

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра радиотехники и электродинамики

**Разработка компенсационного стабилизированного источника питания  
линейного типа**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студентки 4 курса 4071 группы  
направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»  
института физики  
Урядовой Александры Владимировны

Научный руководитель  
ассистент

\_\_\_\_\_  
дата, подпись

Д.А. Колосов

Заведующий кафедрой  
д.ф – м.н., профессор

\_\_\_\_\_  
дата, подпись

О.Е. Глухова

Саратов 2021 год

## Введение

**Актуальность работы обусловлена** повсеместным распространением источников питания реализовано по принципу импульсной модуляции, которая позволяет при малых размерах устройства и низкой стоимости получить высокие значения КПД. Однако, сложность их конструкции снижает надежность и долговечность, затрудняет их самостоятельное обслуживание, а работа с высокими частотами дает шумы. Поэтому в рабочей среде бывает необходимым иметь линейный источник для безопасного тестирования и работы схем, которые проверить и использовать на импульсном блоке затруднительно.

**Объект исследования:** Типовая схема на микросхеме LM78xx, компенсационный стабилизатор TL431, схема защиты по току.

**Целью работы** является использование полученных в процессе обучения знаний и навыков в разработке, моделировании и сборке компенсационного стабилизированного источника питания линейного типа для учебной лаборатории кафедры радиотехники и электродинамики со следующими выходными характеристиками и требованиями к устройству:

- Напряжение компенсирующего выхода: от 3 до 22 В
- Выходные стабилизированные напряжения: 12 В, 9 В и 5 В
- Режимы ограничения тока: 1 А и 2 А

**Основные задачи заключаются в следующем:**

- Изучение пакетов программ компьютерного моделирования и симуляции электрических схем для получения модели устройства;
- Моделирование первичной схемы посредством симулятора электрических цепей LTSpice;
- Создание топологии печатной платы на базе Sprint-Layout;
- Изучение методов создания печатной платы, сравнение методов;
- Сборка модуля напряжения 12/9/5 на печатной плате;
- Сборка компенсационного стабилизатора на макетной плате, и его проверка;
- Сборка полной схемы устройства, наладка, анализ результатов;

- Корпусная сборка компенсационного стабилизированного источника питания линейного типа в соответствии с заданными параметрами.

**Новизна** работы обусловлена ее модульной схемой и возможностью модификации в зависимости от спектра поставленных задач. Состоящее из типовых схем, устройство, тем не менее имеет уникальную компоновку, аналогов которой на данный момент нет на просторах глобальной сети нет, а ее простая схема позволяет разобраться в устройстве блока питания и обслуживать его имея базовый инструментарий радиолюбителя и навыки базового радиотехнического уровня. Также следует отметить, что в устройстве имеются в наличие два независимых блока с возможностью их последовательного и параллельного подключения.

**Характеристика материалов.** Материалами для исследования послужили типовые и распространенные среди радиолюбителей схемы, материалы лабораторных работ радиотехнической лаборатории, базовая литература по электротехнике, а также datasheet компонентов, используемых при создании устройства. В качестве объекта цитирования был взят минимум материала – основной фокус был на процессе работы и тестировании полученного блока питания.

В структуре выпускной квалификационной работы можно выделить 9 глав (не считая введения и заключения), с подразделением на подглавы а именно:

1. Моделирование и расчет
  - 1.1 Основные инструменты и программы
  - 1.2 Принцип работы блока питания, обобщенная схема, основные модули
2. Трансформатор
3. Компенсационный стабилизатор напряжения и выпрямитель
  - 3.1 Компенсационный стабилизатор
4. Стабилизаторы LM, общая теория
  - 4.1 Методика выбора радиатора
5. Моделирование работы общей схемы программным пакетом LTSpice на схемах – аналогах
6. Моделирование принципиальной схемы в Multisim и построение топологии печатной платы в Sprint-Layout
  - 6.1 Схема защиты по току на TL431
  - 6.2 Моделирование с защитой по току программой Multisim, получение параметров выходного тока
  - 6.3 Список необходимых компонентов, их параметры и номиналы
  - 6.4 Построение топологии печатных плат программой Sprint-Layout

7. Методы получения печатной платы
  - 7.1 Лазерно-утюжный метод
8. Процесс сборки
9. Тестирование

## Содержание работы

**Во введении** обоснована актуальность темы выпускной квалификационной работы, сформулированы ее цели и задачи. Так, если обобщить, актуальность обусловлена повсеместным распространением импульсных источников, что неоправданно негативно сказалось на распространении линейных блоков питания в рабочей среде.

**1 Глава** содержит в себе список необходимых для работы программы моделирования и управления созданием модулей устройства, такие как LTSpice, Multisim, SprintLayout, Candle и FlatCam. Также глава включает в себя общую принципиальную схему и модель создаваемого устройства, демонстрирующую общую задумку создаваемого блока питания.

**2 Глава** фокусируется на трансформаторе, задействованном в процессе работы и его основных характеристиках. Стоит подчеркнуть, что конструкция предусматривает трансформатор и более высоких значений выходного тока.

**3 Глава** содержит общие сведения о выпрямителе, а также подробно останавливается на конструкции и принципе работы тестовой модели компенсационного стабилизатора.

**4 Глава** включает в себя определение линейного стабилизатора серии LM78xx в корпусе ТО-220, а также методику выбора радиаторов для них, а также транзисторов в аналогичном корпусе.

**5 Глава** демонстрирует пробную модель на микросхемах – аналогах и полученные в процессе тестирования результаты. Именно на этом этапе была определена основная схема линейного стабилизатора.

**6 Глава** содержит процесс моделирования окончательной варианта блока линейного стабилизатора, описание принципа работы и используемой схемы защиты по току, их компоновку и проверку работоспособности в программном пакете Multisim и определение связи выходного тока и шунтирующего резистора. Также на это этапе определяется необходимые для последующей сборки компоненты и их характеристики. В завершение описывается и демонстрируется подготовка топологии печатной платы в SprintLayout для последующего травления или обработки на ЧПУ.

**7 Глава** содержит подробное описание получения печатной платы лазерно-утюжным методом и демонстрацию модуля линейной стабилизации готового для последующего монтажа

**8 Глава** иллюстрирует и описывает процесс заключительной сборки компенсационного стабилизированного источника питания линейного типа на корпусе от усилителя ГЗ-112/1.

**9 Глава** демонстрирует полученные результаты. В данной главе были проведены контрольные замеры, определены напряжения стабилизации блоков компенсационного стабилизатора, значения на выводах линейных стабилизаторов и погрешность подключенного к компенсационным стабилизаторам вольтметра. В итоге напряжение стабилизации - 22 В, погрешность встроенного вольтметра относительно внешнего на блоке 1 равна 4.8%, на блоке 2 – 5.96%. На выводах модуля стабилизации напряжение соответствует 5.045 В, 9.056 В, 11.876 В для блока 1 и 5.054 В, 9.048 В, 11.827 В, что в принципе соответствует задуманному.

### **Заключение**

В ходе работы изучили пакеты программ компьютерного моделирования и симуляции электрических схем, смоделировали схему для проверки работоспособности модулей, подобрали компоненты для устройства, смоделировали топологию печатной платы, создали печатную плату лазерно-утюжным методом, получили навыки монтажа на макетной плате в процессе создания компенсационного стабилизатора. Также собрали все модули воедино после проверки их работоспособности и процесса наладки. Используя корпус от старого усилителя, получили готовое устройство как с практической, так и с эстетической точки зрения. В завершение сняли показатели с компенсационного стабилизированного источника питания линейного типа. Полученные в процессе обучения знания и навыки в разработке и моделировании, позволили собрать и наладить устройство для учебной лаборатории кафедры радиотехники и электродинамики.

В конечном итоге мы получаем устройство с двумя независимыми блоками, которые можно соединять последовательно и параллельно, в том числе использовать как двухполюсный стабилизированный блок питания. Вольтметр получил возможность переключения между блоками компенсационной стабилизации и его показатель достаточно точен для выставления требуемого напряжения. Также защита по току получила отдельный переключатель на корпусе для режимов 1 А и 2 А. Выводы со

стабилизированным напряжением можно нагружать до тех пор, пока ток потребления не станет равным значению токовой защиты.

В процессе схема дорабатывалась, подгонялась под новые задумки, получала новые модули, получая впоследствии новые возможности, чтобы обрести целостность законченного устройства.