

ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ ПЛАТА  
ДЛЯ ИС 1396ЕУ065  
Руководство по эксплуатации  
КФДЛ.301411.280РЭ

2021

## Содержание

1 Назначение и состав.....	3
2 Характеристики демонстрационной платы для ИС 1396ЕУ065 .....	3
3 Слои демонстрационной платы .....	3
4 Электрическая принципиальная схема демонстрационной платы .....	4
5 Порядок работы с демонстрационной платой.....	9
6 Меры безопасности .....	11

## 1 Назначение и состав

Демонстрационная плата (далее – ДП) предназначена для ознакомления с работой микросхемы 1396EY065 (в корпусе МК 5121.20-А) – ШИМ-контроллера с фазовым сдвигом, который реализует управление силовым каскадом полного моста посредством резонансного переключения при нулевом напряжении.

ДП представляет собой изолированный преобразователь с 48-вольтным входом, фазовым сдвигом и полным мостом, обеспечивающим выход 3,3 В при 15 А. Выходы OUTA, OUTB ИС 1396EY065 в этом приложении используются для прямого управления синхронным выпрямлением. Отсутствие демодуляции фазосдвинутых тактовых сигналов необходимо для получения сигналов драйверов затворов синхронного выпрямления, дающих значительное повышение общей эффективности.

Работая в режиме пикового тока, эта ДП подчёркивает многие преимущества ИС 1396EY065 при использовании усовершенствованного ШИМ-регулятора с фазовым сдвигом для прямого управления синхронным выпрямлением.

Наличие на плате всех необходимых компонентов позволяет использовать микросхему 1396EY065 и подключить нагрузку без предварительной подготовки.

На двухсторонней печатной плате размещены: микросхема 1396EY065, микросхема настраиваемого регулятора шунтирующего типа TL431СРК, микросхемы высокочастотного драйвера UCC27200, микросхема UCC27424 двойного драйвера MOSFET, винтовые клеммники для подключения внешних источников напряжения и нагрузки, а также внешние элементы, необходимые для функционирования микросхем, см. таблицу 1.

С работой ШИМ-контроллера 1396EY065 можно ознакомиться в техническом описании на микросхему КФДЛ.431268.005ТО.

## 2 Характеристики демонстрационной платы для ИС 1396EY065

Напряжение источника смещения $U_{CC}$ , В .....	0 – 12
Ток источника смещения $I_{CC}$ , А .....	не менее 0,25
Напряжение источника входного напряжения $U_{IN}$ , В .....	0 – 72
Ток источника входного напряжения $I_{IN}$ , А .....	не менее 2
Ток выходной нагрузки $I_{LOAD1}$ , А .....	0 – 15
Габаритные размеры демонстрационной платы, мм .....	106,363 × 80,963

## 3 Слои демонстрационной платы

Четырёхслойная печатная плата была разработана с использованием верхнего и нижнего слоёв для сигнальных проводников и внутреннего отдельного земляного слоя, соединённого в одной точке у конденсатора С22 (см. рисунок 3 или КФДЛ.301411.280ЭЗ). Большинство компонентов предназначены для поверхностного монтажа и размещены только на верхней стороне печатной платы.

На рисунке 1 показано расположение сигнальных проводников верхнего и нижнего наружных слоёв ДП.

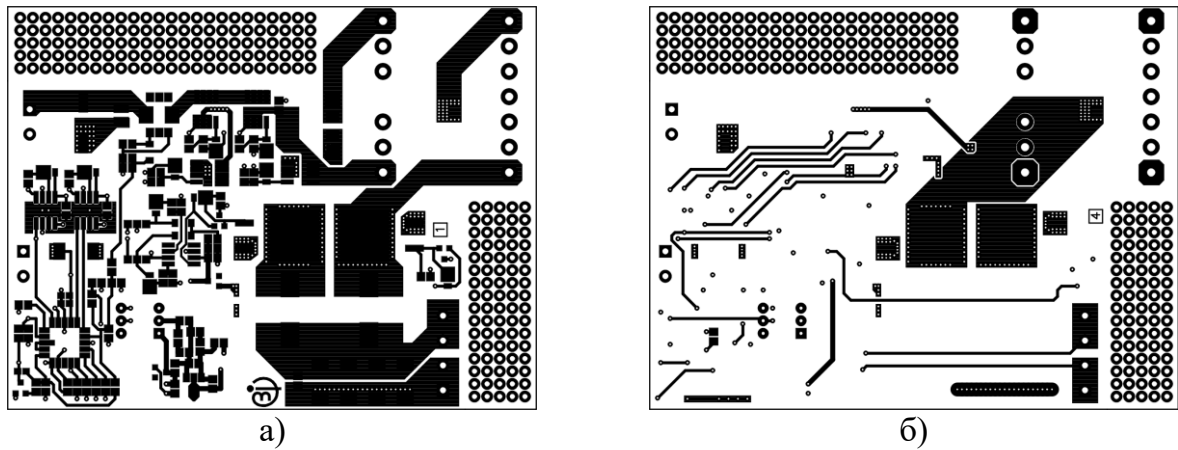


Рисунок 1 – Внешние слои металла демонстрационной платы  
 а) верхний слой металла; б) нижний слой металла

На рисунке 2 представлены внутренние слои ДП. Они преимущественно используются в качестве земляных проводников.

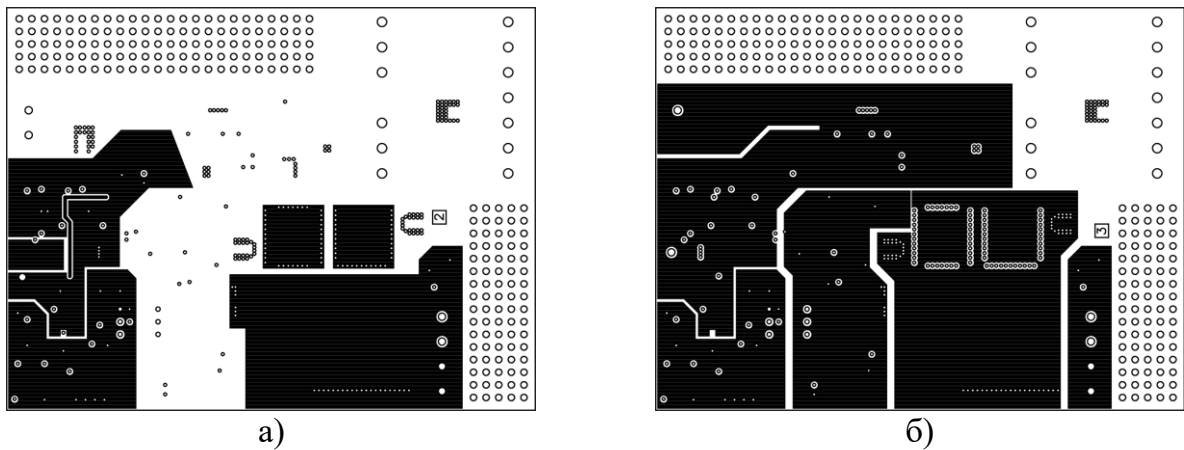


Рисунок 2 – Внутренние слои демонстрационной платы  
 а) верхний слой металла; б) нижний слой металла

#### 4 Электрическая принципиальная схема демонстрационной платы

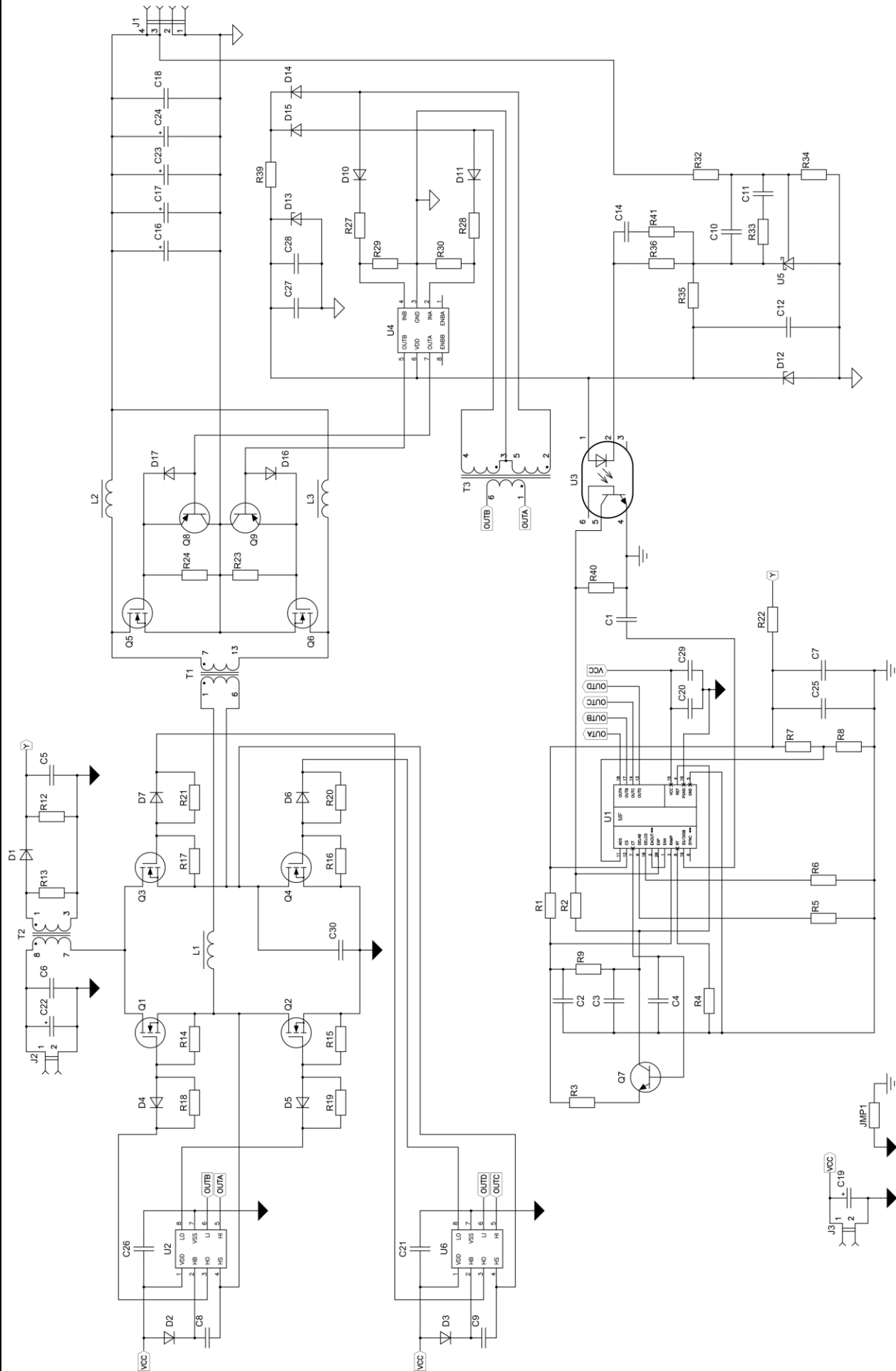
Электрическая принципиальная схема демонстрационной платы показана на рисунке 3. Клеммная колодка J2 является входом для постоянного тока от разъема источника напряжения. Клеммная колодка J3 – это напряжение смещения первичной стороны постоянного тока, а клеммная колодка J1 – для подключения нагрузки.

Силовая часть первичной стороны полного моста состоит из транзисторов Q1-Q4. Из-за коммутации при нулевом напряжении, были выбраны 8-выводные корпуса SOIC, чтобы избежать использования больших радиаторов, обычных для этого уровня мощности. Управление полным мостом обеспечивается ИС 1396EY065 и сопутствующей ей схемой. Четыре выхода ИС 1396EY065 подаются на две ИС UCC27200. UCC27200 – это 3 А, 120 В высокочастотный драйвер, который был выбран главным образом из-за низкого импеданса 4 Ом. Первоначальная мощность эффективно передается вторичной через трансформатор T1.

Транзисторы Q5 и Q6 синхронного выпрямителя вторичной стороны показаны со схемой разряда затвора (D16, Q9 и D17, Q8). Сигналы управления для Q5 и Q6 получены непосредственно от выводов OUTA и OUTB ИС 1396EY065. Для сохранения изоляции,

выводы OUTA и OUTB питаются через сигнальный трансформатор Т3. Выход Т3 затем используется в качестве входа для U4 UCC27424 – двойного четырехамперного драйвера затворов, который напрямую управляет затворами Q5 и Q6.

Путь обратной связи от вторичной к первичной стороне ДП оптически изолирован через микросхему U3. Цепь компенсации расположена на вторичной стороне и построена вокруг микросхемы U5 (настраиваемого регулятора шунтирующего типа TL431). Проектирование ИС 1396EY065 для режима управления по пиковому току позволяет использовать цепь компенсации с одним полюсом (R33, C10) и одним нулём (R33, C11). Компоненты R41 и C14 присутствуют для компенсации собственного полюса оптрона. Схема делителя обратной связи устанавливается R32 и R34, пока усилитель ошибки ИС 1396EY065 (т. е. U1, контакты 1 и 2) настроен в конфигурации повторителя напряжения.



Перечень используемых компонентов для изготовления демонстрационной платы для ИС 1396ЕУ065 приведен в таблице 1.

Рисунок 3 – Электрическая принципиальная схема демонстрационной платы для микросхемы 1396ЕУ065

Таблица 1 – Перечень используемых компонентов

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	2	3	4
<u>Микросхемы</u>			
U1	1396EY065 (МК 5121.20-А), АО «НИИЭТ»	1	
U2, U6	UCC27200AD (SO-8), Texas Instruments	2	
U3	CNY17-2 (DIP-6)	1	
U4	UCC27424D (SOIC-8), Texas Instruments	1	
U5	TL431СРК (SOT-89), Texas Instruments	1	
<u>Транзисторы</u>			
Q1–Q4	IRF7495 (SO-8), N-канальный MOSFET, 100 В, 7,3 А, 22 мОм	4	
Q5, Q6	FDB035AN06A0 (TO-263AB), NFET, 60 В, 80 А, 35 мОм	2	
Q7	ММВТА06 (SOT-23), NPN, 80 В, 600 мА	1	
Q8, Q9	ММВТ2907АL (SOT-23), PNP, 60 В, 600 мА	2	
<u>Диоды</u>			
D1, D14, D15	BAT54 (SOD-123), 30 В, 200 мА	3	Диод Шоттки
D2, D3	В корпусе DO-216	2	Не устанавливается
D4–D7, D10, D11, D16, D17	UPR10E3 (DO-216), 100 В, 2,5 А, 25 нс	8	
D12	BZX84C8V2 (SOT-23), 8,2 В, 25 мА, 225 мВт	1	Стабилитрон
D13	BZX84C13 (SOT-23), 13 В, 20 мА, 225 мВт	1	Стабилитрон
<u>Конденсаторы</u>			
C1, C14	0,022 мкФ ± 10 %, 50 В X7R 0805 керамический	2	
C2	560 пФ ± 10 %, 50 В X7R 0805 керамический	1	
C3	0,1 мкФ ± 10 %, 10 В X5R 0805 керамический	1	
C4	330 пФ ± 10 %, 50 В X7R 0805 керамический	1	
C5	820 пФ ± 10 %, 50 В X7R 0805 керамический	1	
C6	0,1 мкФ ± 10 %, 50 В X7R 1210 керамический	1	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
C7	0805	1	Не устанавливается
C8, C9, C12	0,1 мкФ ± 10 %, 50 В X7R 0805		

	керамический	3	
C10	18 пФ ± 10 %, 50 В NPO 0805		
	керамический	1	
C11	0,33 мкФ ± 10 %, 16 В X7R 0805		
	керамический	1	
C16, C17,	470,0 мкФ ± 10 %, 6,3 В тип Е танталовый		
C23, C24		4	
C18, C25	1000 пФ ± 10 %, 50 В X7R 0805		
	керамический	2	
C19	47,0 мкФ ± 10 %, 20 В тип Е танталовый	1	
C20	0,1 мкФ ± 10 %, 50 В X7R 0603		
	керамический	1	
C21, C26,	0,22 мкФ ± 10 %, 25 В X7R 0805		
C28	керамический	3	
C22	33,0 мкФ ± 20 %, 100 В EEE2AA330P,		
	Rapasonic, алюминиевый	1	
C27	100 пФ ± 10 %, 50 В X7R 0805		
	керамический	1	
C29	1,0 мкФ ± 10 %, 25 В X5R 0603		
	керамический	1	
C30	2200 пФ ± 10 %, 50 В X7R 0805		
	керамический	1	
	<u>Резисторы</u>		
JMP1	0 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	Не устанавливается
R1, R13, R35	510 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	3	
R2, R3	2 кОм ± 1 %, 0,1 Вт 0805	2	
R4	69,8 кОм ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	
R5	549 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	
R6	2,43 кОм ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	
R7, R8	10 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	2	
R9	10 кОм ± 0,1 %, 1/16 Вт 0603	1	
R12, R39	51,1 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	2	
R14–R17,	4,99 кОм ± 1 %, 0,1 Вт 0805		
R23, R24,			
R40		7	
R18–R22	21 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	5	
R27, R28	100 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	2	
R29, R30	1,5 кОм ± 1 %, 0,1 Вт 0805	2	
R32	3,32 кОм ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	
R33	2,74 кОм ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	
R34	10,7 кОм ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	
<i>Окончание таблицы 1</i>			
1	2	3	4
R36	270 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	
R41	20 Ом ± 1 %, 0,1 Вт 0805	1	
	<u>Трансформаторы</u>		



T1	B66359, ETD 29/16/10, N87, Epcos	1	1 каркас
			B66359B1013T001
			2 сердечника
			B66358G0000X187
			2 скобы
			B66359S2000X000
T2	Токоизмерительный PA1005.070, Pulse Electronics, 20 А, 1:70	1	
T3	P0926, Pulse Electronics, 330 мкГн	1	
	<u>Индуктивности</u>		
L1	1 мкГн, 4 А, IHLP1616, Vishay	1	
L2, L3	2,5 мкГн, 11,4 А, MLC1550-252ML, Coilcraft	2	
	<u>Разъемы</u>		
J1	DG306-5.0-04P-12, DEGSON, 4 вывода	1	
J2, J3	DG306-5.0-02P-12, DEGSON, 2 вывода	2	

Организация оставляет за собой право на внесение изменений в схему и разводку демонстрационной платы, а также замену комплектующих на аналогичные компоненты без снижения её потребительских качеств.

## 5 Порядок работы с демонстрационной платой

На рисунке 4 показана схема подключения источников напряжения и нагрузки, необходимых для оценки ИС 1396EУ065. Следует обратить внимание, что земля вторичной стороны (J1) изолирована от земли первичной стороны (J2, J3).

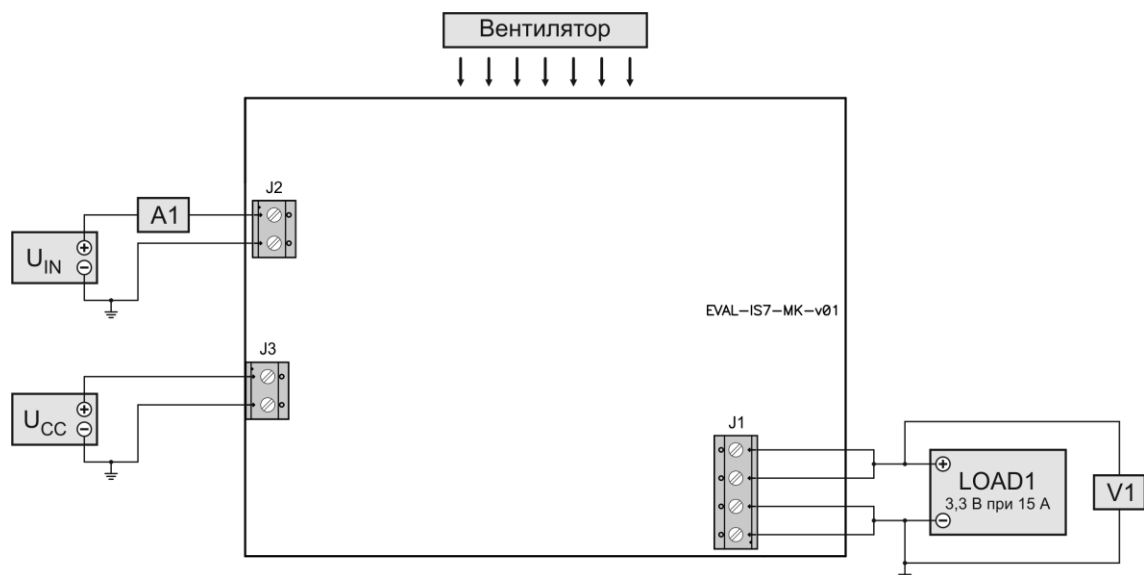


Рисунок 4 – Схема подключения источников напряжения и нагрузки к демонстрационной плате

В качестве выходной нагрузки LOAD1 используется программируемая электронная нагрузка, установленная в режим неизменного тока и способная выдать (0 – 15) А

постоянного тока. Земли ДП изолированы между входом и выходом. Источники питания с напряжениями  $U_{IN}$  и  $U_{CC}$  относятся к первичной стороне, тогда как напряжение  $U_{OUT}$  к вторичной стороне. Рекомендуется вольтметр постоянного тока V1 для непосредственного измерения выходного напряжения на клеммной колодке J1, для минимизации любых ошибок напряжения, обусловленных падением между J1 и электронной нагрузкой.

В качестве источника смещения  $U_{CC}$  используется регулируемый источник постоянного напряжения, способный обеспечивать от 0 до 12 В при токе не менее 0,25 А и подключённый к J3, как показано на рисунке 4.

В качестве источника входного напряжения  $U_{IN}$  должен использоваться регулируемый источник постоянного тока, обеспечивающий от 0 до 72 В с током не менее 2 А и подключённый к J2, как показано на рисунке 4. Для защиты ДП от короткого замыкания следует ограничить ток источника величиной не более чем 1,75 А. Амперметр постоянного тока A1 установлен между  $U_{IN}$  и J2, как показано на рисунке 4.

Так как демонстрационная плата не закрыта корпусом и позволяет «ощупать» узлы схемы, включая те компоненты, которые могут обжечь при прикосновении, рекомендуется вентилятор на  $(15 - 20) \text{ м}^3/\text{ч}$  для снижения температуры этих компонентов при их работе под полной выходной нагрузкой, см. рисунок 4.

Всякий раз, когда ДП работает на выходную нагрузку более 10 А, вентилятор должен быть включен. Кроме того, нельзя отходить на длительный период времени от включенной ДП.

Следующая процедура тестирования рекомендуется в первую очередь для включения и выключения ДП:

1 Работая на станции электростатической защиты, убедиться, что все браслеты, петля на ботинке или коврик подключены относительно пользователя к земле заземления до подачи питания на ДП. Также следует надеть электростатический халат и защитные очки.

2 Подключить источник смещения  $U_{CC}$  к J3, как показано на рисунке 4. Убедиться, что  $U_{CC}$  изначально установлено на 0 В.

3 Перед подключением источника входного постоянного тока  $U_{IN}$  желательно ограничить ток источника до 1,75 А максимум. Подключить амперметр A1 (диапазон (0 - 1,5) А) между  $U_{IN}$  и J2, как показано на рисунке 4. Убедиться, что  $U_{IN}$  изначально установлено на 0 В.

4 Подключить LOAD1 и вольтметр V1 к J1, как показано на рисунке 4. Установить LOAD1 в режим – «неизменный ток», выдающий 0 А постоянного тока, прежде чем подать  $U_{IN}$  и  $U_{CC}$ .

5 Увеличить  $U_{CC}$  с 0 до 12 В постоянного тока (преодолев порог UVLO), а затем установить на 10,5 В постоянного тока. С подачей  $U_{CC}$ , можно проверить схему управления и коммутации с выходов ИС 1396EY065 на затворы транзисторов моста Q1-Q4 и синхронных транзисторов Q5 и Q6.

6 Увеличить  $U_{IN}$  с 0 до 48 В постоянного тока, одновременно контролируя выходное напряжение на V1.

7 Изменить LOAD1 между 0 и 15 А постоянного тока, убедившись, что вентилятор нагнетает воздух прямо на ДП для нагрузок выше 10 А.

8 Изменить входное напряжение между 36 и 72 В.

9 Отключить электронную нагрузку.

10 Выключить источник входного напряжения  $U_{IN}$ .

11 Выключить источник смещения  $U_{CC}$ .

## **6 Меры безопасности**

Любые подключения к контактам разъёмов осуществлять только при отключенном напряжении питания.

Во избежание ожогов во время функционирования демонстрационной платы не допускается соприкосновение элементов платы с открытыми частями тела оператора.