



**Государственное общеобразовательное учреждение
Ярославской области
ГООУ ЯО Средняя школа «Провинциальный колледж»**

Конференция - «Лабиринты науки»

Определение характеристик диодов малой мощности

Секция - Физика и компьютерные технологии

Выполнена ученицей

11 информационно-технологического
класса

ГООУ ЯО Средней школы

«Провинциальный колледж»

Ткачевой Екатериной Николаевной

Научный руководитель -

учитель физики

ГООУ ЯО Средней школы

«Провинциальный колледж»

Лаптев Александр Николаевич

Ярославль, 2024

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Теоретическая база.....	5
1.1. Базовое устройство диода	5
Глава 2. Эксперимент по выявлению зависимости между материалом и характеристиками диода.....	7
2.1. Сборка опытной модели для определения параметров полупроводниковых диодов.....	7
2.1.1 Схема электрической цепи.....	7
2.1.2. Приборы и материалы, необходимые для сборки.....	7
2.2. Эксперименты с собранной моделью	8
2.2.1. Измерение силы тока и напряжения.....	8
2.2.2. Определение констант опытным путем и сравнение их с известными значениями	8
2.2.3. Сравнение характеристик диодов, состоящих из разных материалов	9
Заключение	10
Список используемой литературы и источников	11

Введение

Актуальность исследования. В настоящее время существует потребность в изучении диодов малой мощности в связи с непрерывным ростом использования различных электроприборов, в которых они применяются.

Современная физика точных измерений требует определения констант с максимальной степенью точности. Существуют разные способы определения констант. Мы хотим предложить доступный и простой способ определения констант, связанных с электрическими явлениями с помощью опытов с диодами.

Цель исследования - сравнить характеристики диодов, состоящих из разных материалов, и проверить их константы.

Задачи исследования:

1. Исследовать устройство и способ создания полупроводниковых диодов
2. Оценить различие германиевых и кремниевых диодов
3. Найти возможность определять дополнительные характеристики и физические константы с помощью опытов с полупроводниковыми диодами
4. Определить зависит ли методика определения характеристик диода от материала диода
5. Найти возможность определять основные характеристики выпрямительных диодов

Предмет исследования - характеристики полупроводниковых диодов.

Объект исследования - полупроводниковые диоды.

Гипотеза: Используя простые методы лабораторных работ и ограниченное оборудование школьных лабораторий, можно определять фундаментальные физические константы.

Методы исследования:

- Анализ (мы анализируем типы диодов и их свойства);

- Эксперимент (для исследования различий диодов из разных материалов);
- Анализ эмпирический (изучение данных, которые были получены в результате опытов);
- Измерение (для установления отношения величин);
- Сравнение (сравнение полученных данных после проведения эксперимента);
- Обобщение (для того, чтоб сделать вывод).

Степень изученности темы: Данная тема в науке достаточно хорошо изучена, по ней написано множество научных работ, но большинство из них несут производственный характер и не имеют применения в школьной лаборатории. Нас же интересует вопрос возможности измерений характеристик диодов в школьных условиях.

Характеристика личного вклада автора в решение избранной проблемы: Личный вклад автора заключается в сборе теоретической информации, разработке плана эксперимента и его проведении с последующим получением и анализом эмпирических данных, которые могут быть использованы в схемотехнике и в последующих исследованиях.

Практическая значимость исследования: Полученные данные могут быть базой для дальнейших исследований, а также их можно применять в схемотехнике для расчетов характеристик цепи и подбора подходящих диодов, так как наши значения имеют большую актуальность, чем справочные данные. Так же описанная нами экспериментальная установка может быть повторена в любой школьной лаборатории, а, следовательно, наша работа может быть использовано как учебное пособие.

Глава 1. Теоретическая база

1.1. Базовое устройство диода

Диод состоит из следующих основных элементов:

1. Корпус. Герметизированный корпус, материалом которого может быть керамика, металл, стекло, пластик и др.

2. Катод. Представляет собой тонкую нить или металлический цилиндр, который разогревается в процессе работы и испускает электроны.

3. Анод. Представляет собой тонкую нить или металлический цилиндр, который разогревается в процессе работы и собирает электроны.

4. Кристалл. Изготавливается из германия или кремния, или их соединений; одна часть кристалла имеет р-тип проводимости с дефицитом электронов, а другая часть имеет n-тип проводимости с избытком электронов, граница между этими двумя областями кристалла называется р-п переходом (см. Рис. 1).

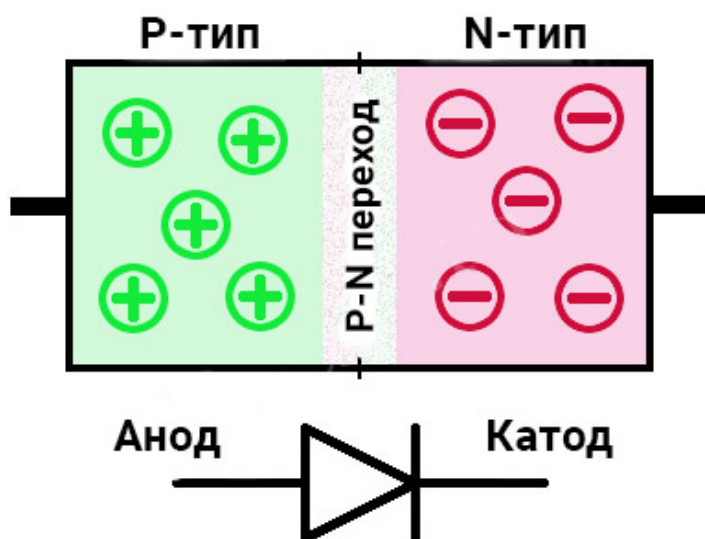


Рис.1. Устройство диода

Принцип работы диода основан на свойстве р-п перехода, который образуется на границе между двумя разнородными полупроводниками с различной концентрацией примесей (р- и n-типа).

Когда к диоду прикладывается прямое напряжение (анод подключен к плюсу, катод к минусу), электрическое поле внутри р-п перехода помогает основным носителям заряда (электронам и дыркам) преодолеть потенциальный барьер, что приводит к протеканию тока через диод от анода к катоду. Этот процесс называется прямым смещением или прямым током.

Если же к диоду приложить обратное напряжение (минус к аноду, плюс к катоду), электрическое поле будет препятствовать движению основных носителей заряда, и ток через диод будет пренебрежимо мал. Однако, даже при обратном включении диода, через него может протекать небольшой обратный ток, вызванный движением неосновных носителей заряда (дырок в *p*-полупроводнике и электронов в *n*-полупроводнике). Этот процесс называется обратным смещением или обратным током.

Таким образом, диод работает как односторонний клапан для тока, пропуская его только в одном направлении (от анода к катоду) и блокируя в обратном направлении. Это свойство диода используется в различных электронных схемах, например, для выпрямления переменного тока, детектирования радиосигналов и т. д.¹

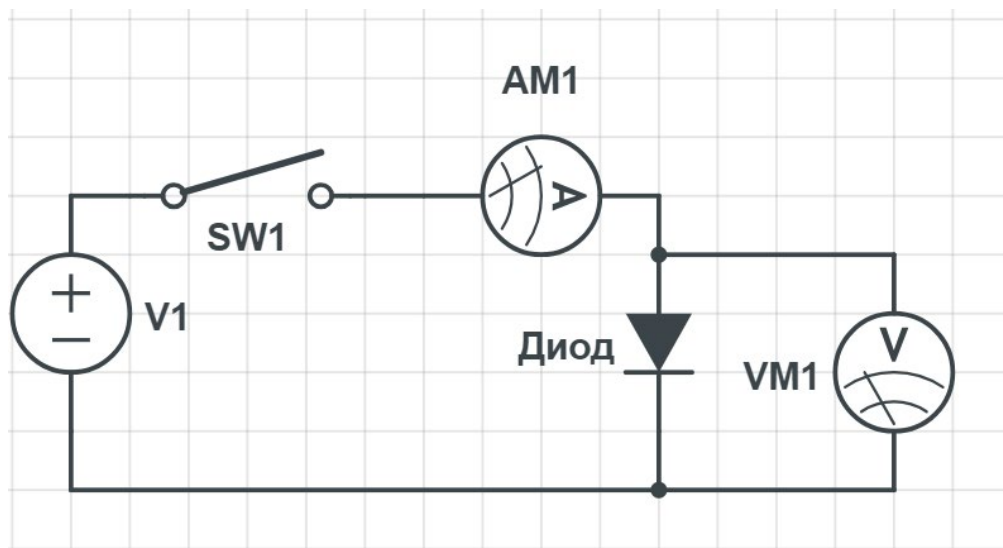
Существуют различные типы диодов: выпрямительные диоды, стабилитроны, диоды Шоттки, светодиоды, туннельные диоды и т. д.

В данной работе мы будем рассматривать следующие характеристики: Прямое и обратное напряжение, прямой и обратный ток, барьерная емкость, время восстановления, максимальная мощность.

¹ Федоров Н. Характеристики диодов 1N4007, Д242, Д226, КД202В: [Электронный ресурс] // Электро 40. URL: <https://elektro40.ru/> (Дата обращения: 10.11.2023).

Глава 2. Эксперимент по выявлению зависимости между материалом и характеристиками диода

2.1. Сборка опытной модели для определения параметров полупроводниковых диодов



2.1.1 Схема
электричес
кой цепи

Рис.2
Эксперимент
альная
электрическа

я схема

Используемая для проведения эксперимента электрическая схема представляет собой цепь, где включены: регулируемый источник напряжения, последовательно подключенный амперметр, диод и вольтметр, подключенный параллельно с диодом (см. Рис. 2).

2.1.2. Приборы и материалы, необходимые для сборки

1. Регулируемый источник напряжения АКТАКОМ APS-3335
2. Исследуемый диод
3. Германиевый выпрямительный диод Д7А
4. Кремниевый выпрямительный диод Д226А
5. Цифровой датчик тока В402
6. Вольтметр
7. Выключатель

2.2. Эксперименты с собранной моделью

2.2.1. Измерение силы тока и напряжения

Мы сняли зависимость силы тока и напряжения и получили следующие графики, помещённые в Приложение 1.

Как видно из сравнения данных графиков, германиевые диоды одной марки и наименования могут иметь существенно отличающиеся характеристики.

Аналогичную зависимость мы приводим и для кремниевых диодов. График находится в Приложении 2.

Как видно из сравнения данных графиков, кремниевые диоды одной марки и наименования имеют схожие характеристики. Сведённые графики находятся в Приложении 3.

2.2.2. Определение констант опытным путем и сравнение их с известными значениями

Из полученных данных можем найти прямое напряжение исследуемых диодов. Для этого необходимо определить при каком напряжении диод открывается и ток через него начинает расти. Для построения графика мы использовали “Метод наименьших квадратов”.

На приведенном графике, находящемся в Приложении 4, точки пересечения проведенных черных линий с осью абсцисс указывают на прямое напряжение соответствующего диода. Из этого можно сделать вывод, что у кремниевых диодов прямое напряжение примерно равно 1.2В, у одного германиевого 0.75В, а у второго 0.8В.

2.2.3. Сравнение характеристик диодов, состоящих из разных материалов

Как видно из представленных выше данных, германиевые диоды действительно, как и указывает справочная литература, имеют значительно

меньшее прямое напряжение в сравнении с кремниевыми аналогами. 1.2В для кремниевых диодов в сравнении с 0.75-0.8В для германиевых.

Так же нами были проведены измерения обратного тока и для вышеуказанных диодов, но значения были слишком малы для их уверенной регистрации. В будущем можно будет провести данные измерения с помощью более совершенного оборудования.

Так же следует обратить внимание, что при повышении напряжения, ток в германиевых диодах растет существенно быстрее, чем в кремниевых, что указывает на большее внутреннее сопротивление последних, и, как следствие, большую мощность тепловыделения и меньшую эффективность работы.

Заключение

Проведя измерение характеристик полупроводниковых диодов в условиях ограниченного оборудования школьной лаборатории, мы подтвердили нашу гипотезу о возможности проведения описанных измерений в столь несовершенных условиях.

В Главе 1 представленной работы мы собрали данные, которые могут быть использованы в последующих исследованиях как справочные.

В Главе 2 мы провели эксперимент по снятию Вольт-Амперной Характеристики выпрямительных диодов, сделанных из германия и кремния. Проанализировав полученные данные, мы пришли к следующим выводам:

1) Германиевые диоды одной марки и наименования могут существенно отличаться в характеристиках.

2) Кремниевые диоды одной марки и наименования имеют схожие характеристики.

3) Германиевые диоды имеют меньшее прямое напряжение, меньшее внутреннее сопротивление, меньшую мощность тепловыделения и, как следствие, более высокую эффективность в сравнении с кремниевыми аналогами.

В будущем исследования в данном направлении могут быть продолжены следующими путями:

1) При помощи точного оборудования провести измерения обратного тока разных диодов и сравнить полученные данные со справочными значениями.

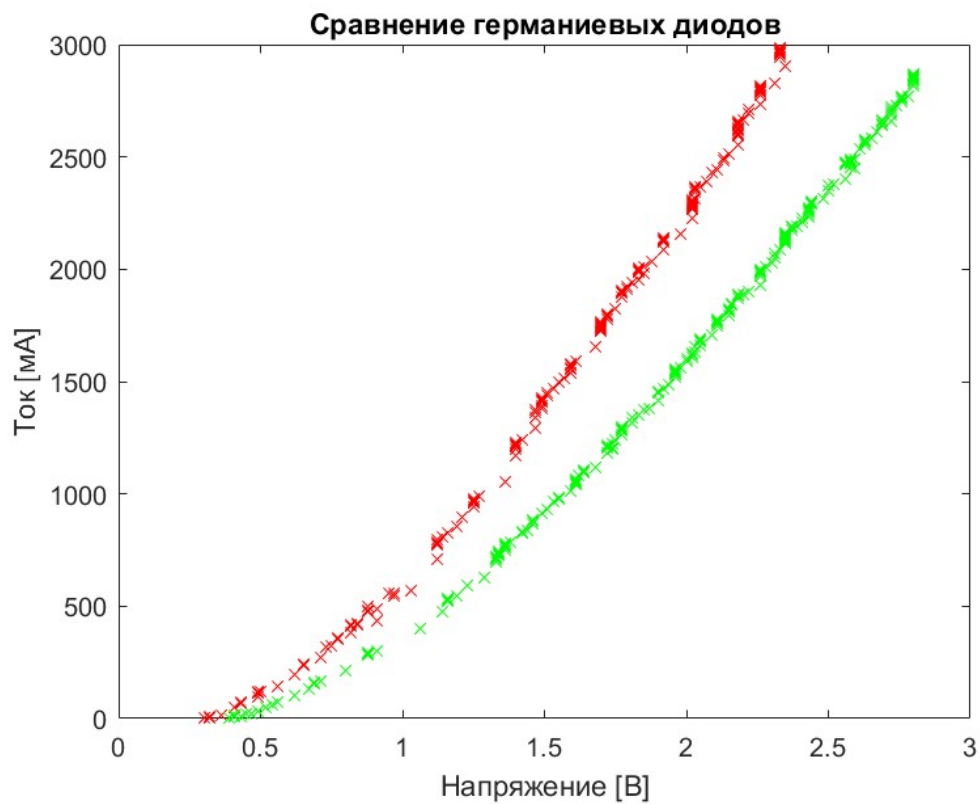
2) С помощью источника питания, способного поддерживать более высокие токи, выявить максимальную мощность диодов и провести сравнения.

В заключение можно сказать, что в данной работе мы актуализировали имеющиеся справочные данные о германиевых и кремниевых выпрямительных

диодах. А также собрали много теоретической информации, которая может быть использована в последующих исследованиях.

Список используемой литературы и источников

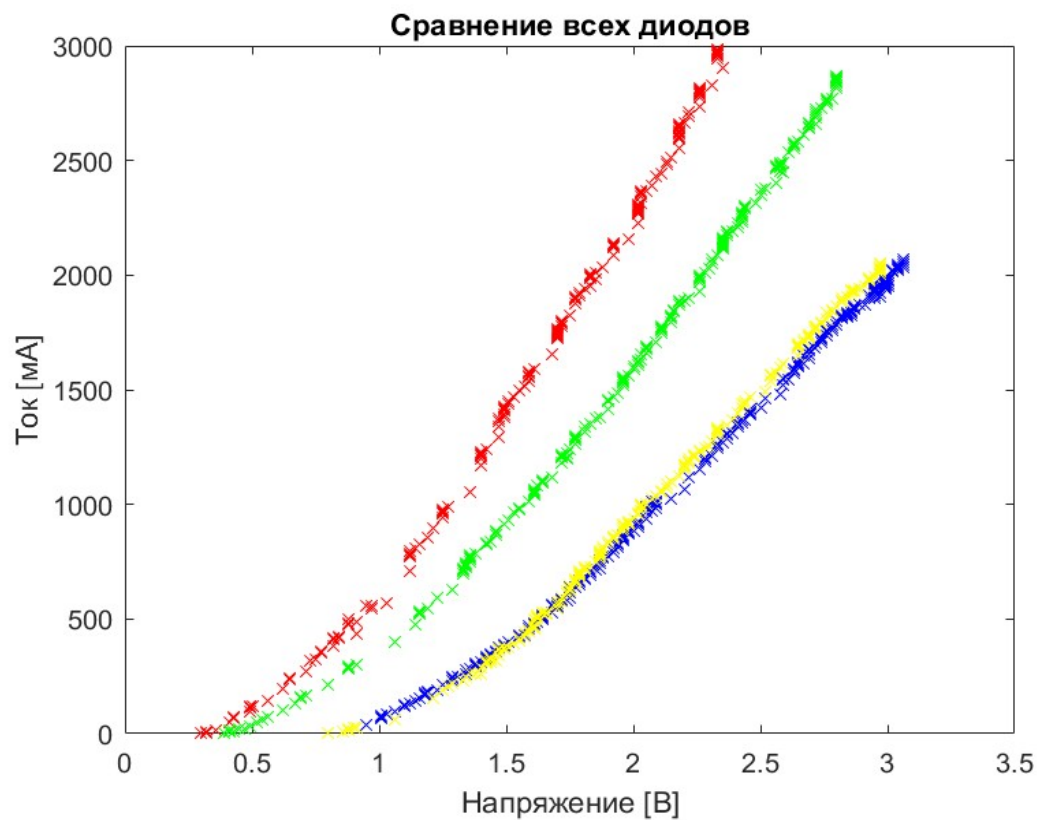
1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник. М.: Изд-во Гардарики, 2003. 317 с.
2. Бондарь Д. Диоды, выпрямители, стабилитроны: [Электронный ресурс] // Образовательный портал «Справочник». URL: https://spravochnick.ru/elektronika_elektrotehnika_radiotekhnika/diody_vypryamiteli_stabilitrony (Дата обращения: 01.12.2023).
3. Бондарь Д. Опытное определение параметров полупроводниковых приборов: [Электронный ресурс] // Образовательный портал «Справочник». URL: https://spravochnick.ru/elektronika_elektrotehnika_radiotekhnika/opytное_opredelenie_parametrov_poluprovodnikovyyh_priborov (Дата обращения: 15.11.2023).
4. Жданов Л.С. Учебник по физике для средних специальных учебных заведений: учебник. М.: Изд-во Наука, 1975. 592 с.
5. Савельев И.В. Курс общей физики. Электричество. - Т.2. М.: Наука, 1970. 432 с.
6. Федоров Н. Характеристики диодов 1N4007, Д242, Д226, КД202В: [Электронный ресурс] // Электро 40. URL: <https://elektro40.ru/> (Дата обращения: 10.11.2023).



Прило
жение
1
Экспер
имента
льно
получе
нный
ВАХ
герман
иевых
диодов.

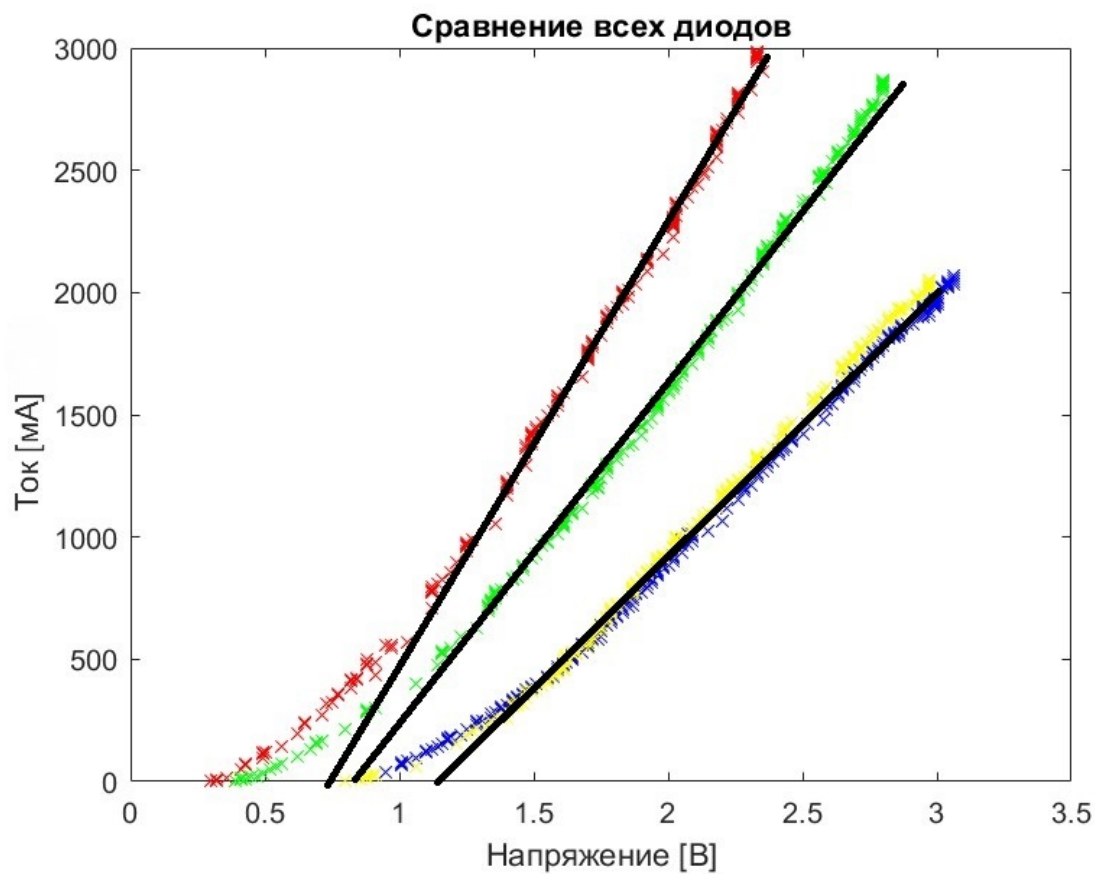
Приложение 2

Экспериментально полученный ВАХ кремниевых диодов.



Приложение 3

Сведенный график ВАХ всех исследуемых диодов.



Приложение 4

Графическое определение прямого напряжения диодов.