

**МОДУЛЬ ПИТАНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ТЕРМОШКАФА  
С УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ ОПТОРЕЛЕ**

**В. В. ПАШКИЛЕВИЧ, канд. техн. наук, доц. А. М. СТАСИШИНА**

**(Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники, Минск)**

*В работе представлена разработка усовершенствованного оптореле модуля питания для медицинского термошкафа, реализующаяся на предприятии ОДО «ТэхатАкси» (г. Минск, Республика Беларусь). Предполагается, что применение данного модуля питания в медицинском термошкафу повысит безопасность и непрерывность подогрева воздуха внутри термошкафа, а также позволит сэкономить денежные средства по изготовлению данной разработки в 10 раз.*

**Ключевые слова:** медицинский термошкаф, гипотермия, оптореле, модуль питания.

**Введение.** Гипотермия – типовой характер расстройства теплового обмена организма, образующаяся в следствии воздействия на него низкой температуры внешней среды или значительного понижения теплопродукции в нем и характеризующаяся нарушением механизмов терморегуляции, что выражается понижением температуры тела ниже нормы.

Понижение температуры тела у пациента возможно по различным причинам: 1) нахождение человека в больничных помещениях, в которых температура воздуха находится ниже комфортного уровня для человека; 2) введение холодных инфузионных растворов, влияние фармакологических препаратов с сосудорасширяющим действием и миорелаксантов; 3) отсутствие «теплой» одежды; 4) чувство беспокойства и многое другое [1].

Дооперационная гипотермия связана с более высокими показателями смертности, продолжительным временем кровотечения, увеличением нагрузки на сердечно-сосудистую систему, появлением неврологических отклонений. Интра- и постоперационная гипотермия осложняет послеоперационный уход, нарушает процесс заживления ран, увеличивает частоту возникновения инфекций, медикаментозную нагрузку, что в целом увеличивает время пребывания пациента в медицинском учреждении.

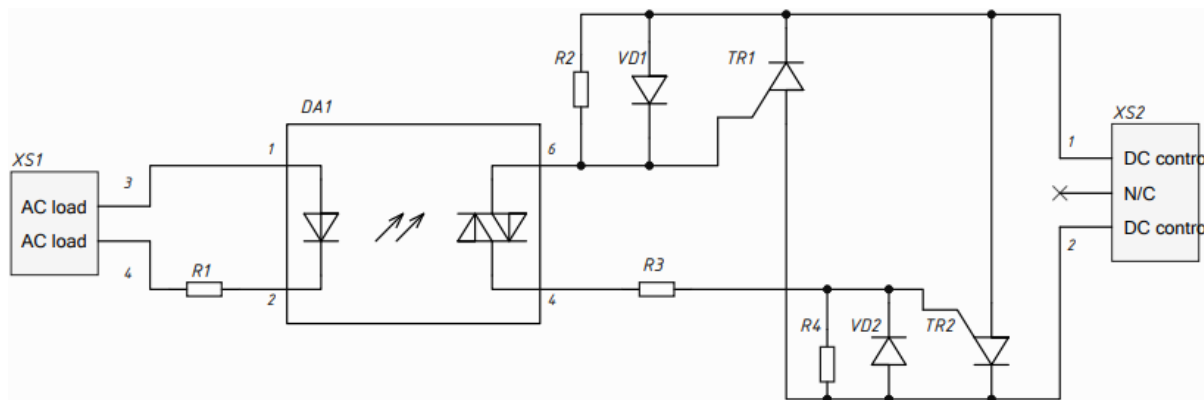
Медицинский термошкаф предназначен для подогрева и хранения медицинских изделий, растворов и жидкостей для инфузионной терапии, парафиновых

и церезиновых производных, больничных одеял и другого текстиля, нательного и постельного белья при заданной температуре.

Разрабатываемый модуль питания позволяет объединить в себя плату питания для медицинского термошкафа с усовершенствованным оптореле, созданным на базе легкодоступной элементной базы. Показанная версия модуля питания с программируемой защитой от перегрева является надёжной, достаточно простой в эксплуатации, отвечает всем требованиям, предъявляемым к медицинской технике.

Таким образом, целью данной работы является разработка модуля питания с программируемой защитой от перегрева (срабатывающая при достижении температуры в 60°C), реализующейся с использованием улучшенного оптореле на основе легкодоступной элементной базы.

**Результаты и их обсуждение.** Твердотельное реле CX380D5 [2], которое достаточно часто используется в термошкафах медицинских учреждений Республики Беларусь и других стран СНГ, является дорогостоящим элементом американского происхождения. На рис. 1 представлена электрическая принципиальная схема усовершенствованного оптореле модуля питания медицинского термошкафа на основе легкодоступной элементной базы, не уступающая по техническим характеристикам американскому аналогу CX380D5.



**Рисунок 1. – Схема электрическая принципиальная разработанного оптореле модуля питания медицинского термошкафа**

Разработанная электрическая схема замены оптореле предназначена для управления различными нагрузками, подключаемыми к сети переменного тока (220 В), и реализуется следующим образом.

При отсутствии управляющего постоянного напряжения (УН) на контактах разъема XS1, оптрон DA1 "закрыт" и не пропускает ток через свою выходную цепь, управляющую работой двух силовых тиристоров. В этом положении, тиристоры также "закрыты" и не пропускают ток через подключенную нагрузку. При подаче УН, оптрон "открывается" и подает ток на ножки управления тиристоров, которые

в свою очередь тоже "открываются", подключая нагрузку с сети. Когда УН снимается, схема возвращается в исходное состояние.

Электрическая схема разработанного оптореле должна:

- обеспечивать гальваническую развязку цепей управления от сети;
- включать/выключать нагрузку в момент перехода сетевого напряжения через ноль;
- управлять самой нагрузкой мощностью до 1000 Вт.

Выбор элементной базы проводится на основе схемы электрической принципиальной с учетом технического задания. Надежность эксплуатации элементной базы во многом определяется правильным выбором типа элементов при проектировании и использовании в режимах, не превышающие допустимые значения, а именно для нашего разрабатываемого оптореле: потребляемая мощность – до 1000 Вт, температура – до 85 °С. После подбора элементной базы (табл.) разработана печатная плата в комплексной системе автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств (САПР) Altium Designer.

Таблица. – Перечень элементов печатной платы оптореле

DA1	Оптопара MOC3063SM SMD-6
R1-R3	Резисторы SMD 0805 0,25 Вт, 240 Ом±5%
R4	Резистор SMD 1206 0,5 Вт, 360 Ом±5%
TR1, TR2	Тиристоры MCR708AG
VD1, VD2	Диоды RS21 DO-214
XS1	Вилка MPW-2R
XS2	Вилка MPW-3R

Перейдя в САПР Altium Designer, разработала интегрированную библиотеку, которая содержит в себе ряд всех необходимых компонентов и соответствует им посадочных мест, создала проект печатной платы, провела трассировку печатной платы (рис. 2) и создала 3D модель.

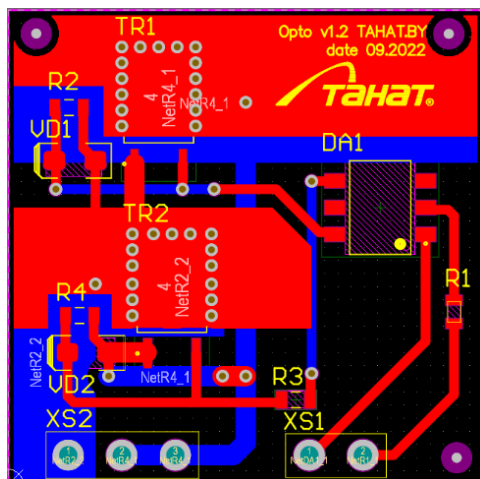
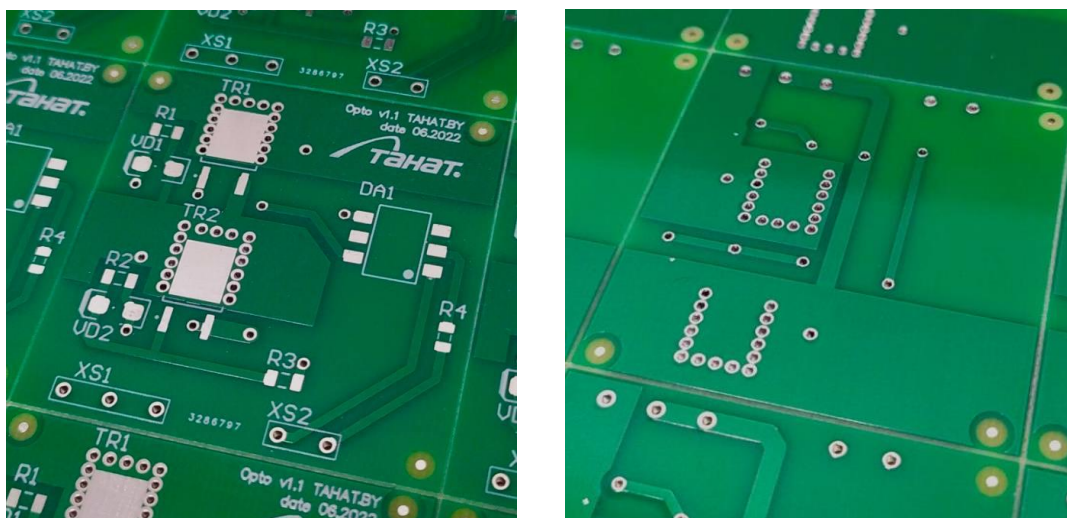


Рисунок 2. – Трассировка печатной платы оптореле

В дополнение к мощным средствам разработки, Altium Designer имеет широкие возможности импорта и экспорта сторонних систем проектирования и поддерживает практически все стандартные форматы выходных файлов (Gerber, ODB++ , DXF). Файл Gerber – это файл, который содержит информацию необходимую для производства печатных плат, благодаря которому после создания проекта печатной платы оптореле реализуется на предприятии ОДО «ТахатАкси» (г. Минск, Республика Беларусь) и будет запущено в экспериментальную эксплуатацию в ближайшее время для дальнейшего анализа работы модуля питания медицинского термошкафа (рис. 3).



а

б

а – вид сверху; б – вид снизу

Рисунок 3. – Печатная плата оптореле

**Заключение.** С помощью комплексной системы автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств Altium Designer разработана печатная плата оптореле модуля питания медицинского термошкафа, основывающаяся на использовании доступной элементной базы и позволяющая, таким образом, сэкономить денежные средства по ее изготовлению до 10 раз, а также позволяющая повысить безопасность и непрерывность подогрева воздуха внутри термошкафа и находящихся в нем предметов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пониженная температура тела [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.invitro.ru/moscow/library/simptomy/26402>.
2. Твердотельное реле CX380D5 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.chipdip.by/product/cx380d5>.