

УДК 372.862

**Жегалин Александр Евгеньевич**

магистрант направления «Бизнес-информатика»  
«Бизнес-информатика в высокотехнологичных  
отраслях экономики»  
Национальный исследовательский ядерный  
университет «МИФИ»  
Россия, Москва  
zhegalin96@gmail.com

**Alexander E. Zhegalin**

Master's student of the direction  
"Business Informatics"  
"Business Informatics in High-Tech  
Sectors of the Economy"  
National Research Nuclear University MEPHI  
Russia, Moscow

**Котов Евгений Юрьевич**

магистрант направления подготовки «бизнес-  
информатика в высокотехнологичных отраслях  
экономики»  
Национальный исследовательский ядерный  
университет «МИФИ»  
Россия, Москва  
zhek.a.k@yandex.ru

**Evgeniy Ur. Kotov**

Master's student in the direction of training  
"Business Informatics in High-Tech  
Sectors of the Economy"  
National Research Nuclear University MEPHI  
Russia, Moscow

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ  
РЕСУРСОВ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTRONIC  
RESOURCES IN ELECTRICAL ENGINEERING**

**Аннотация**

Статья посвящена процессу анализа электронных ресурсов по электротехнике. Внедрение новых образовательных систем в обучении электротехнике привело к созданию новых подходов в освоении данной дисциплины. Цель статьи – рассмотрение электронных ресурсов по электротехнике и их сравнительный анализ. В исследовании применяются методы: сравнения, обобщения, выборка и группировка данных, и системный анализ. В результате были проанализированы данные об использовании электронных ресурсов по электротехнике в образовательных организациях. Сделаны выводы о том, что внедрение электронных ресурсов в обучение ведет к увеличению педагогических возможностей преподавателей при преподавании электротехники.

**Ключевые слова:**

электротехника, сравнительный анализ, выборка, инструментальные выборы, обработка информации

**Abstract**

The article will be devoted to the process of analyzing electronic resources for electrical engineering. The introduction of new educational systems in teaching electrical engineering has led to the creation of new approaches in the development of this discipline. The purpose of this article is to review electronic resources on electrical engineering and their comparative analysis. The study uses methods: comparison, generalization, sampling and grouping of data, and system analysis. As a result, we analyzed data on the use of electronic resources in electrical engineering in educational institutions. It is concluded that the introduction of electronic resources in teaching leads to an increase in the capabilities of teachers in teaching electrical engineering.

**Keywords:**

electrical engineering, comparative analysis, sample, instrumental selections, information processing

Электротехника изучается во многих учреждениях среднего профессионального образования (СПО). Данный фундаментальный предмет сложен для понимания и является важным для получения определенной профессии. Однако успешность и эффективность осваивания новой информации зависит от наглядного представления изучаемого материала, особенностей проведения образовательного процесса.

Мы подошли к актуальному вопросу: использование электронных образовательных ресурсов по курсу электротехники становится необходимым, если нет готовых лабораторных стендов.

Однако хотелось бы еще раз отметить онлайн-библиотеки и образовательные платформы, которые содержат учебники и теоретические материалы по электротехнике. Библиотеки дают возможность находить и использовать электронные версии печатных учебников, для изучения материала.

Ранее мы отмечали, что наглядных электронных образовательных ресурсов крайне мало. Но если рассматривать изучение сложного блока тем: электрические цепи и электронные схемы, то одним из таких решений может выступать возможность работать в учебных заведениях с программами и виртуальными лабораториями.

В этой главе более подробно рассмотрим некоторые программы, которые можно использовать при изучении электронных схем и электрических цепей.

Существуют определенные системы автоматизированного проектирования (САПР), в которых можно изучать и разрабатывать электронные устройства.

Ниже более подробно рассмотрим примеры САПР:

1. CAD (Computer Aided Design) – средства автоматизированного проектирования, предназначенные для автоматизации двумерного или трехмерного геометрического проектирования.

2. EDA (Electronic Design Automation) – это группа САПР, необходима для разработки электронных устройств, интегральных схем, печатных плат.

Для изучения основ электротехники и электроники наиболее интересны такая группа САПР, как EDA, которая позволяет проектировать электронные схемы и платы.

Проведем общий обзор EDA–систем: на данный момент существуют множество программных обеспечений, пакетов для проектирования электрических схем и устройств, более подробные примеры рассмотрим ниже, но все они имеют много схожих черт.

Существуют библиотеки с компонентами электрических схем, некоторые программы дают возможность самому создавать библиотеки или компоненты. Есть возможность редактирования существующих условных графических обозначений (УГО) элементов.

Некоторые системы имеют автоматическую расстановку компонентов, в свою очередь данная функция позволяет автоматически создавать разводки дорожек для

печатной платы. Так же, автоматически, соединяются многослойные платы с выводами для электронных компонентов, которые соответствуют в созданной принципиальной схеме.

### Возможности программ

Все рассмотренные программы предоставляют возможность моделировать схемы в разных условиях, ставить эксперименты. Например, можно смоделировать короткое замыкание, то, что в реальной жизни опасно и не рекомендовано производить.

Однако стоит понимать, что программный пакет не в состоянии смоделировать все ситуации, которые могут быть в реальности, то есть не всегда можно показать все свойства и функции реального объекта.

### NI Multisim

Программное обеспечение (ПО) NI Multisim выполнено по промышленным стандартам. Применяется данное ПО для моделирования аналоговых, цифровых, силовых схем электроники.

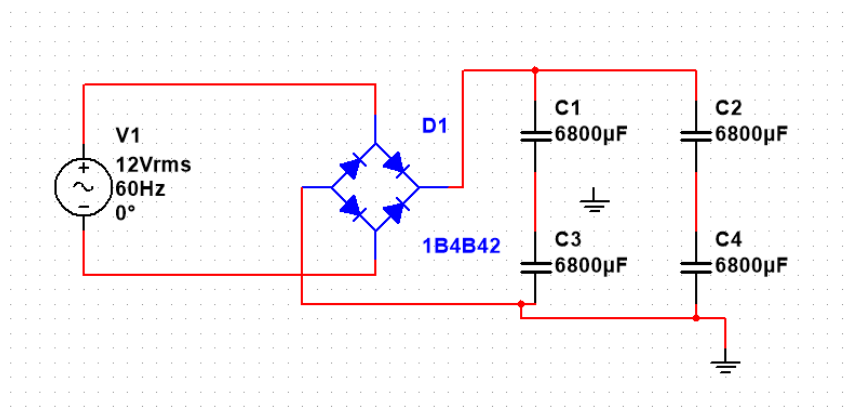


Рисунок 1 – Принципиальная схема, созданная в Multisim

Главная особенность NI Multisim – подключенные библиотеки с реальными компонентами. Например, электронные элементы таких популярных производителей, как Phillips, NXP, Analog Devices.

Существует две версии ПО: Multisim for Education и Multisim for Designers.

Первая предназначена для обучения схемотехнике, для курсов аналоговой, цифровой и силовой электроники, а также проведения лабораторных работ. Основная задача – закрепить теоретический материал, продемонстрировав работу процессов в реальных проектах. Для этого помимо интерактивных компонентов программа способна взаимодействовать с аппаратными платформами, например, одна из самых распространённых – NI ELVIS, что делает возможным создание целых виртуальных лабораторий систем управления, энергетики, силовой техники и т.д.

Вторая версия – инструмент моделирования для инженеров, позволяющая анализировать и проектировать печатные платы, а также позволяют быстро проводить циклы проектирования и повышать производительность прототипов.

Данный продукт не подходит для выполнения заданных требований по следующим параметрам:

1. Только англоязычная версия.
2. Требуется дополнительное оборудование (аппаратная платформа — NI ELVIS).
3. Платформа работает только на последних версиях ОС.
4. Платное распространение программы.

EasyEDA

Это не программное обеспечение для компьютера, а облачный сервис с набором инструментов, предназначенный для проектирования электронных приборов. Так же этот сервис включает в себя редактор принципиальных схем и печатных плат.

В EasyEDA имеется обновляемая библиотека, которая содержит огромное количество комплектующих, символьную маркировку (американская и европейская). Есть возможность самому создавать компоненты или редактировать существующие.

Для данной платформы существует пользовательский форум, где можно получить помощь и найти существующие проекты. Отличительная особенность – есть возможность заказать печатную плату.

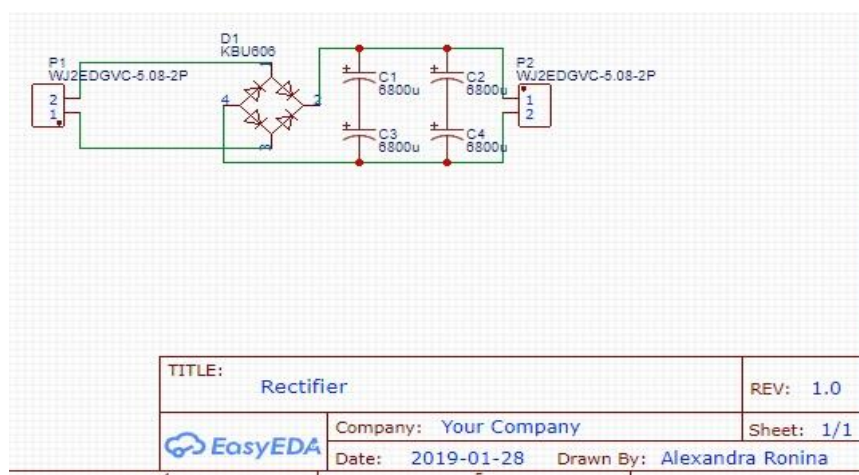


Рисунок 2 – Принципиальная схема, созданная в EasyEDA

Данная платформа не подходит для наших задач по следующим критериям:

1. Не поддерживает русский язык.
2. Для работы нужно иметь выход в интернет.
3. Довольно сложный интерфейс, в котором нужно отдельно разбираться.
4. Подходит больше для профессиональной деятельности, чем для учебной.

#### TinkerCAD (Autodesk Circuits)

Это бесплатная онлайн программа, предназначенная для 3D – моделирования. Главное преимущество данного сервиса: программное обеспечение не нужно скачивать, т.к. есть возможность работать онлайн, с любого удобного устройства, имеющий доступ к интернету. Проекты сохраняются автоматически. Изначально данная программа была нацелена на трехмерное геометрическое проектирование, однако в последней версии TinkerCAD появилась возможность создания электронных схем, которые можно подключить к симулятору виртуальной платы Arduino, что особенно ценно в учебном процессе, если есть задача освоить принципы работы и создания схем с использованием микроконтроллеров.

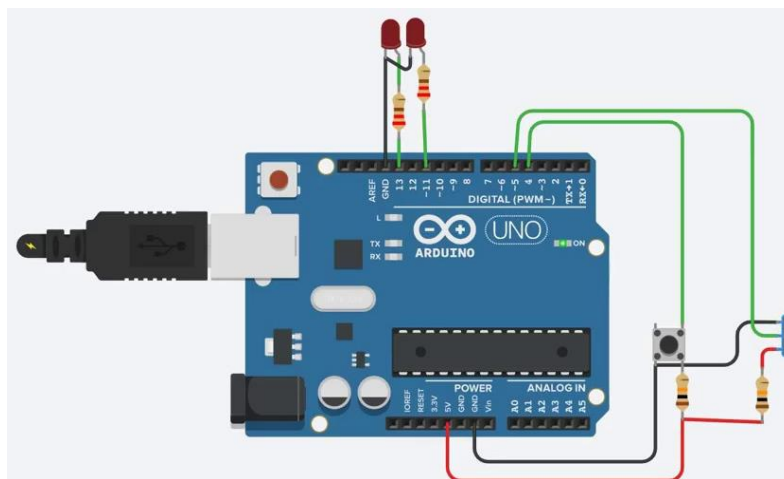


Рисунок 3 – Схема, созданная в TinkerCAD

TinkerCAD предоставляет возможность экспортировать готовые проекты на 3D-принтер, импортировать в программу чужие проекты или проекты, созданные в других сервисах.

Очевидным достоинством можно отметить простоту интерфейса и наличие симулятора виртуальных измерительных приборов и датчиков.

Но для наших задач существуют следующие недостатки:

1. Только англоязычная версия.
2. Работа предусмотрена только онлайн.
3. Только для начальной учебной деятельности.
4. Узкая направленность платформы (Arduino).
5. Недостаточный функционал.

TINACloud

Программы TINA TI, TINA являются средой моделирования, предназначенные для проектирования, симуляции и отладки различных схем электронных устройств [6].

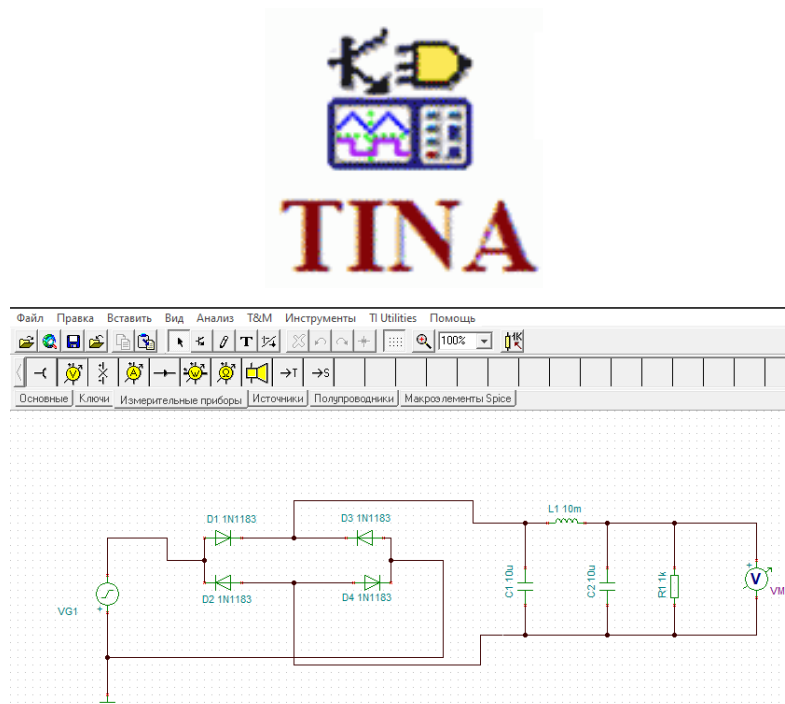


Рисунок 4 – Принципиальная схема, созданная в TINAcloud

TINA не имеет каких-либо ограничений на число используемых устройств и узлов, идеально подходит для моделирования поведения различных аналоговых схем и импульсных источников питания.

TINA-TI является бесплатной ограниченной версией программы TINA, но имеет урезанный функционал.

Все компоненты, представленные в TINA/TINA-TI, распределены по шести группам: основные пассивные радиодетали, ключи, полупроводники, измерительные приборы, источники. С помощью данной программы можно произвести симуляцию, созданной принципиальной схемы

Уникальная особенность ПО – перед стартом любой симуляции выполняется проверка схемы на ошибки. Все найденные ошибки отображаются в особом окне в виде списка.

Из особенностей можно отметить:

1. Имеет русскоязычную версию.
2. Выполнение моделирования схем происходит на сервере компании, обеспечивая точность и скорость.
3. Большая библиотека компонентов.
4. Проверка схем на наличие ошибок.

Однако существуют существенные недостатки для нашей цели:

1. Довольно сложный симулятор, для начинающих.
2. У опытных пользователей возникают трудности в настройках дополнительных инструментов.
3. Платное распространение программы.
4. Подразумевает использование Интернет-соединения.

### PartSim

PartSim – это редактор электрических схем, который запускается в браузере. Работа симулятора схем основана на Javascript, не требует использования дополнительных плагинов.

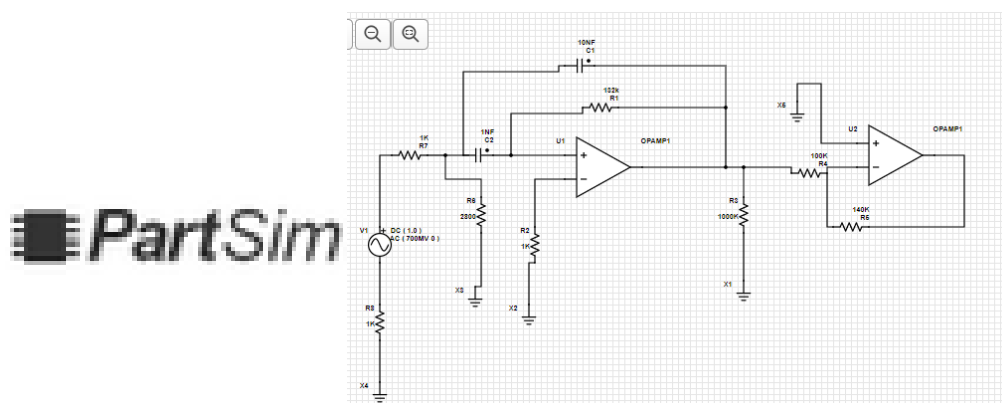


Рисунок 5 – Принципиальная схема, созданная в PartSim

Интерфейс программы интуитивно понятен: все компоненты находятся на боковой панели. При запуске симулятора появляется диалоговое окно моделирования, которое дает возможность запускать определённые типы моделирования, такие как SPICE (симулятором с открытым исходным кодом) и Transient (механизм, предназначенный для анализа переходных процессов, для построения осциллограмм).

К преимуществам можно отнести:

1. Подходит для начинающих пользователей.
2. Небольшое количество готовых примеров базовых схем.
3. SPICE и Transient механизмы.

Существенными недостатками являются:

1. Только англоязычная версия.
2. Недостаточно мощный симулятор.
3. Библиотека имеет большое количество операционных усилителей, но недостаточно иных компонентов и микросхем.
4. Отсутствие функции импорта/экспорта схем.



5. Есть сведения об ошибках моделирования схем в ПО.

6. Подразумевает работу онлайн.

### **Выводы**

Подводя итог, можно отметить: рассмотренные варианты программного обеспечения (ПО) помогают изучить процессы, которые возникают в электрических схемах, понять, как изменяются параметры цепи, позволяя исправлять ошибки при проектировании схем перед сборкой, дают возможность виртуально исследовать сложные процессы, не имея при этом нужного оборудования. В условиях, когда не все образовательные учреждения оснащены наглядными пособиями или не имеют возможности проводить наглядные занятия, то программное обеспечение является оптимальной возможностью для преподавателей и образовательных организаций.

### **Список использованных источников**

1. Волкова И.А. Современный урок в условиях введения ФГОС общего образования // Екатеринбург: ГАОДПОСО "ИРО", 2014. - 196с.

2. Герасимов В.Г., Зайдель Х.Э., Коген-Далин В.В. Сборник задач по электротехнике и основам электроники: Учебное пособие для электротехн. спец. вузов /.; Под ред. В.Г. Герасимова- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 288 с.

3. ГОСТ Р 52653-2006. Национальный стандарт Российской Федерации. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения" (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 27.12.2006 N 419-ст) (ред. от 10 декабря 2018 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=9057#04989975966430007>. – ГОСТ Р 52653-2006. Национальный стандарт Российской Федерации. — (Дата обращения: 15.10.2019)

4. ГОСТ Р 53620-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные образовательные ресурсы. Общие положения" (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 15.12.2009 N 956-ст) (ред. от 20 октября 2018 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=11350#06163696188665102>. – ГОСТ Р 53620-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. — (Дата обращения: 16.10.2019)

5. Закон РФ от 10 июля 1992 г. №3266-1 (ред. от 12 ноября 2012 г.) «Об образовании», ст.15, п.1.1

6. Классификация электронных образовательных ресурсов.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/12103/1165/lecture/19307?page=2>– (Дата обращения: 18.03.2020).

7. Леонов В.Г. Пакет программ «Multisim» как средство повышения эффективности преподавания курса «Электрические цепи и машины»// Современное технологическое образование в школе и педагогическом вузе. Материалы XXI Международной научно-практической конференции по проблемам технологического образования. – М. МПГУ, 2015, сс.230-235.