\_profilnyu\\_uroven/](https://labkabinet.ru/catalog/tsifrovye_laboratorii/tsifrovye_obrazovatelnie_laboratorii/tsifrovaya_laboratoriya_po_fizike_profilnyu_uroven/) (дата обращения 19.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
  9. ФГОС комплект [Электронный ресурс] // ООО «Химлабо» Школьное оборудование от производителя [Электронный ресурс] : [электронный магазин]. - URL: <https://www.himlabo.ru/physics/laboratornye-komplekty/laboratornyj-komplekt-nabor-po-elektrodinamike/> (дата обращения 19.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
  10. Набор демонстрационный "Полупроводниковые приборы" [Электронный ресурс] // школьный МИР ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ И КЛАССОВ [Электронный ресурс] : [электронный магазин]. - URL: <http://td-school.ru/index.php?page=138&word=%ED%E0%E1%EE%F0/> (дата обращения 19.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
  11. Гаманюк В. Б., Недогреева Н. Г., Рачков В. А. под редакцией проф. Б. Е. Железовского Полупроводники и полупроводниковые приборы: Учебное пособие/ Сост. В. Б. Гаманюк, Н. Г. Недогреева, В. А. Рачков. / Под ред. проф. Б. Е. Железовского. – Саратов: 2008. – 68с.
  12. МИКРОСХЕМА КР572ПВ5 [Электронный ресурс] // техническая библиотека [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <https://lib.qrz.ru/node/6051> (дата обращения 25.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
  13. ТРАНСФОРМАТОР ТПП-245-127/220-50 [Электронный ресурс] // Библиотека радиолюбителя [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <https://www.radiolibrary.ru/reference/transformers-tp/tp245.html> (дата обращения 25.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.

14. Бушуев В.М., Деминский В.А., Захаров Л.Ф. и др. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов / В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия–Телеком, 20011. – 384с.
15. ЛУТ [Электронный ресурс] // Практическая электроника [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <https://www.ruselectronic.com/lazjerno-utjuzhnaja-tjehknologija/> (дата обращения 30.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
16. ИНДИКАТОР ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ИЖЦ14-4/7 [Электронный ресурс] // контекст [Электронный ресурс] : : [электронный магазин]. - URL: <http://www.kontest.ru/datasheet/unkn0wn/izhts1447.pdf> (дата обращения 19.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
17. Применение АЦП [Электронный ресурс] // Диаграмма [Электронный ресурс] : [электронная библиотека]. - URL: <http://www.diagram.com.ua/list/ms-898.shtml> (дата обращения 05.04.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.
18. Суетин В.Я. Цифровые измерительные приборы / В.Я. Суетин – М.: Радио и связь, 1984. – 80с.
19. МИКРОСХЕМА К561ЛП2 [Электронный ресурс] // контекст [Электронный ресурс] : [электронный магазин]. - URL: <http://www.kontest.ru/datasheet/unkn0wn/k561lp2.pdf> (дата обращения 19.03.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус. Горюнова Н. Н. Полупроводниковые приборы: транзисторы: Справочник / Н. Н. Горюнова. М.: ЭНЕРГИОИЗДАТ 1982. – 904с.
20. Заседание Совета по науке и образованию [Электронный ресурс] // Официальные сетевые ресурсы Президента России [Электронный ресурс]: [сайт]. - URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/59203> (дата обращения 18.04.19). - Загл. с экрана. - Яз. рус.

