

Мультивибратор

Общие понятия о работе и применение их в электронных таблицах сложения - вычитания и умножения - деления.



• Чтобы перейти к следующему слайду, нажмите

клавишу "Page Dn" или 

• Чтобы выйти из режима показа слайдов, нажмите правую кнопку мыши и выберите в контекстном меню "Завершить показ слайдов".

***Программа создана в кружке
радиоэлектроники***

г. Москва, 2001 г.

- Методическая разработка -
В.В.Бессонов.***

Мультивибратор - это

релаксационный генератор,



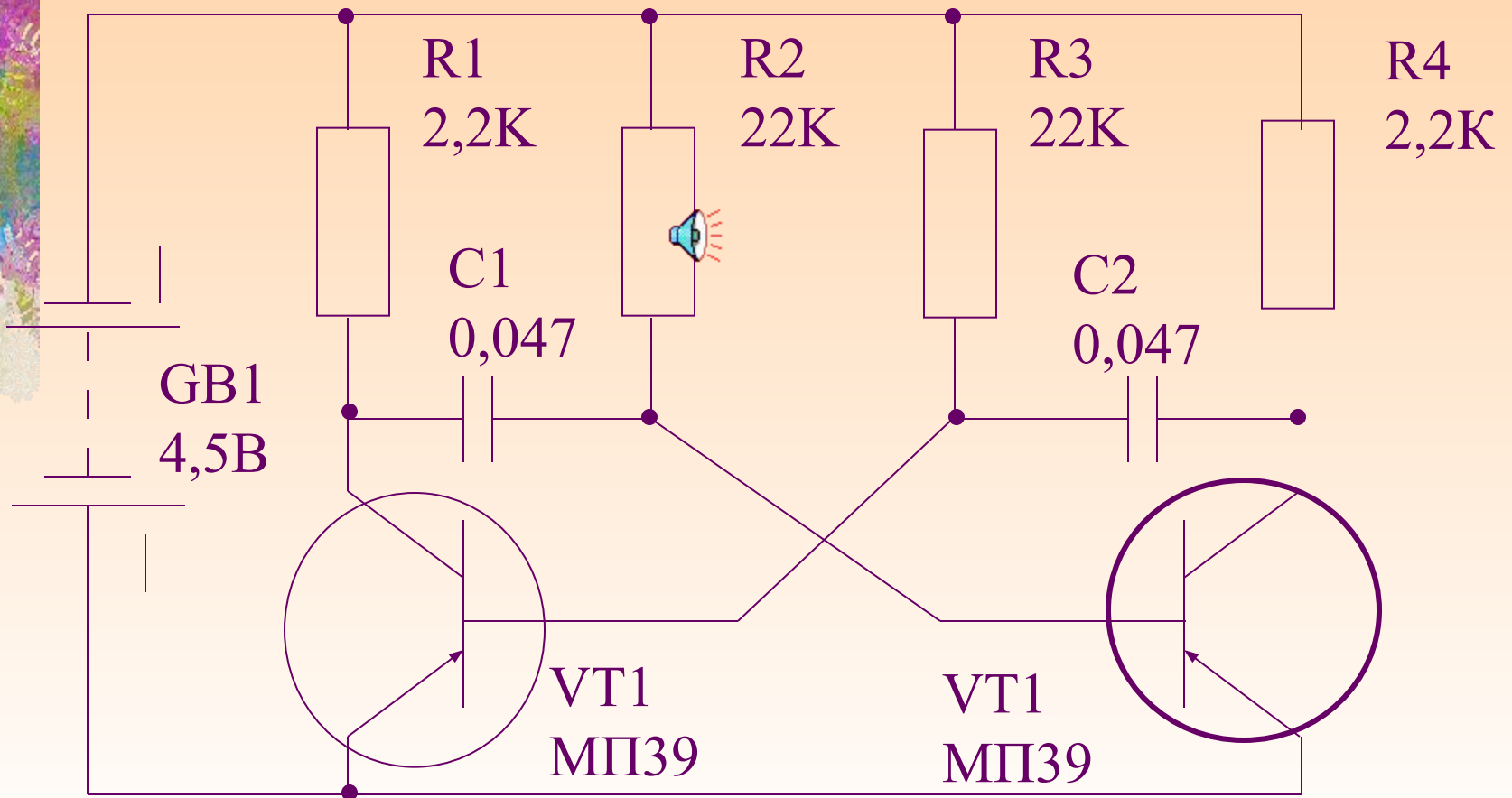
представляющий собой

двухкаскадный усилитель с

ёмкостной связью, выход

которого соединён со входом.

Принципиальная схема мультивибратора



Термин “мультивибратор” предложил голландский физик Поль, чтобы подчеркнуть присутствие множества гармоник в спектре генерируемых колебаний, т.е. колебаний, кратных основной частоте.

Мультивибратор называют симметричным, если транзисторы $VT 1$ и $VT 2$ и сходные элементы каждого усилителя одинаковы, т.е. $R_{K1} = R_{K2} = R_K$; $R_{B1} = R_{B2} = R_B$; $C1 = C2 = C$, и несимметричным, если какое -нибудь из этих условий не выполняется.

*Каждое из состояний квазиравно-
весия неустойчиво, т.к. отрица-
тельный потенциал на базе
закрытого транзистора по мере
зарядки соответствующего
конденсатора стремится к
положительному потенциалу
источника питания.*

**Транзисторы в мультивибраторе
работают в ключевом режиме.**

**Мультивибратор имеет 2 состояния
квазиравновесия (неустойчивых
равновесий): в одном из них транзис-т
VT1 открыт (находится в состоянии
насыщения), а транзистор VT2 закрыт
(находится в состоянии отсечки), в
другом, наоборот,
транзистор VT1 закрыт, а транзис-
тор VT2 открыт.**

В тот момент, когда этот потенциал станет положительным, состояние квазиравновесия нарушается, запертый транзистор открывается, открытый закрывается и мультивибратор переходит в новое состояние равновесия.

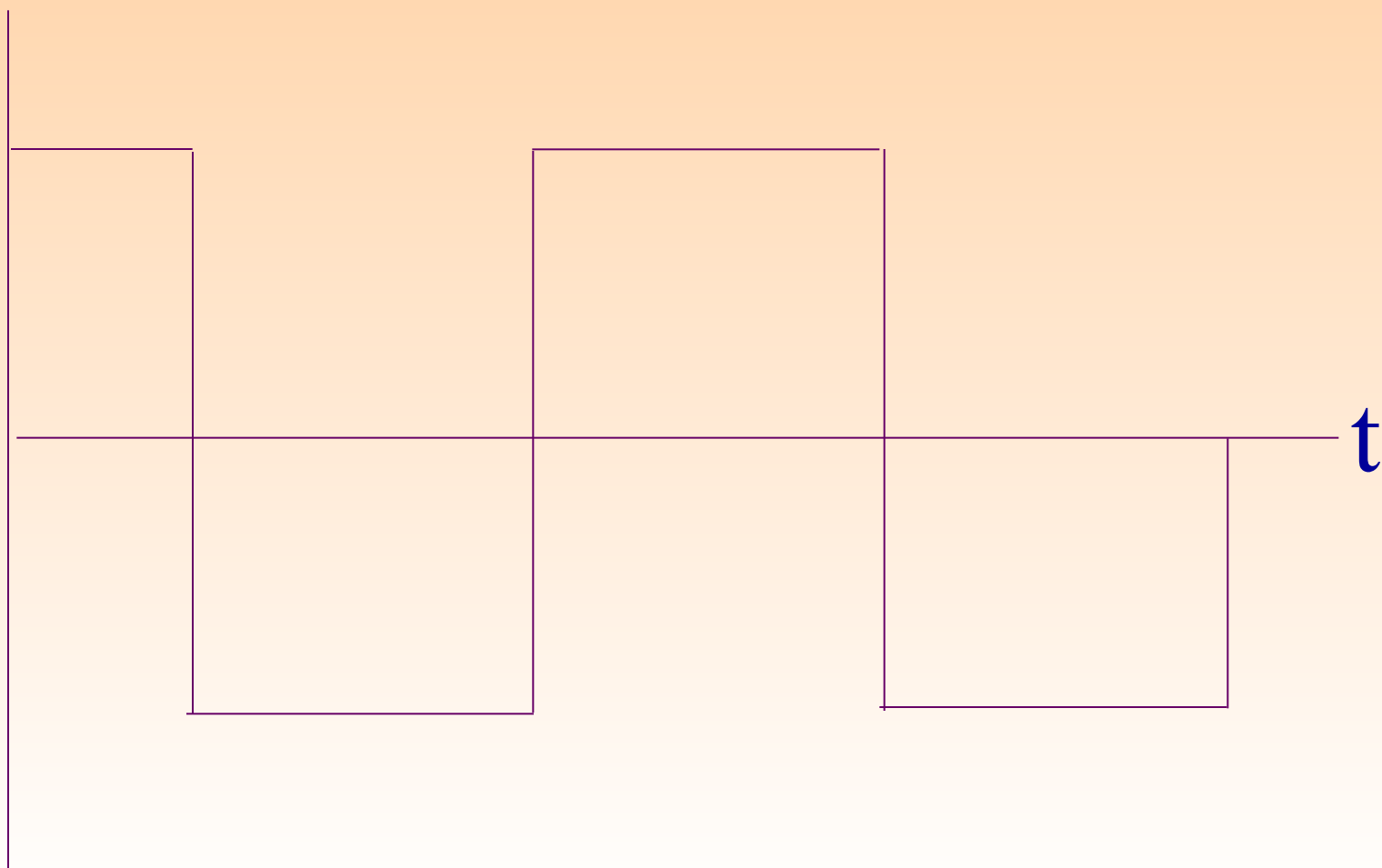
Временные диаграммы работы мультивибратора приведены в следующем кадре.

Симметричный мультивибратор генерирует симметричные импульсы прямоугольной формы.

и, В

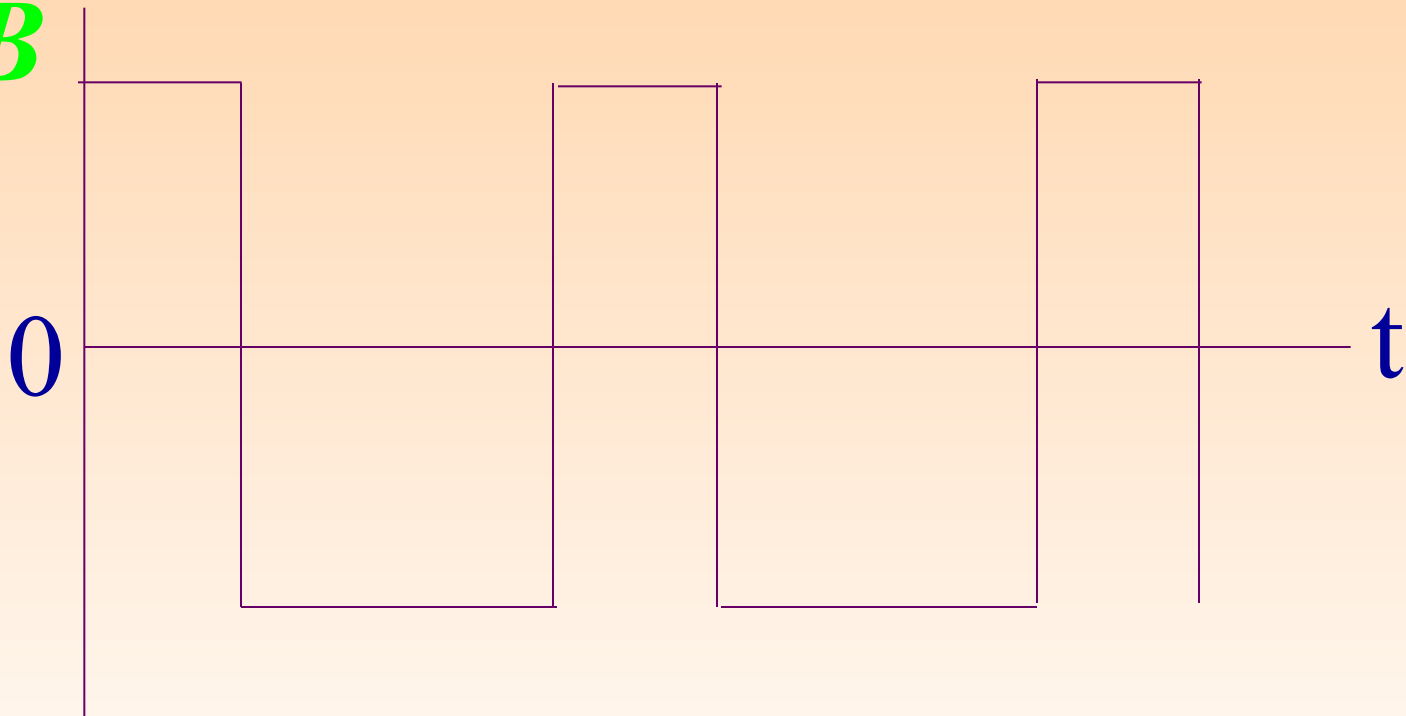
0

t



*Несимметричный мультивибратор
генерирует несимметричные
колебания.*

и, В



Двухкаскадный усилитель, охваченный положительной обратной связью, становится мультивибратором

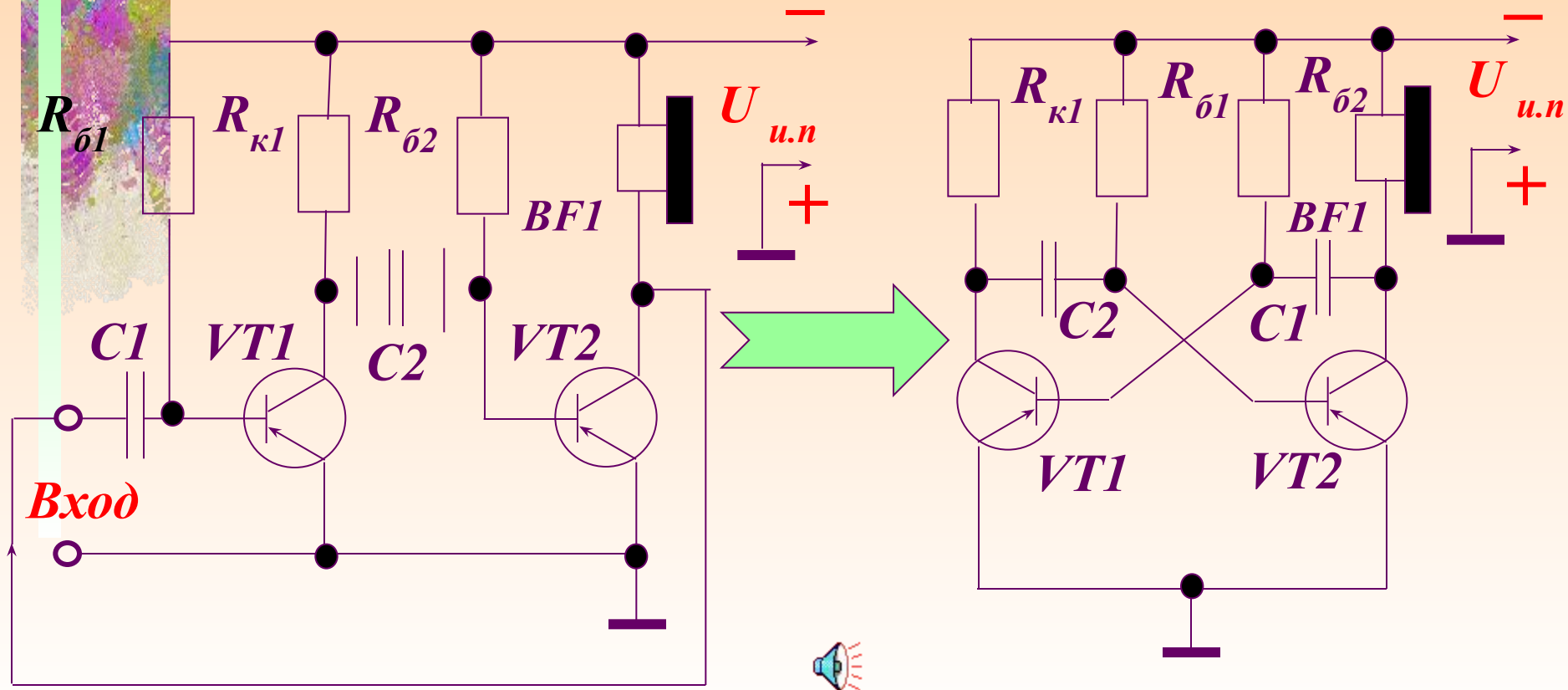
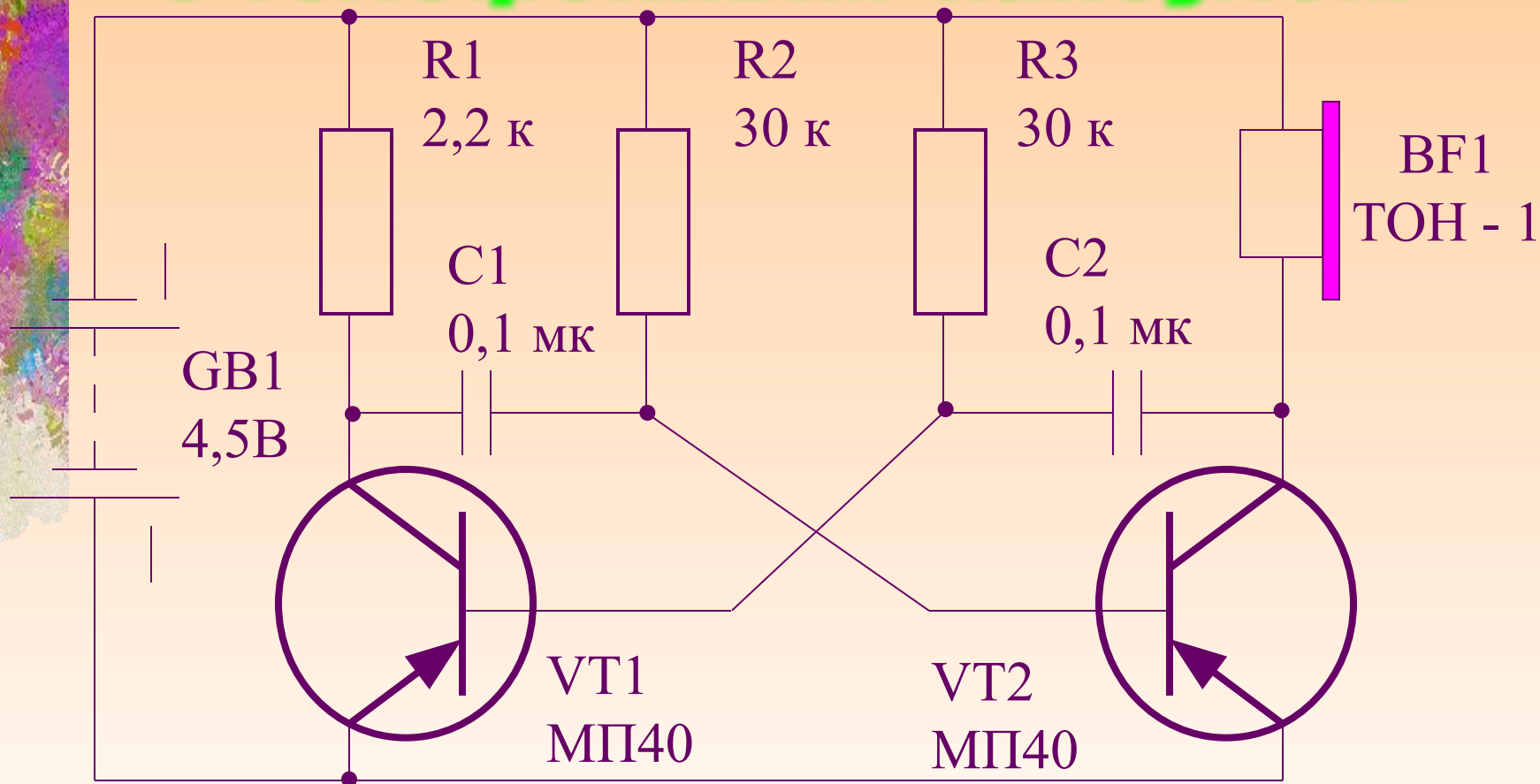


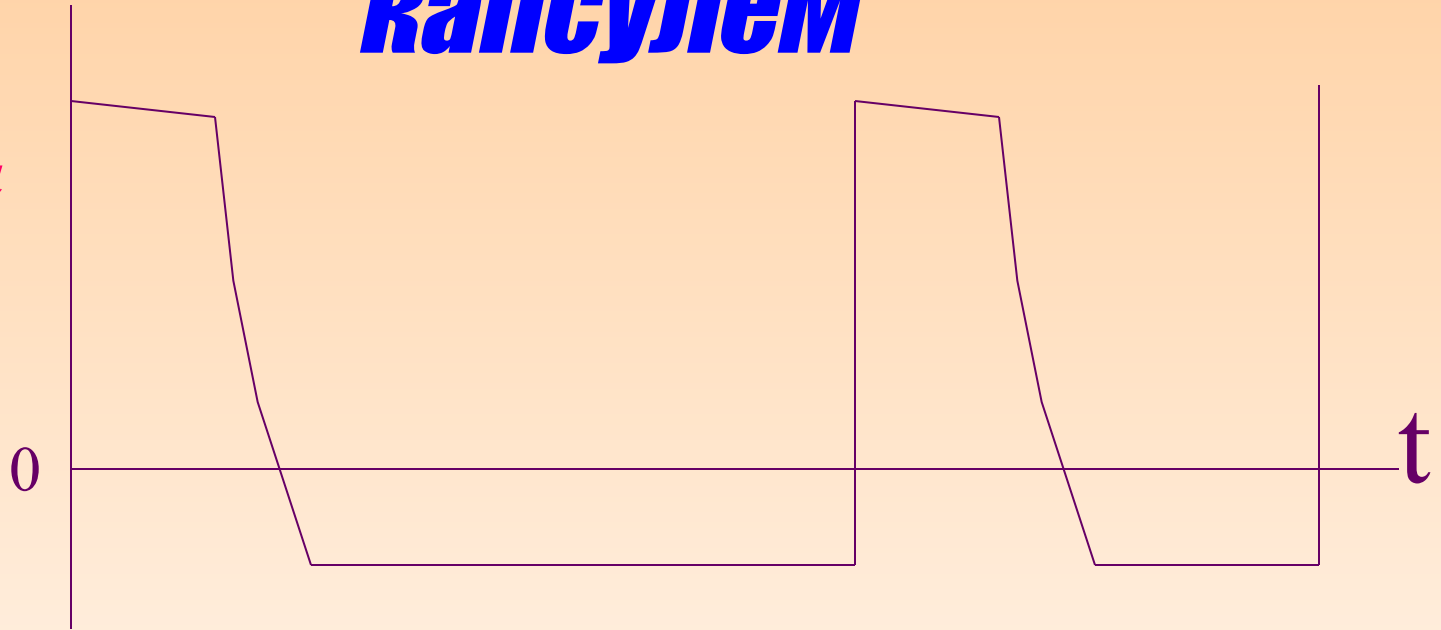
Схема мультивибратора с телефонным капсулем



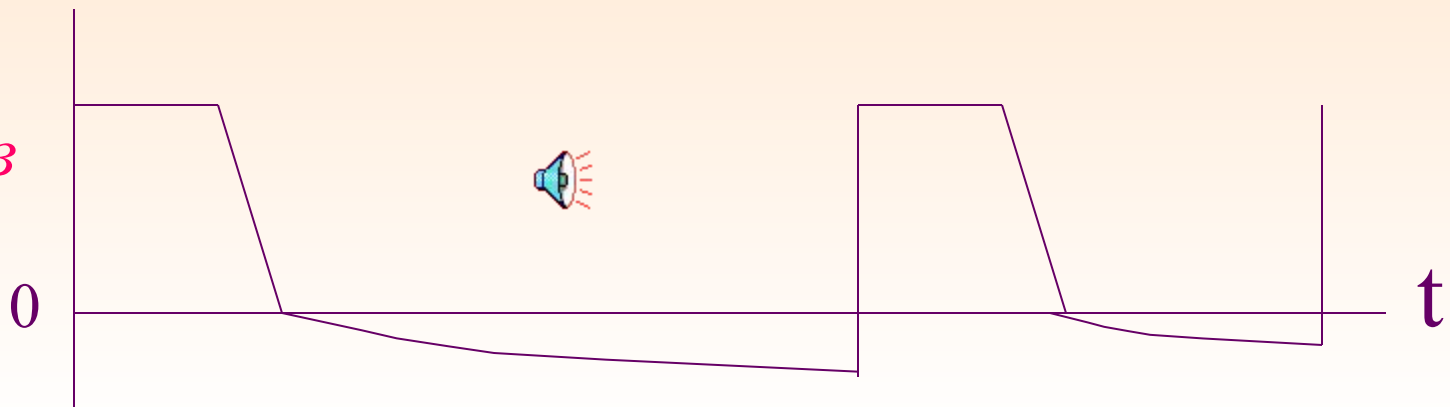
(Осциллограмма напряжений на **коллекторе** и **базе** показана в следующем кадре).

Осциллограммы напряжений мультивибратора с телефонным капсулем

$u_{кол}$




$u_{баз}$



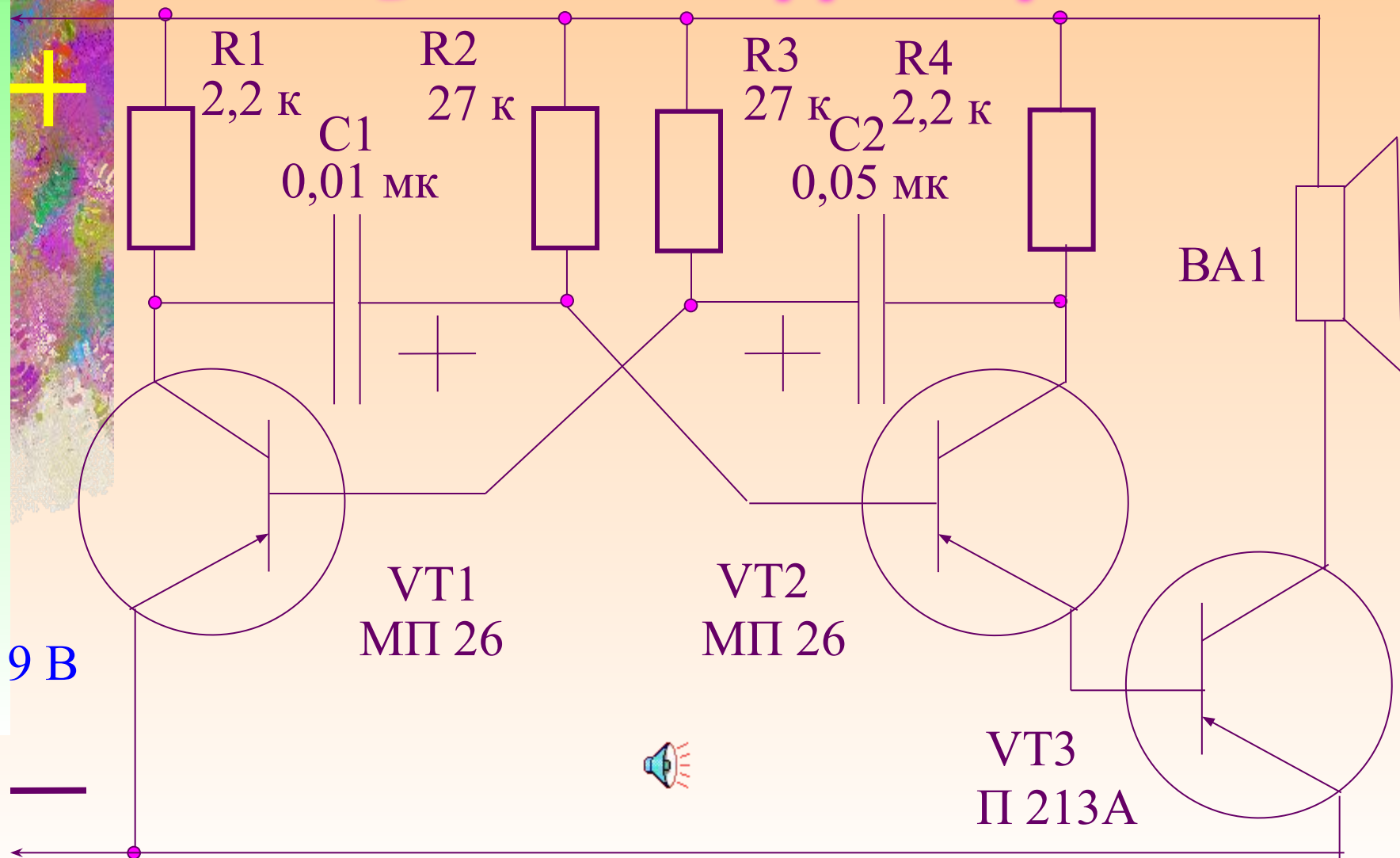
*Мультивибраторы можно
применить в электронных
таблицах умножения-деления
и сложения-вычитания в двух
вариантах - для звуковой
индикации и для световой
индикации.*



*Чтобы получить громкое
звучание, необходимо к мульти -
вибратору подключить
динамическую головку. Для этого
в мультивибратор добавлен
мощный транзистор П213А.*

*(в режиме “Показ слайдов” для
прослушивания его звучания
нажмите знак )*

Мультивибратор ЗВУКОВОЙ ИНДИКАЦИИ



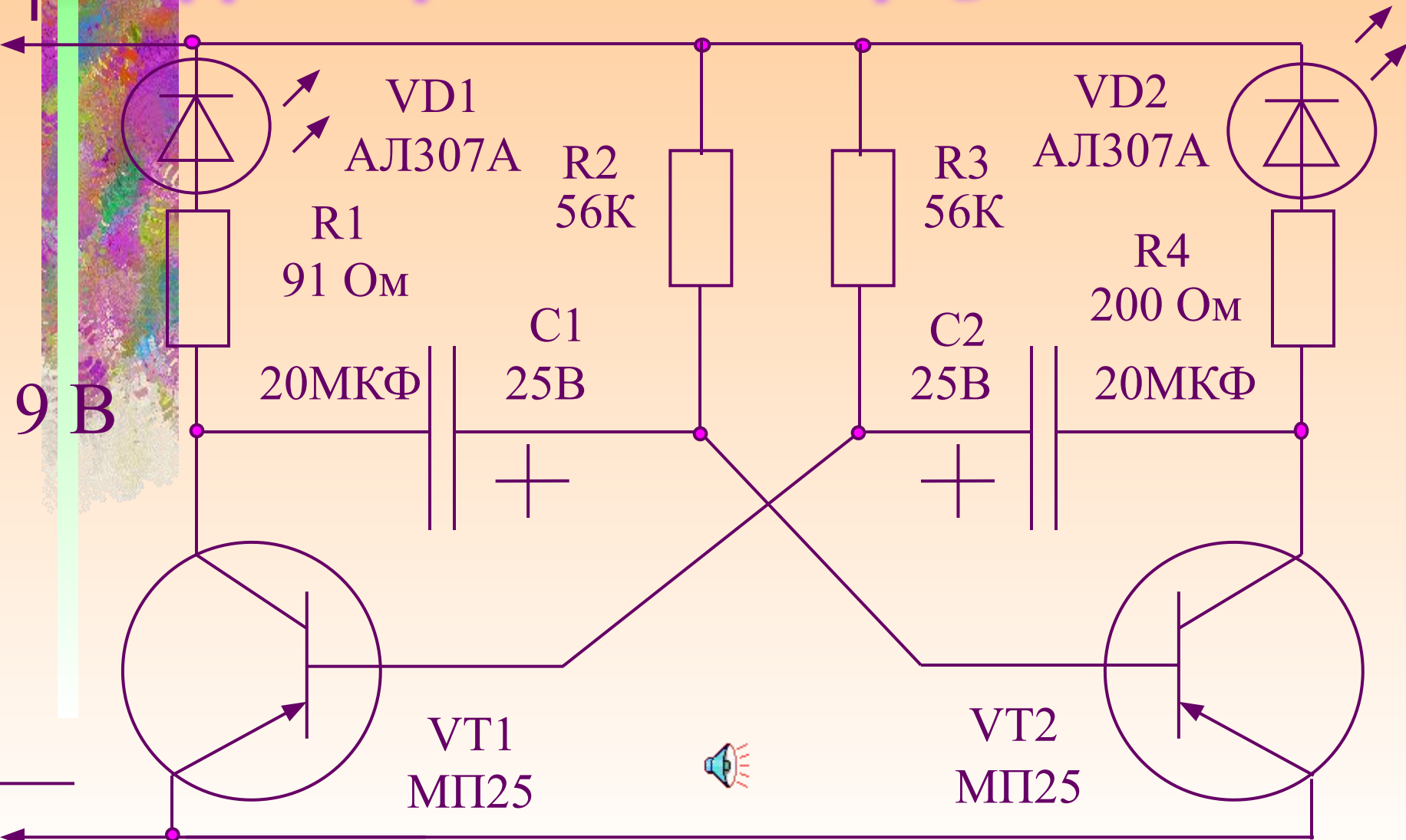
Такой мультивибратор используется для звуковой индикации в таблицах умножения - деления и сложения - вычитания.



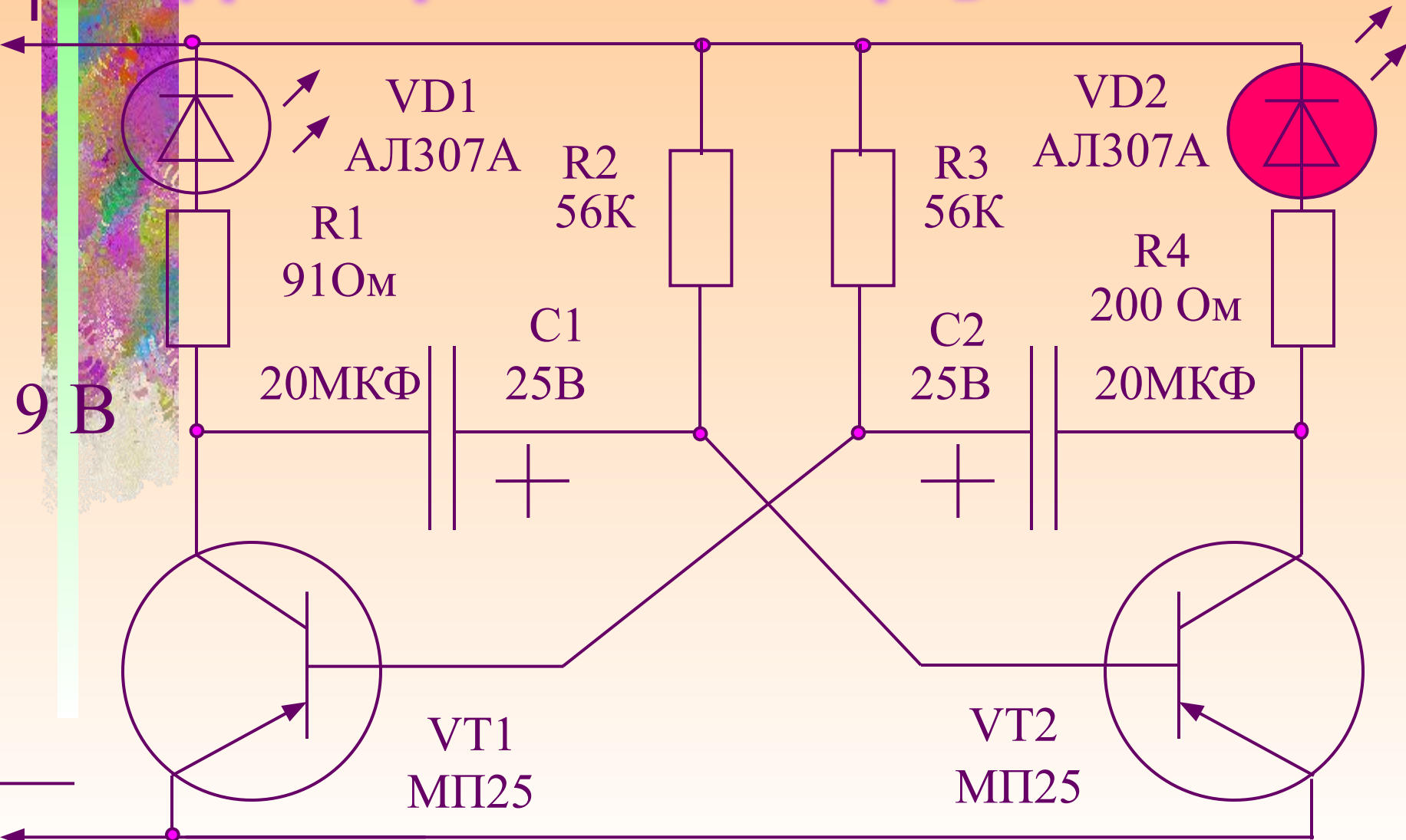
В таблице умножения в мультивибратор световой индикации светодиода включены непосредственно в цепь коллекторов транзисторов, потому что ток коллектора транзистора достаточен для нормальной работы светодиодов.

(смотри следующий кадр)

Мультивибратор световой индикации в таблице умножения

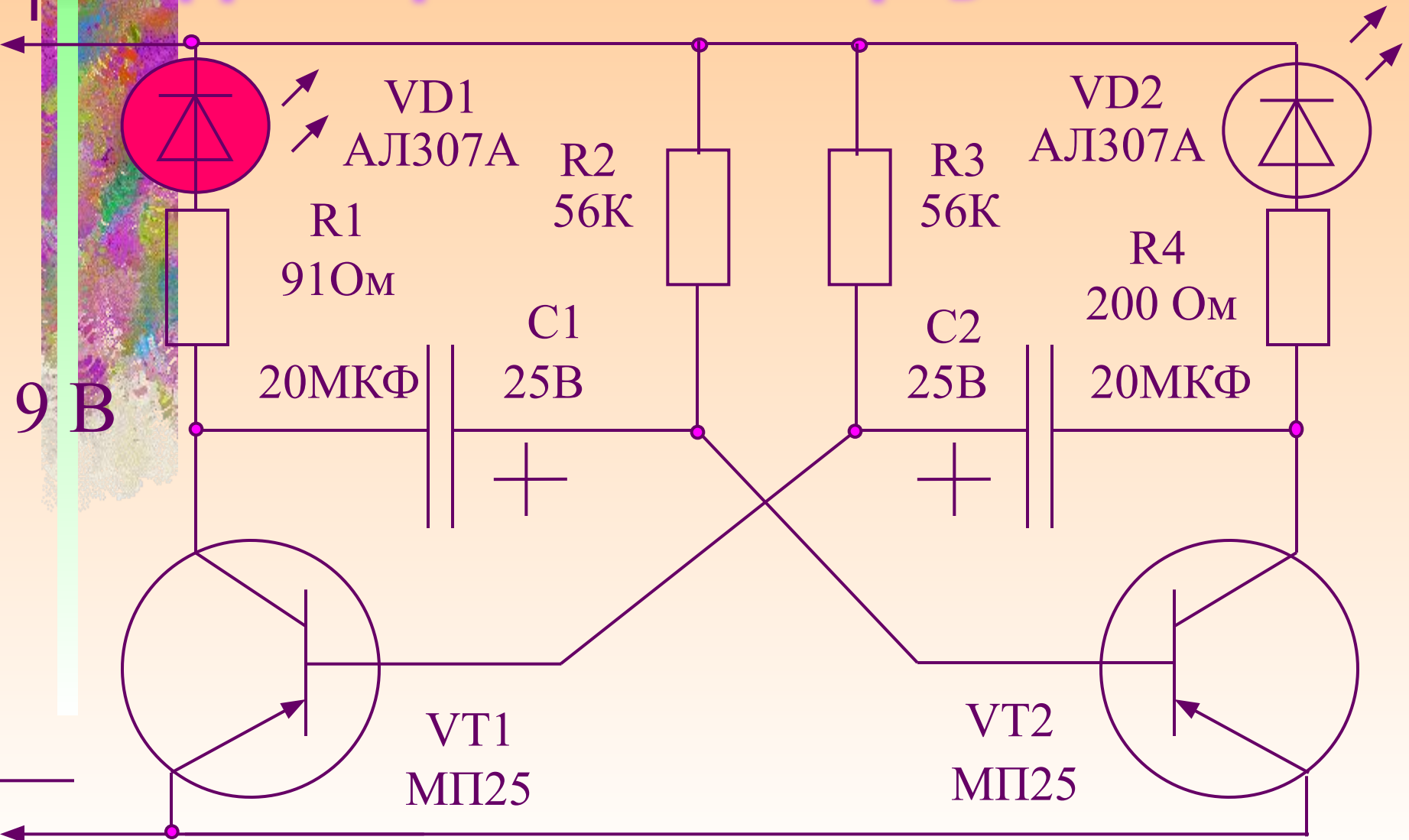


Мультивибратор световой индикации в таблице умножения

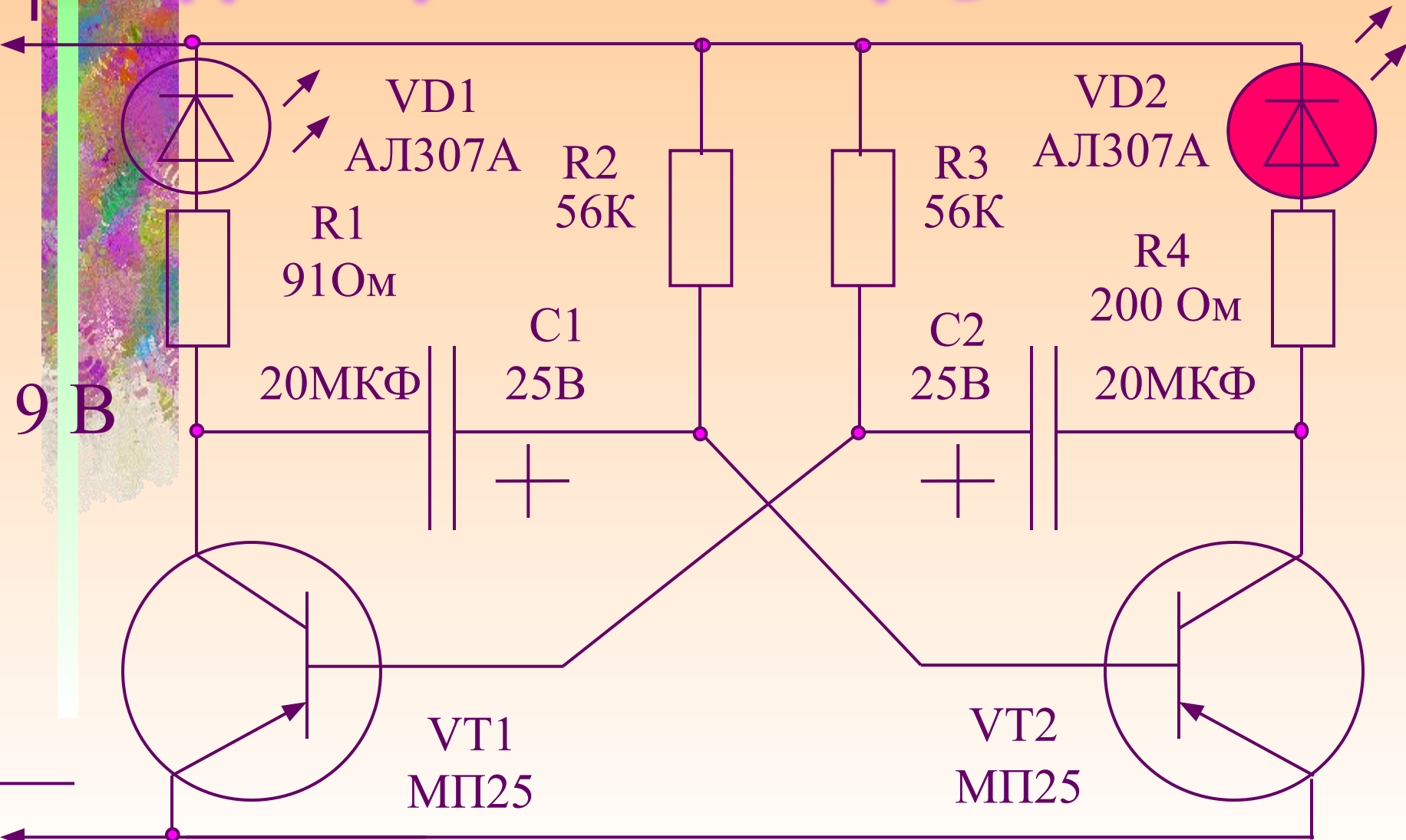


Мультивибратор световой

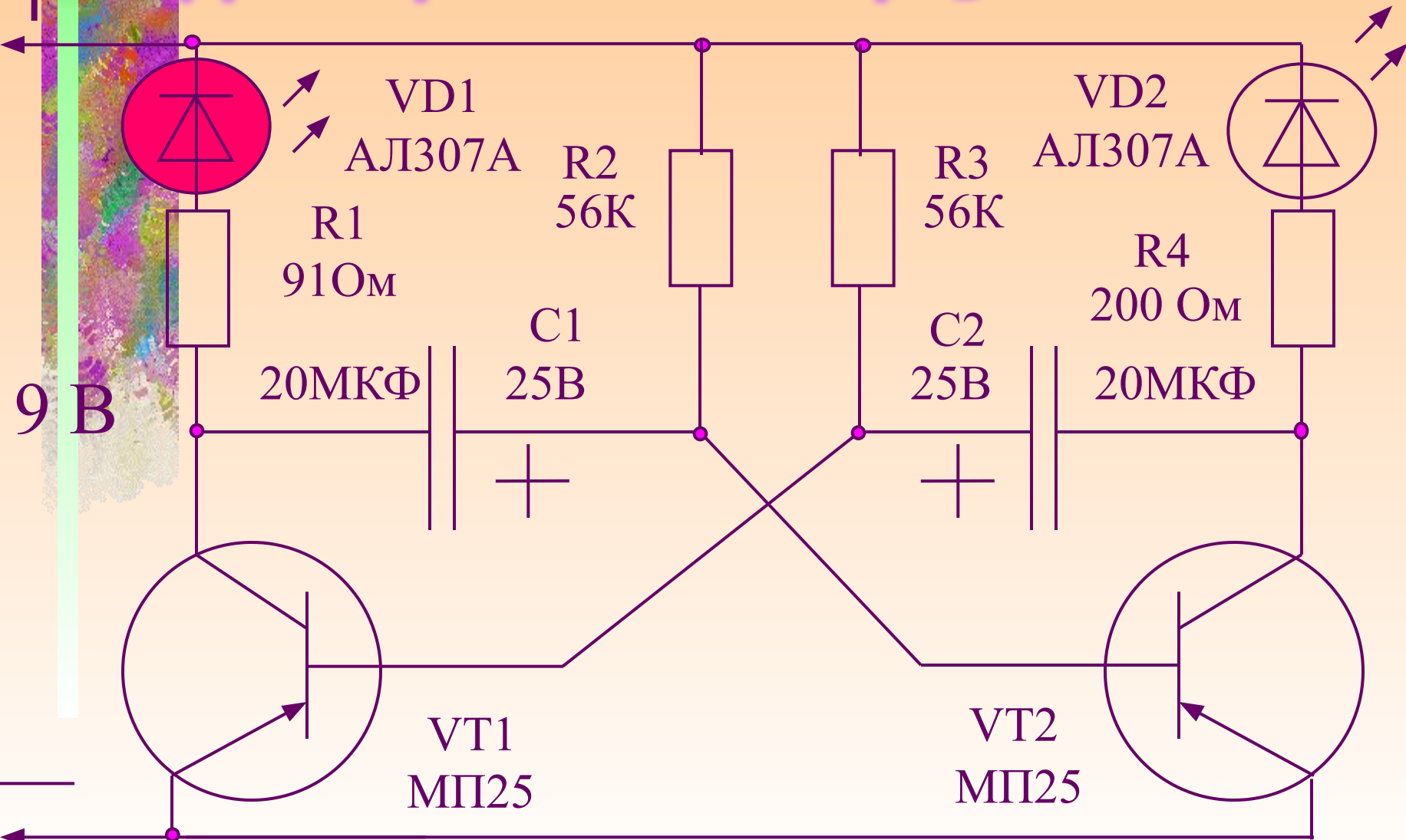
индикации в таблице умножения



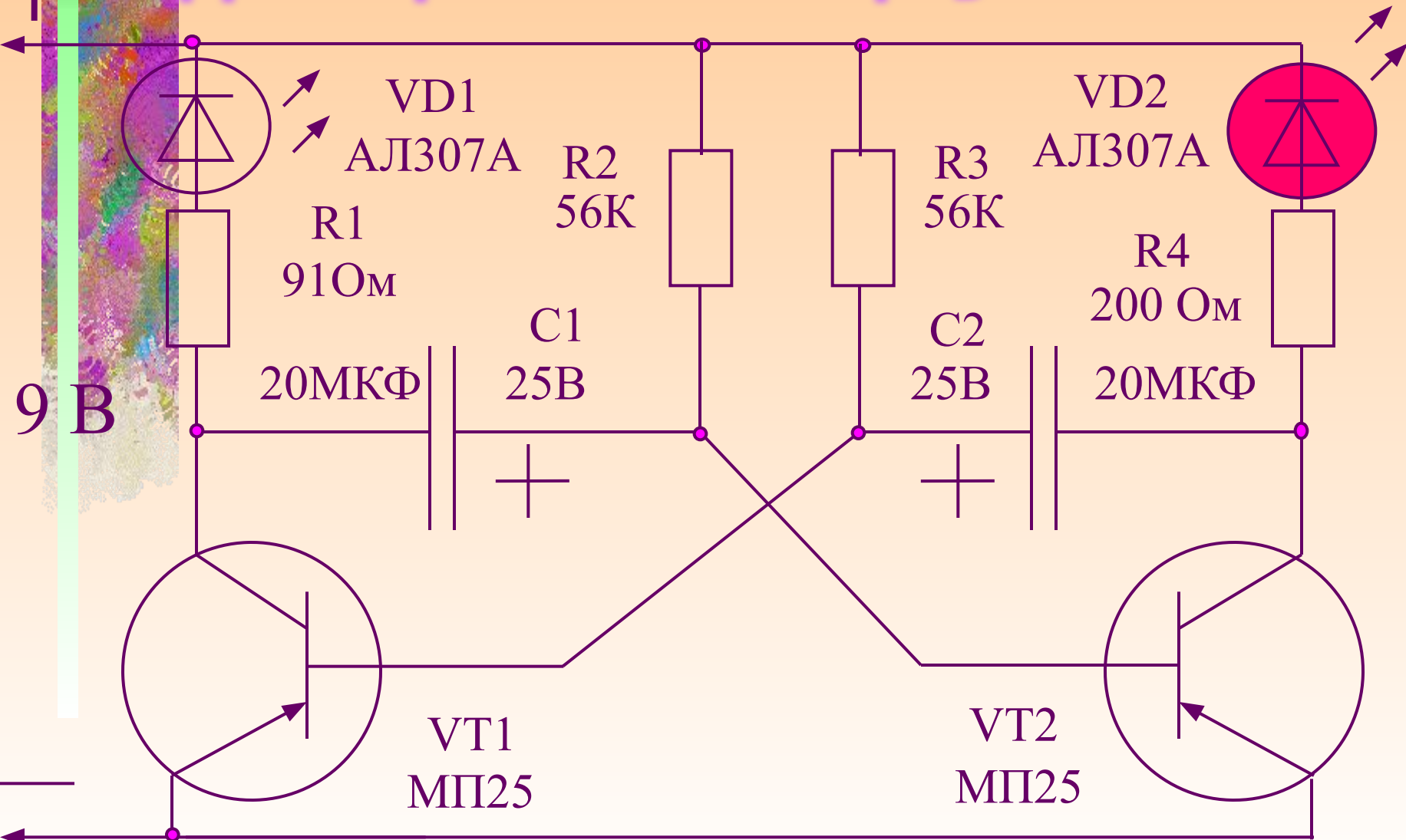
Мультивибратор световой индикации в таблице умножения



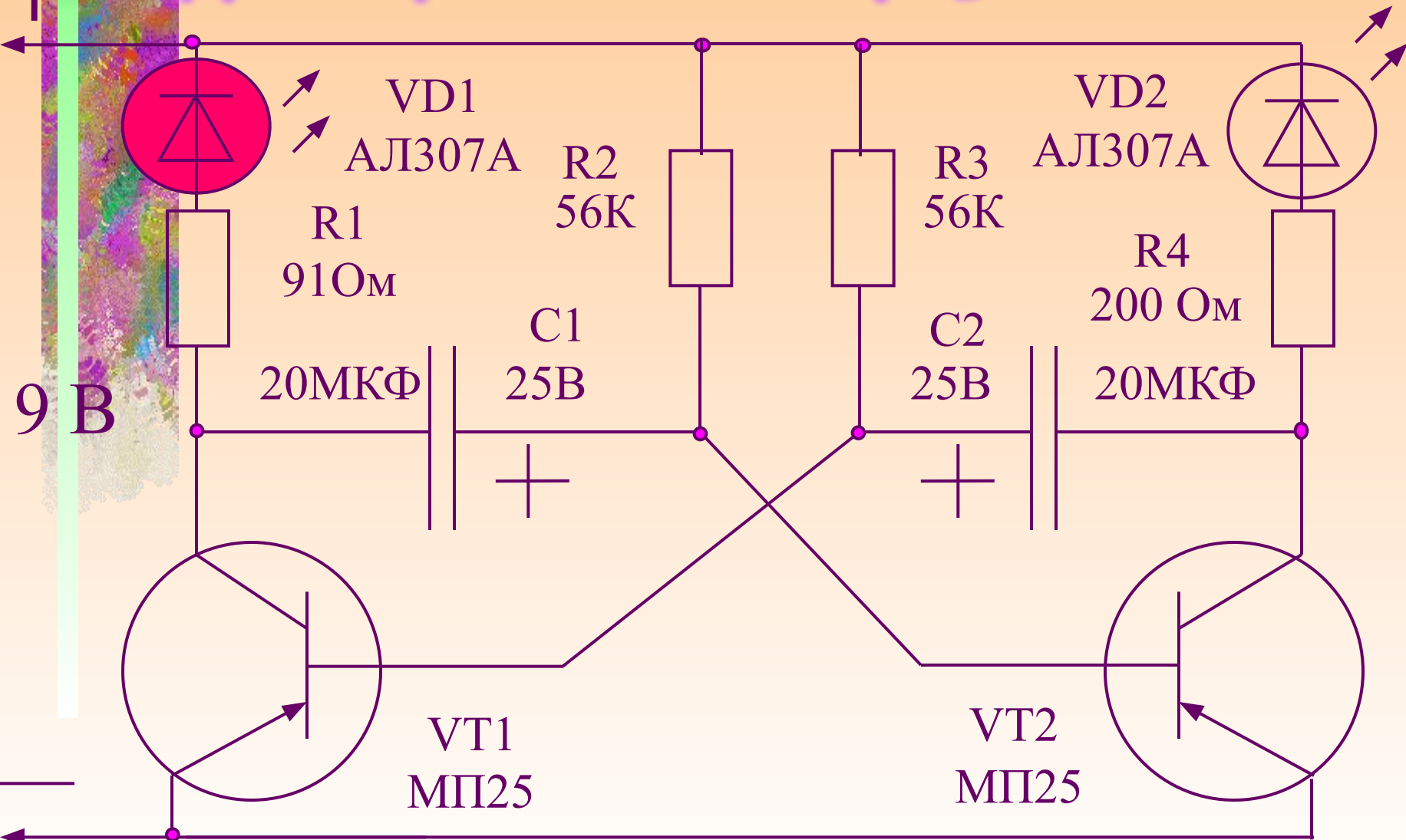
Мультивибратор световой индикации в таблице умножения



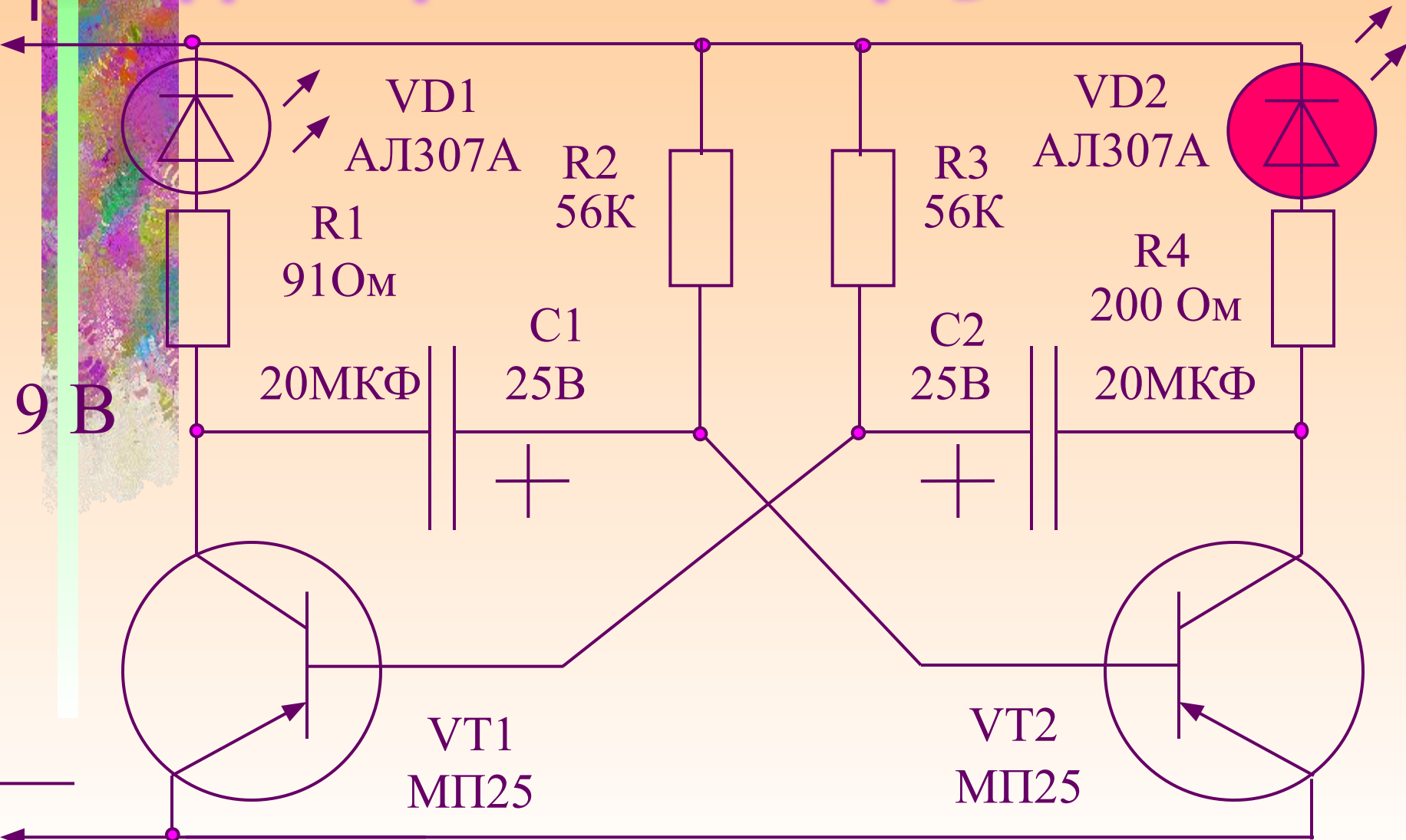
Мультивибратор световой индикации в таблице умножения



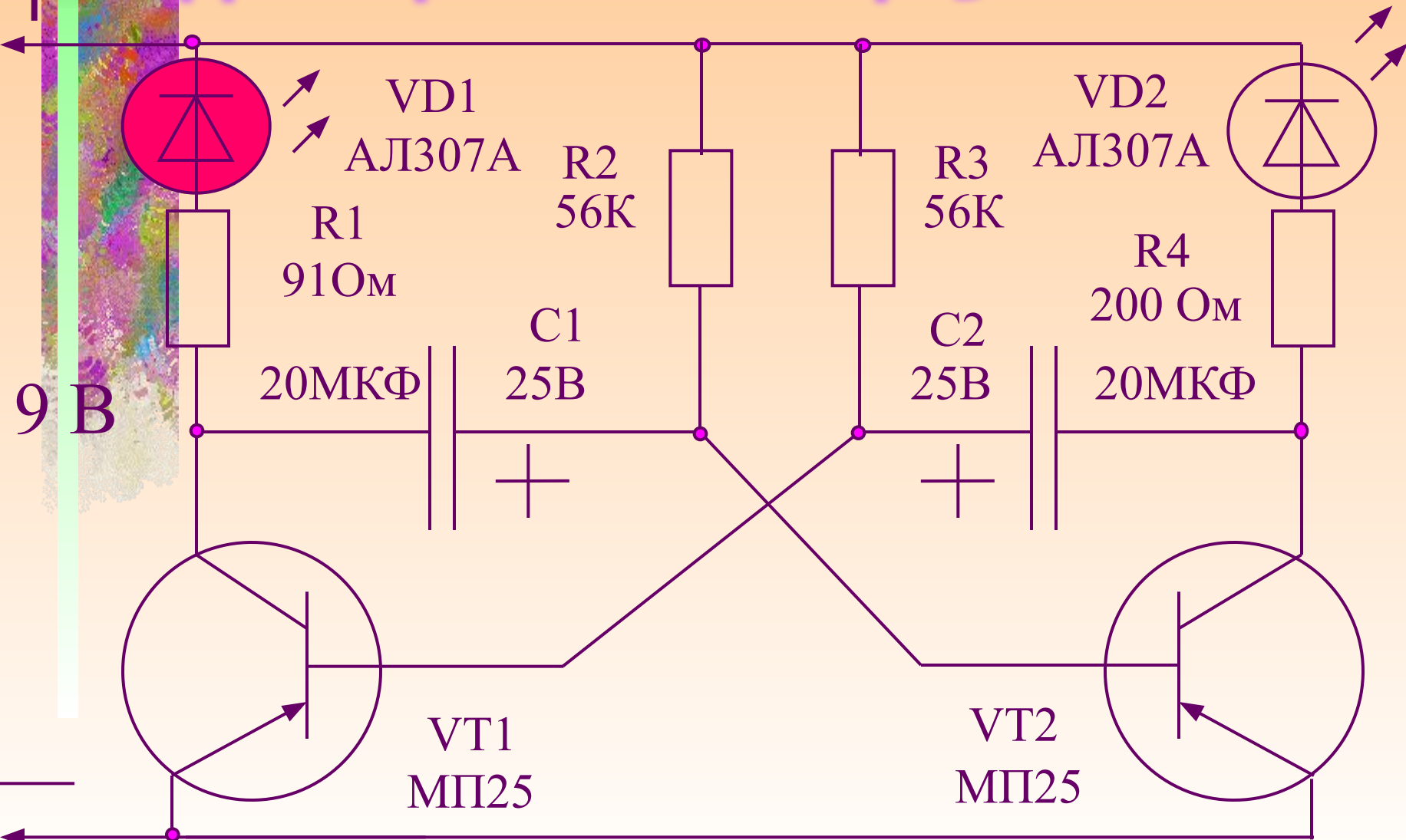
Мультивибратор световой индикации в таблице умножения



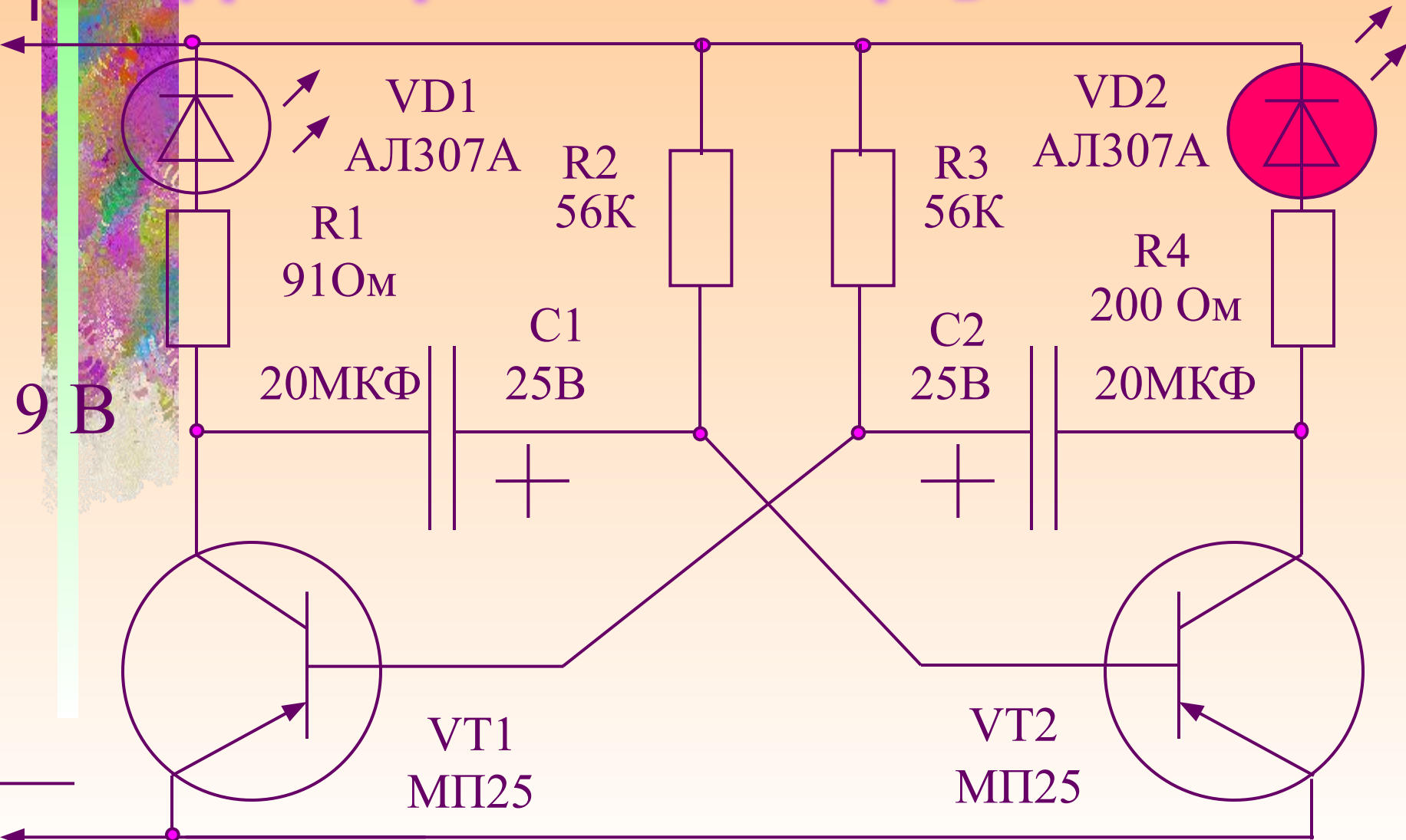
Мультивибратор световой индикации в таблице умножения



Мультивибратор световой индикации в таблице умножения

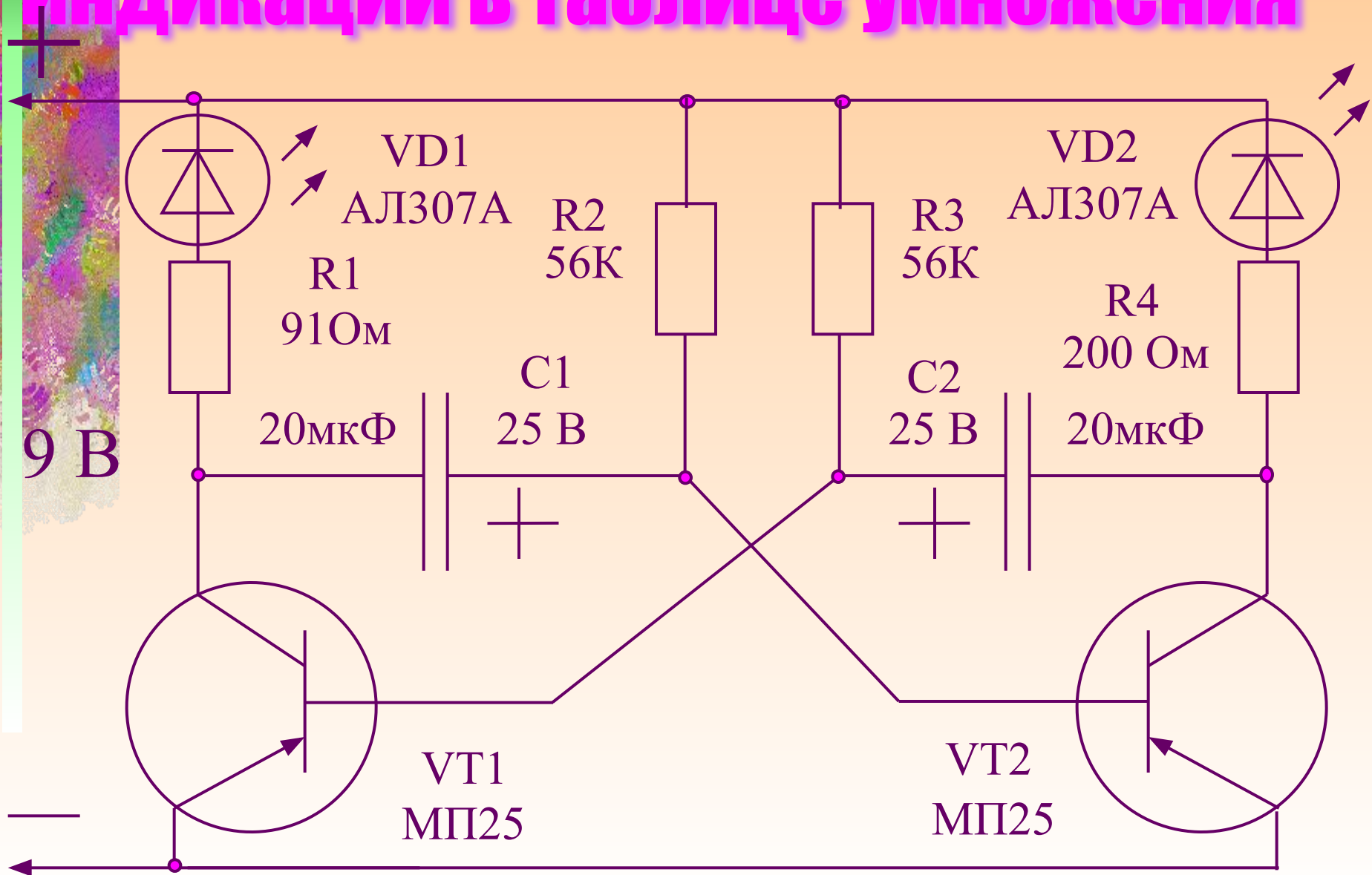


Мультивибратор световой индикации в таблице умножения



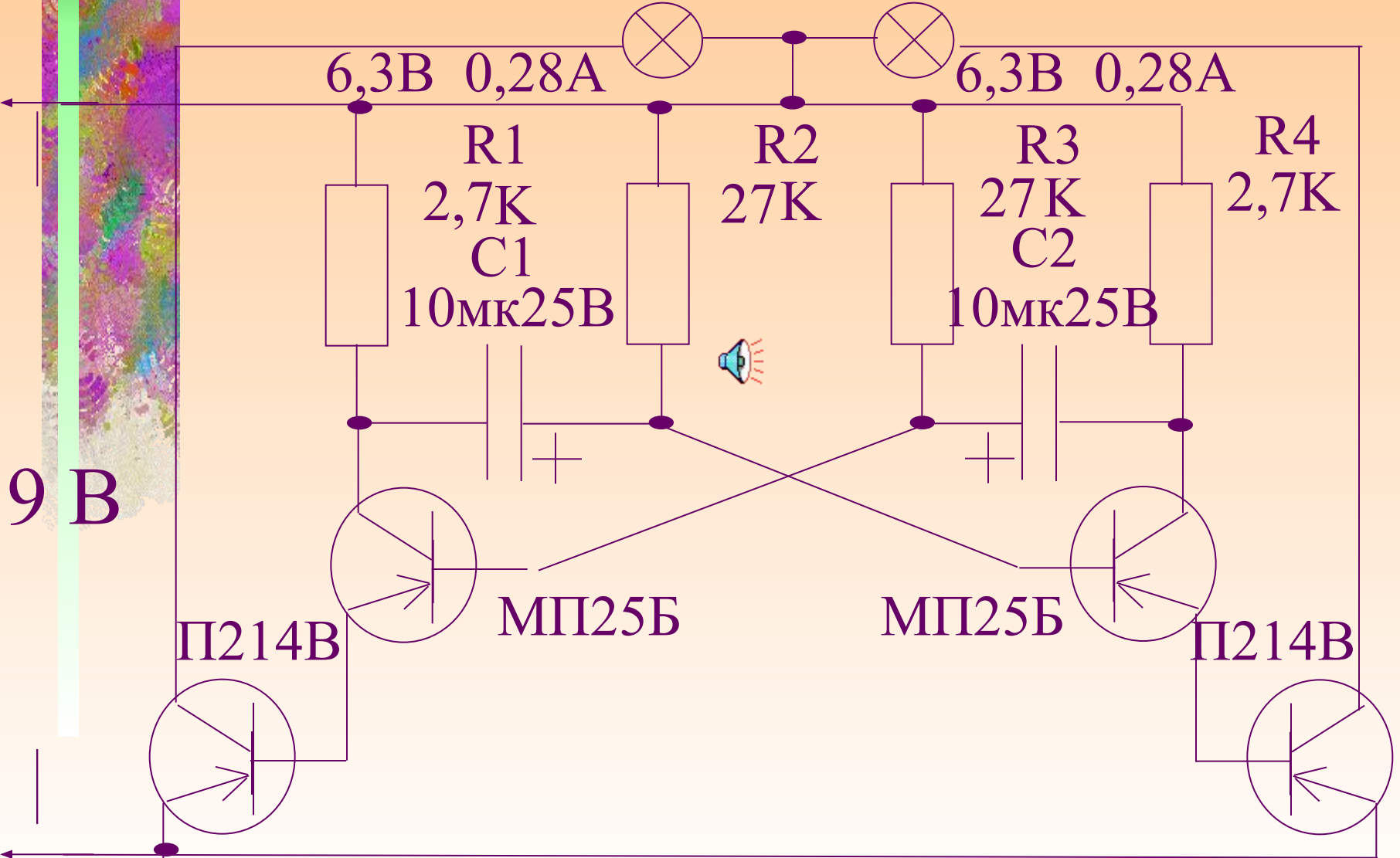
Мультивибратор световой

индикации в таблице умножения

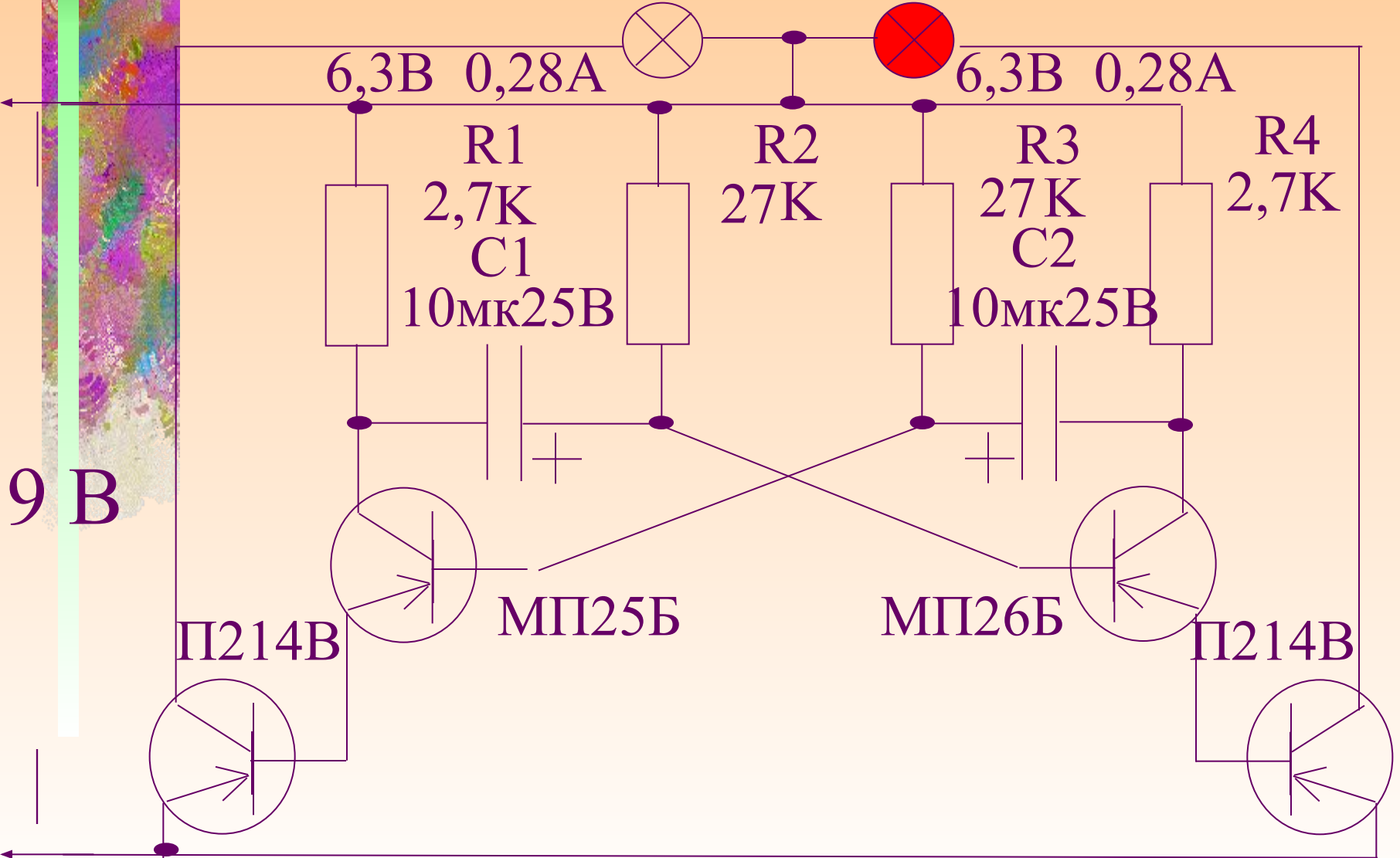


В таблице сложения для световой индикации используются лампочки накаливания. Для обеспечения нормальной работы мульттивибратора, в его схему добавлен мощный транзистор П214В.

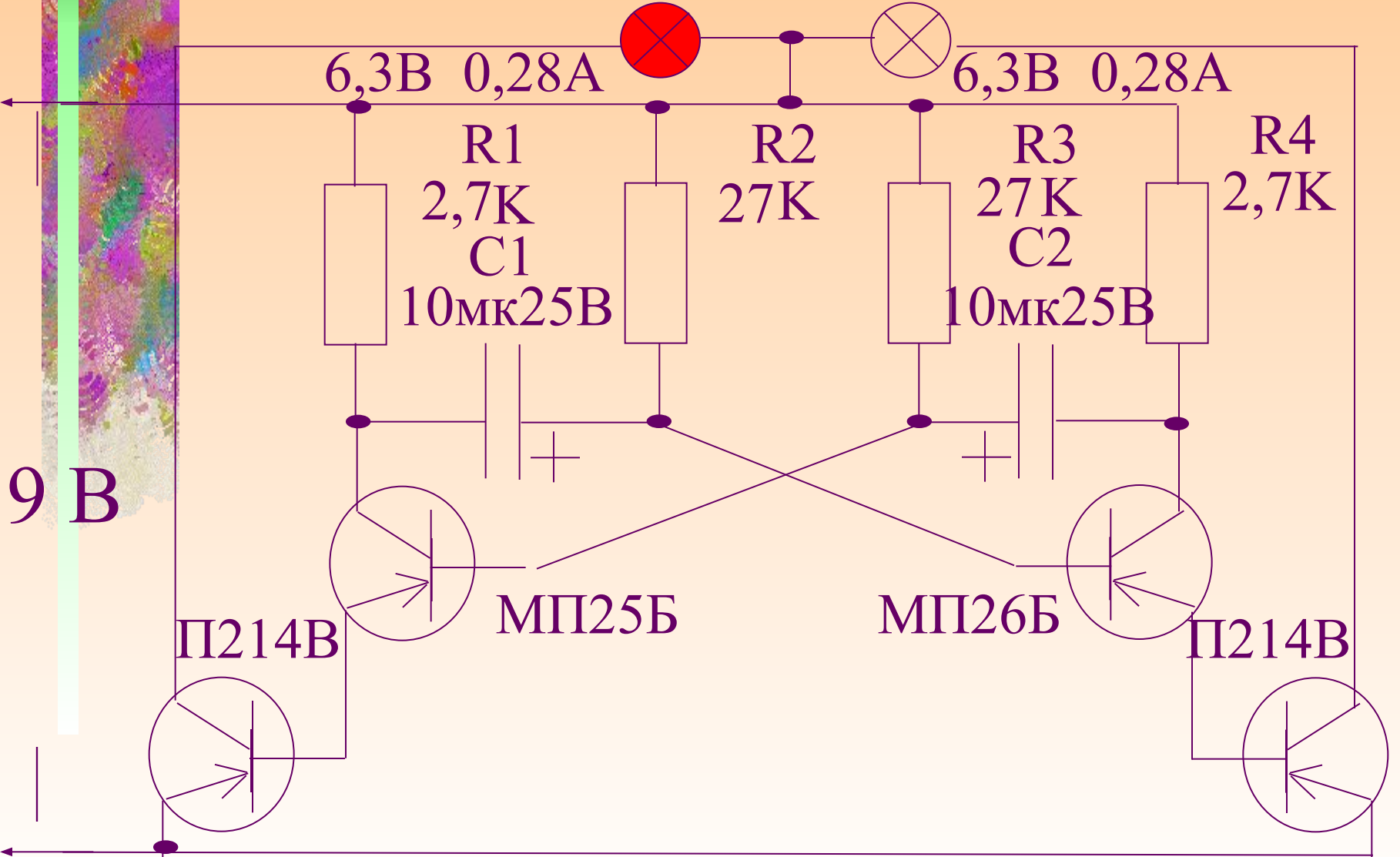
Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



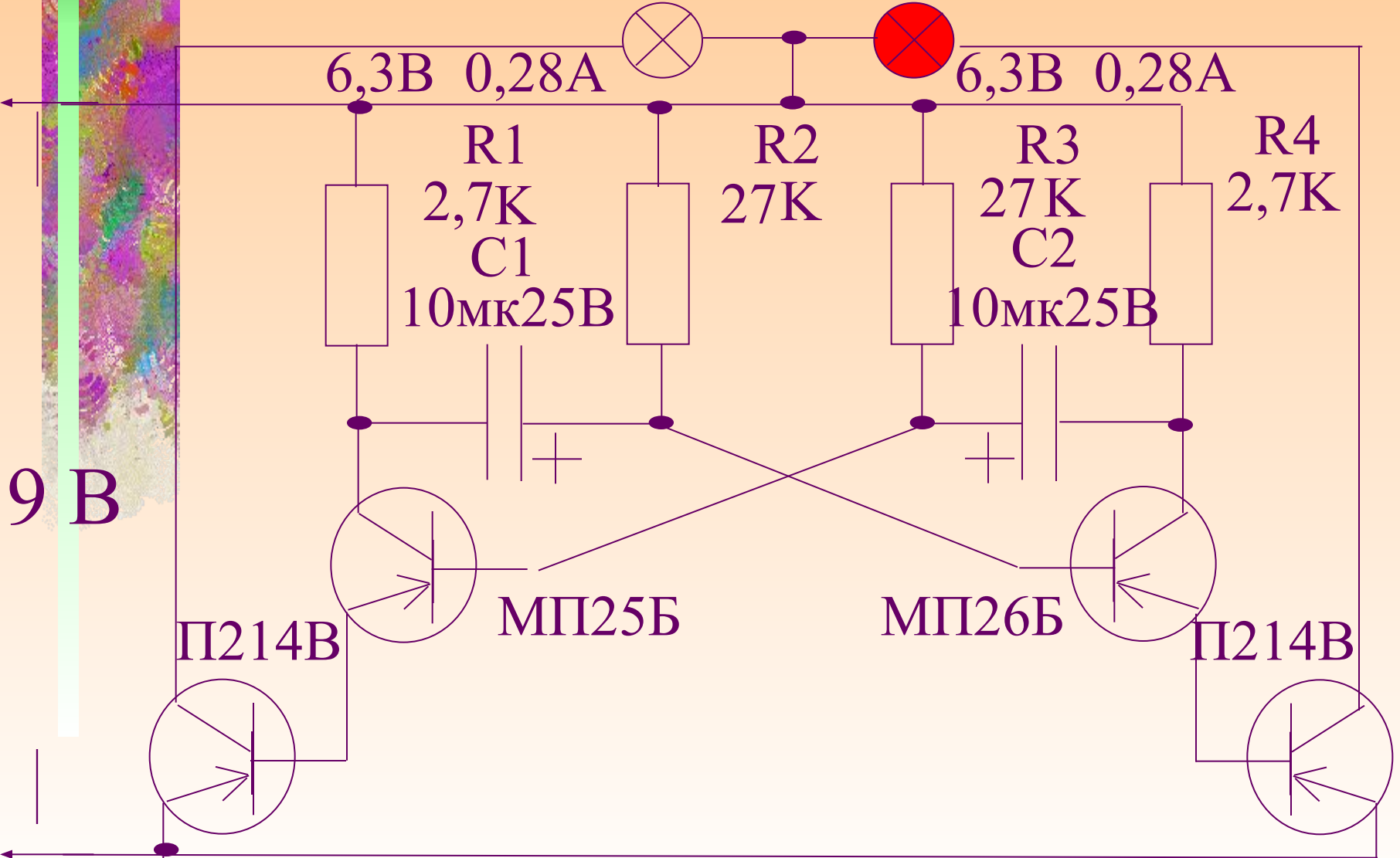
Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



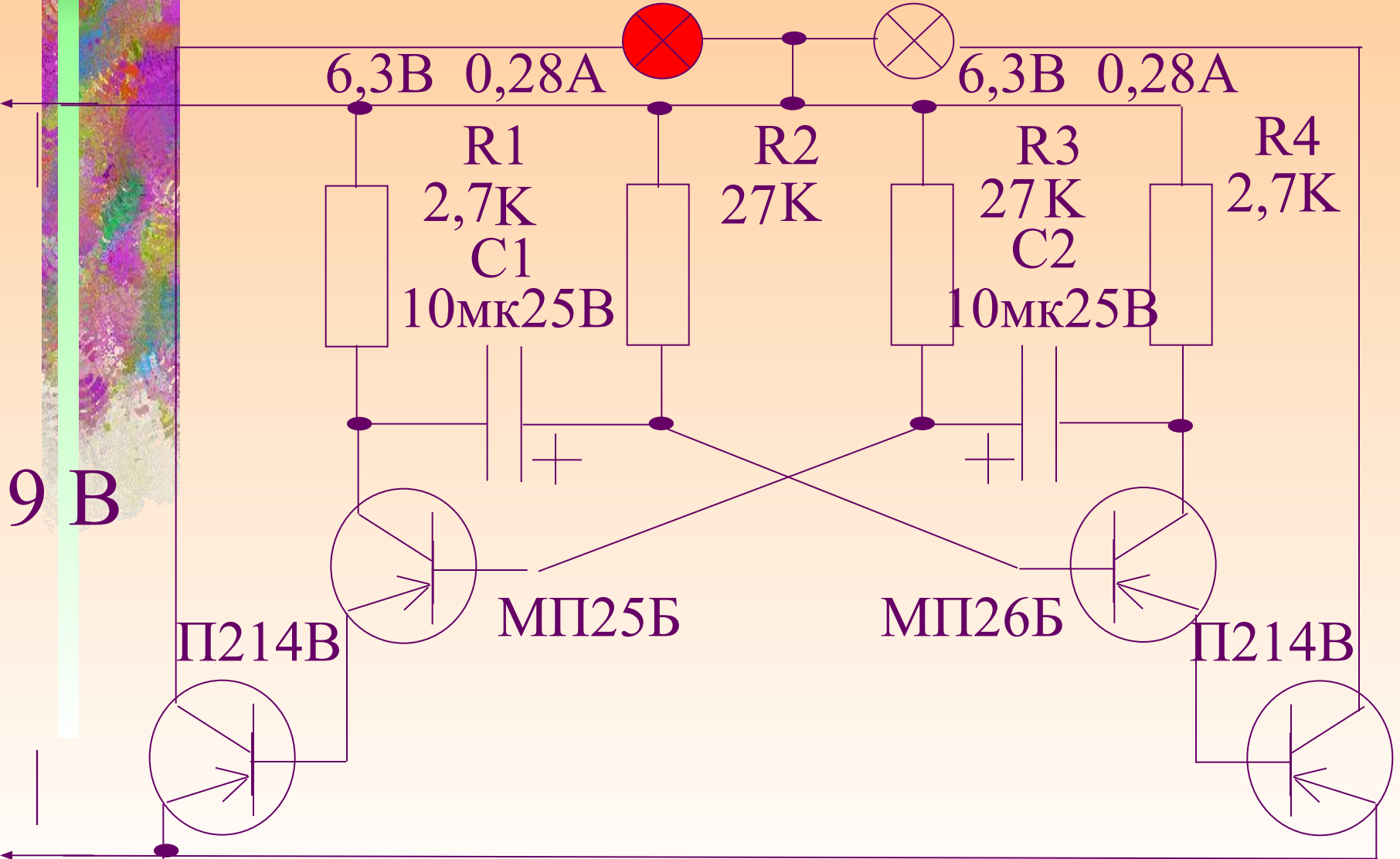
Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



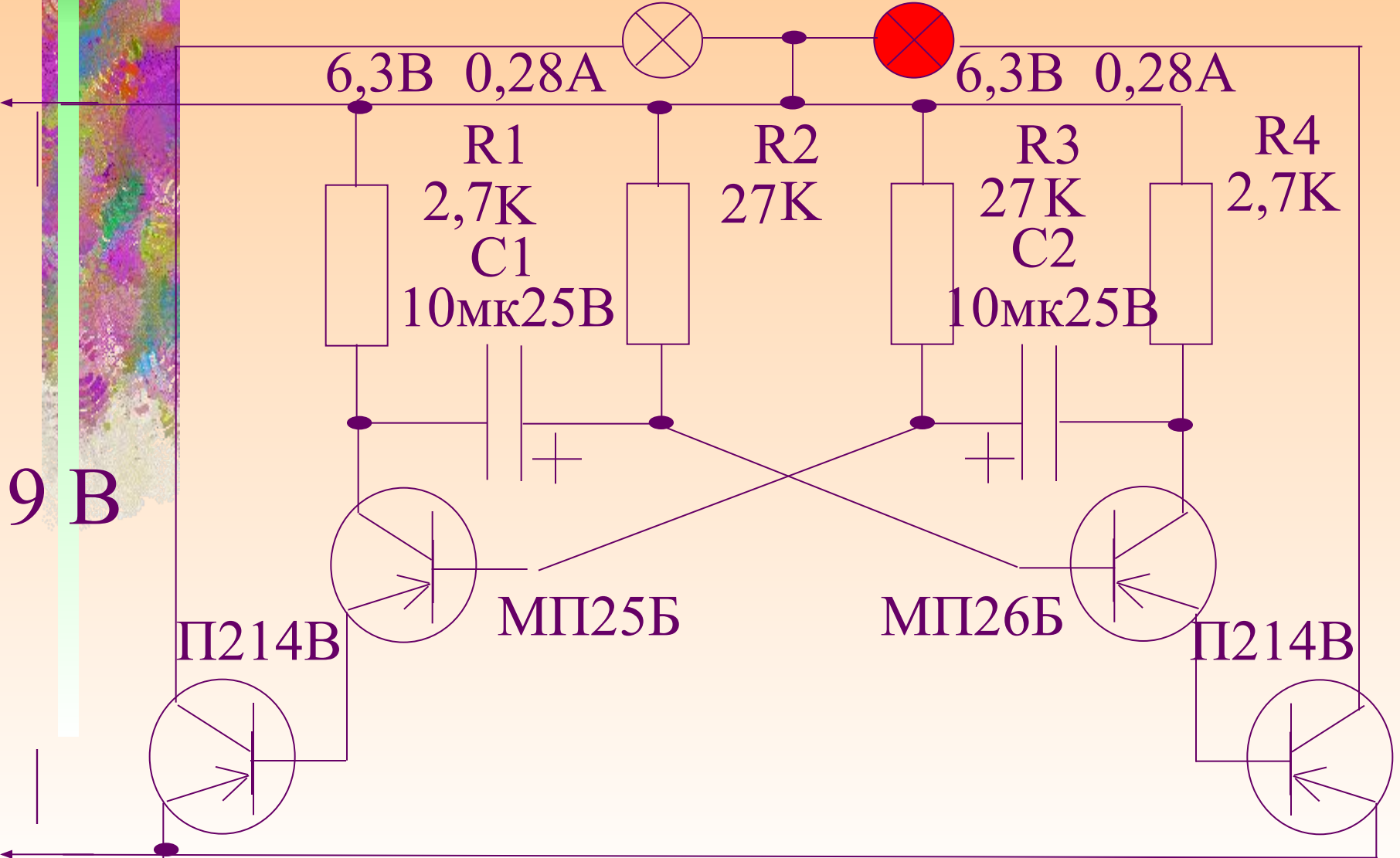
Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



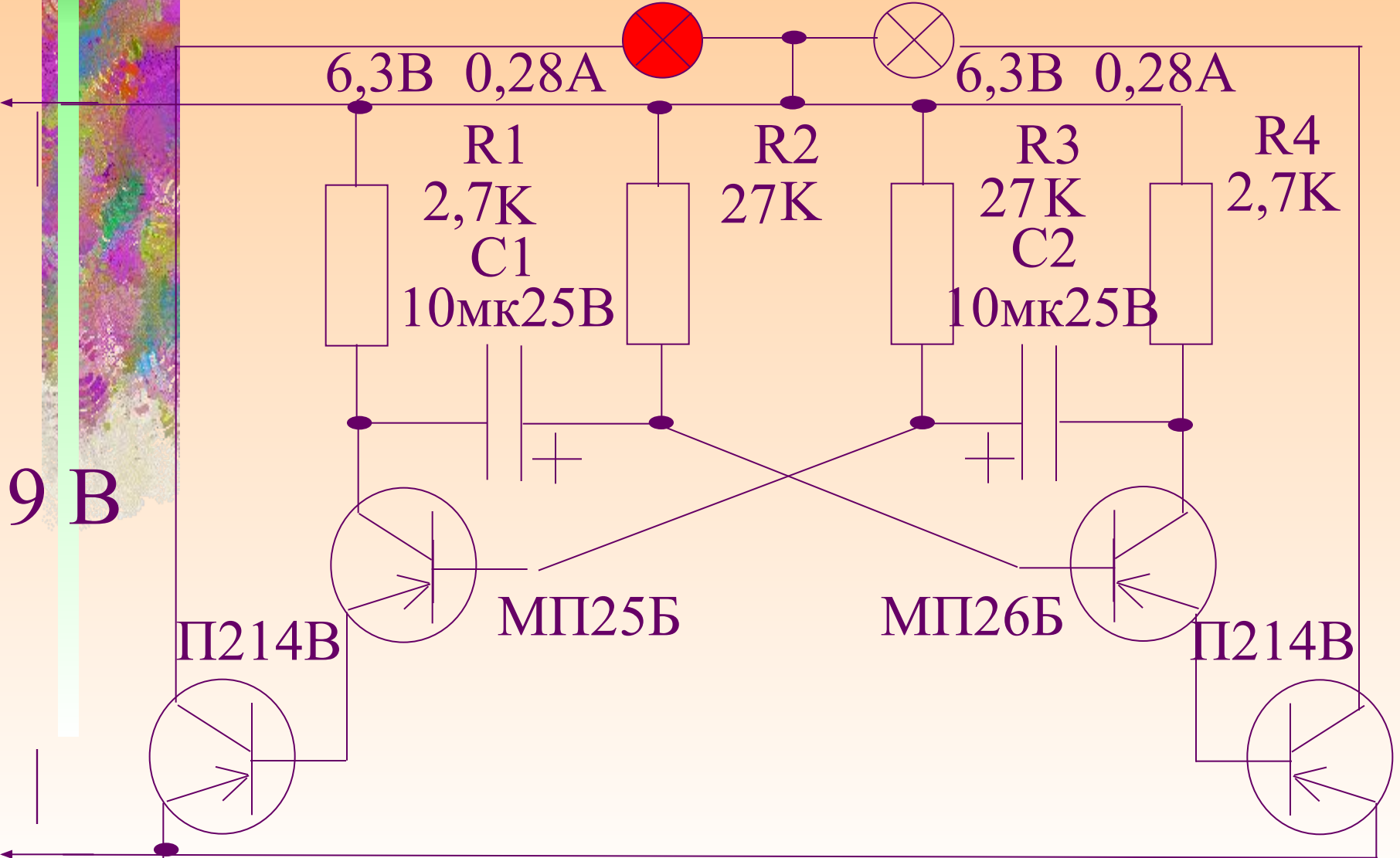
Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



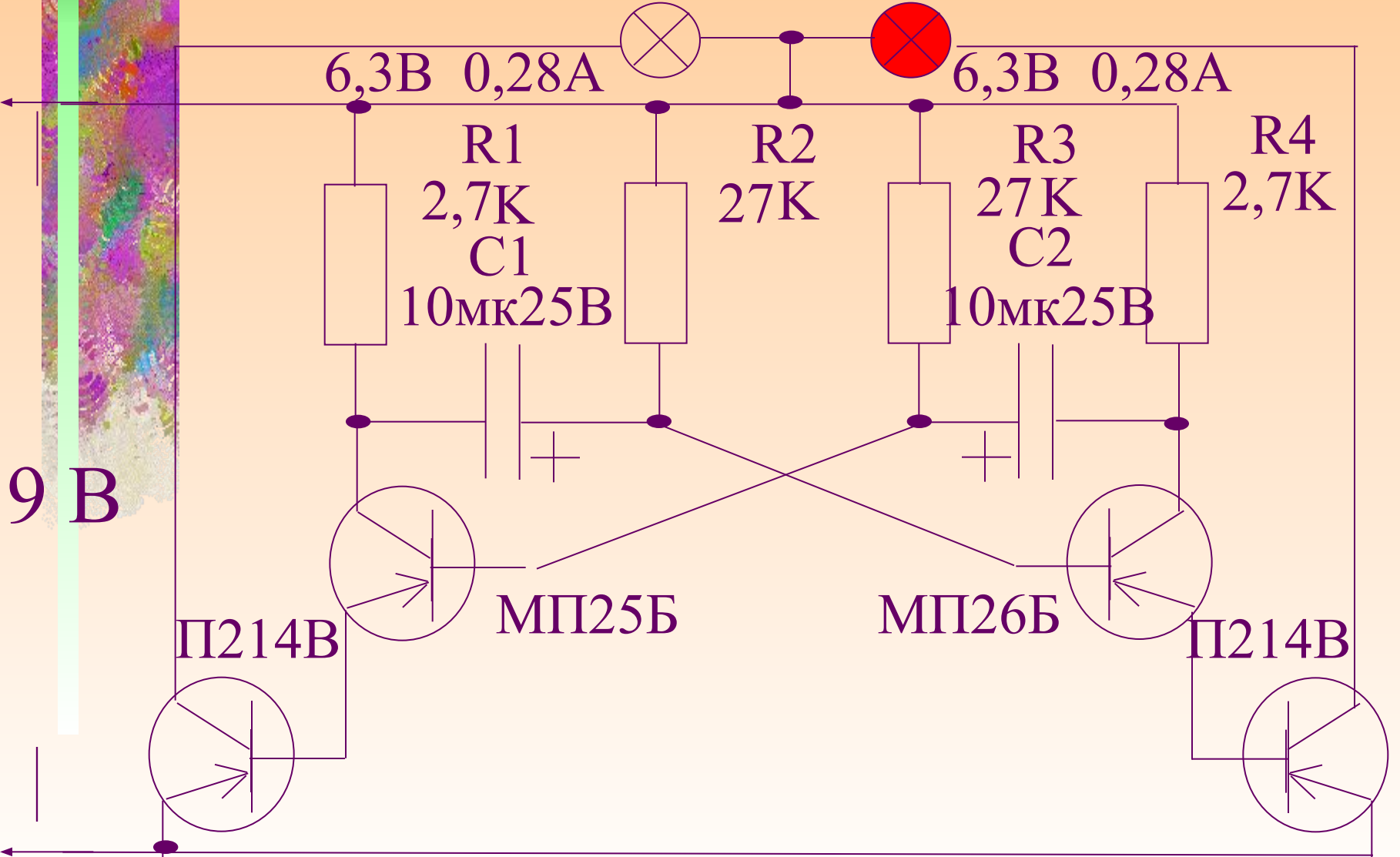
Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



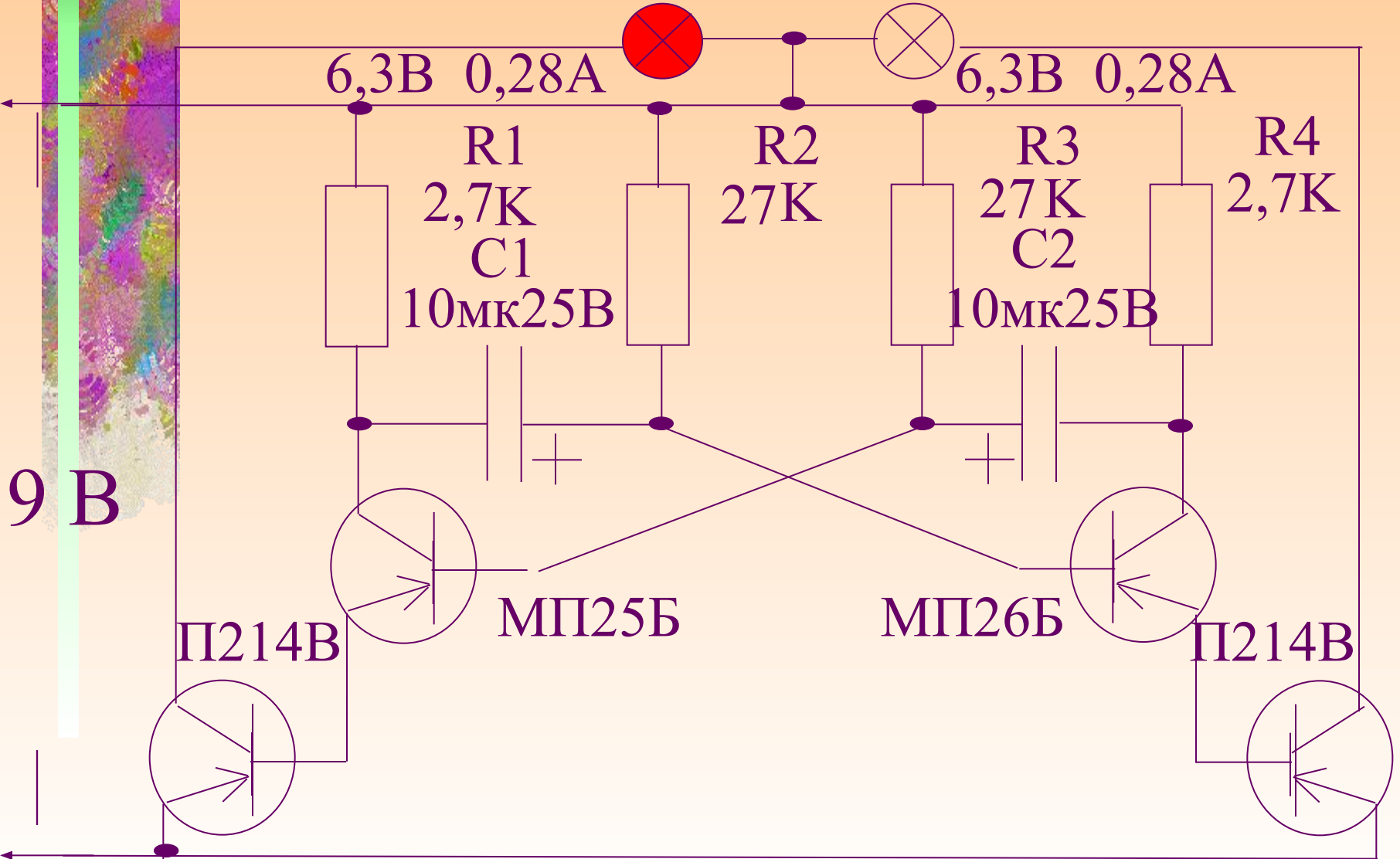
Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



Мультивибратор световой индикации в таблице сложения



Мультивибратор световой

индикации в таблице сложения

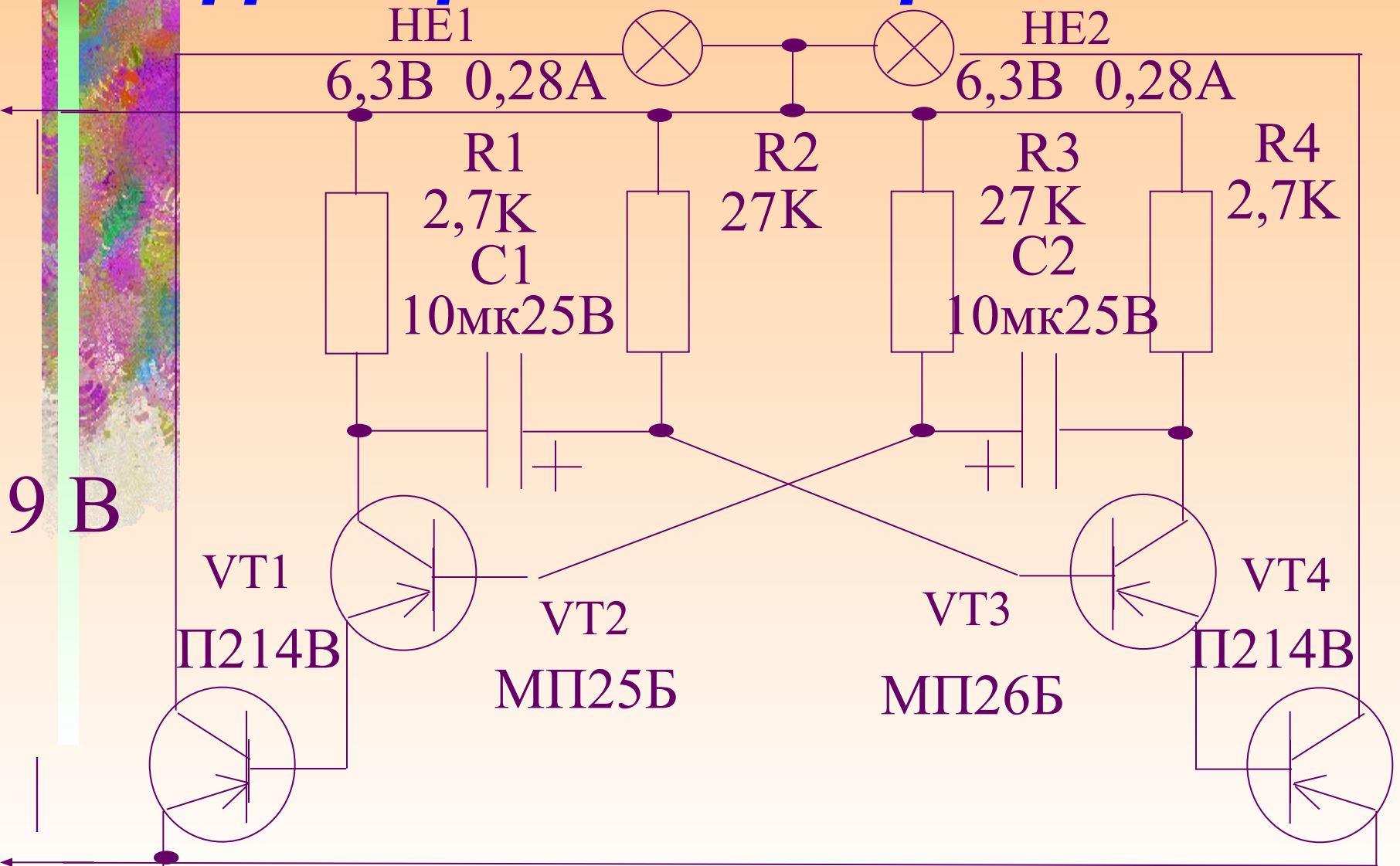



Таблица умножения представляет собой квадратный лист фанеры. С одной стороны фанеры нарисован квадрат, который разбит ещё на 81 квадрат. На верхних и левых квадратах написаны цифры от 2 до 9, а остальные пустые – на них закреплены винтами крючки.

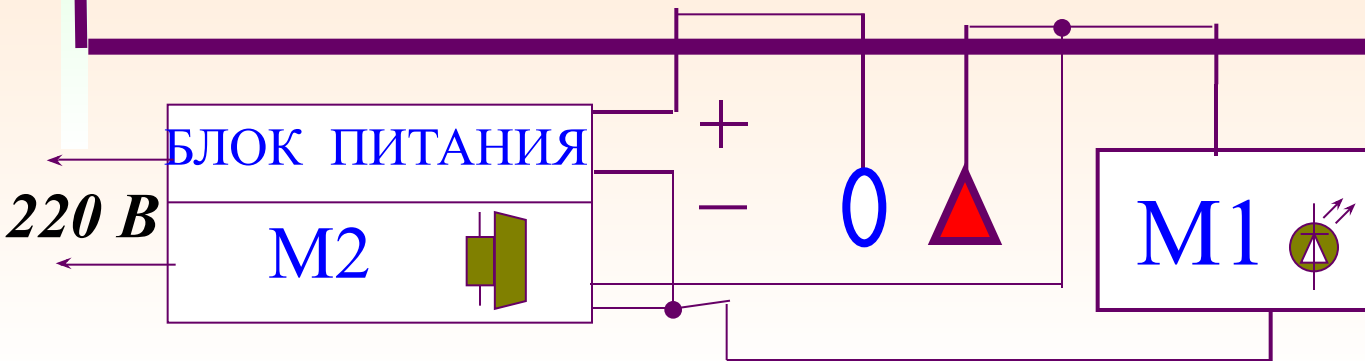
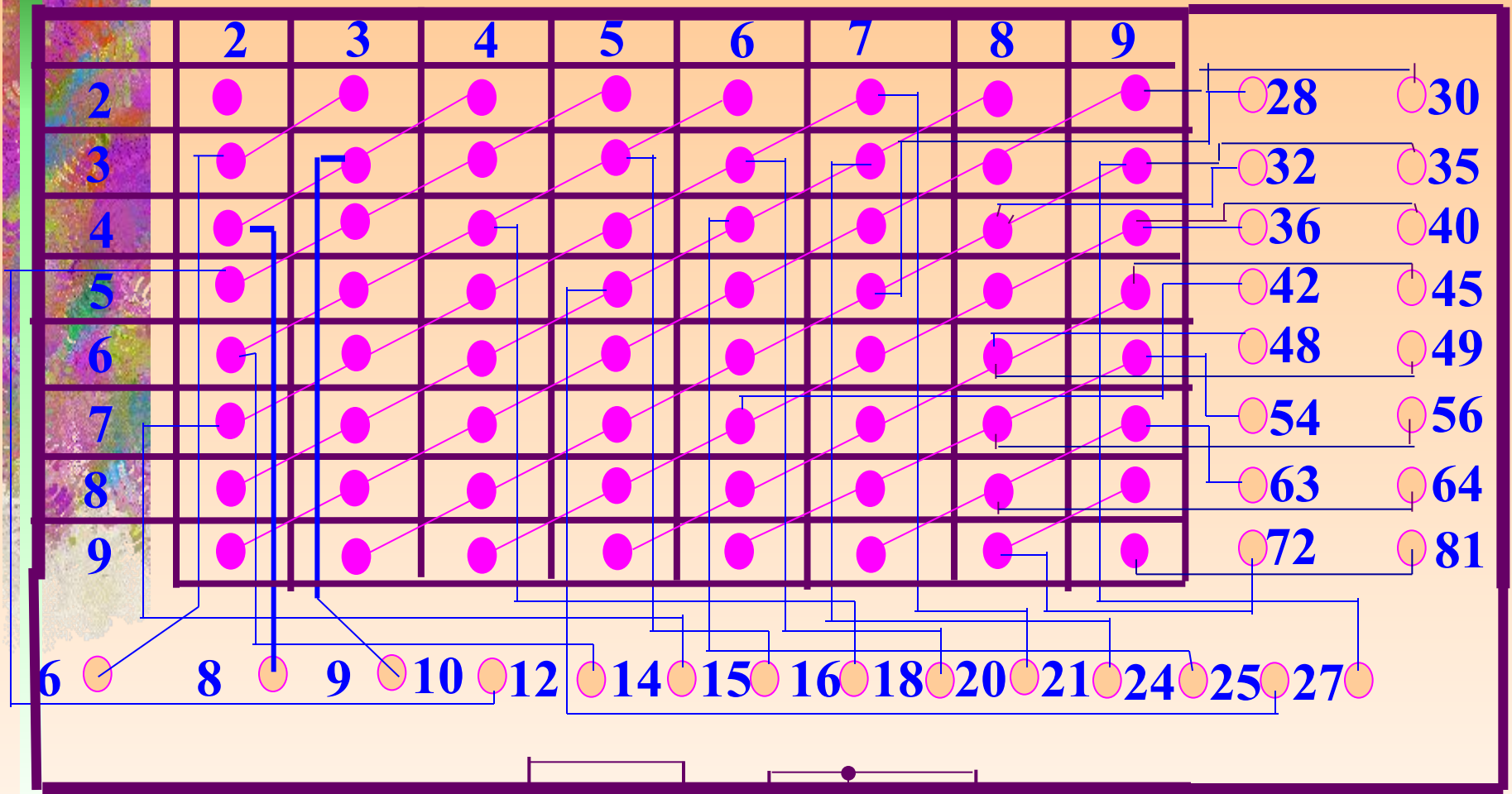
Для выполнения умножения двух чисел нужно взять провод с наконечником в виде петли и повесить его на крючок на пересечении умножаемых чисел. На свободной части фанеры находятся головки винтов, под каждой из которых написан ответ - результат умножения. Все провода под винтами затянуты гайками и соединены между собой.

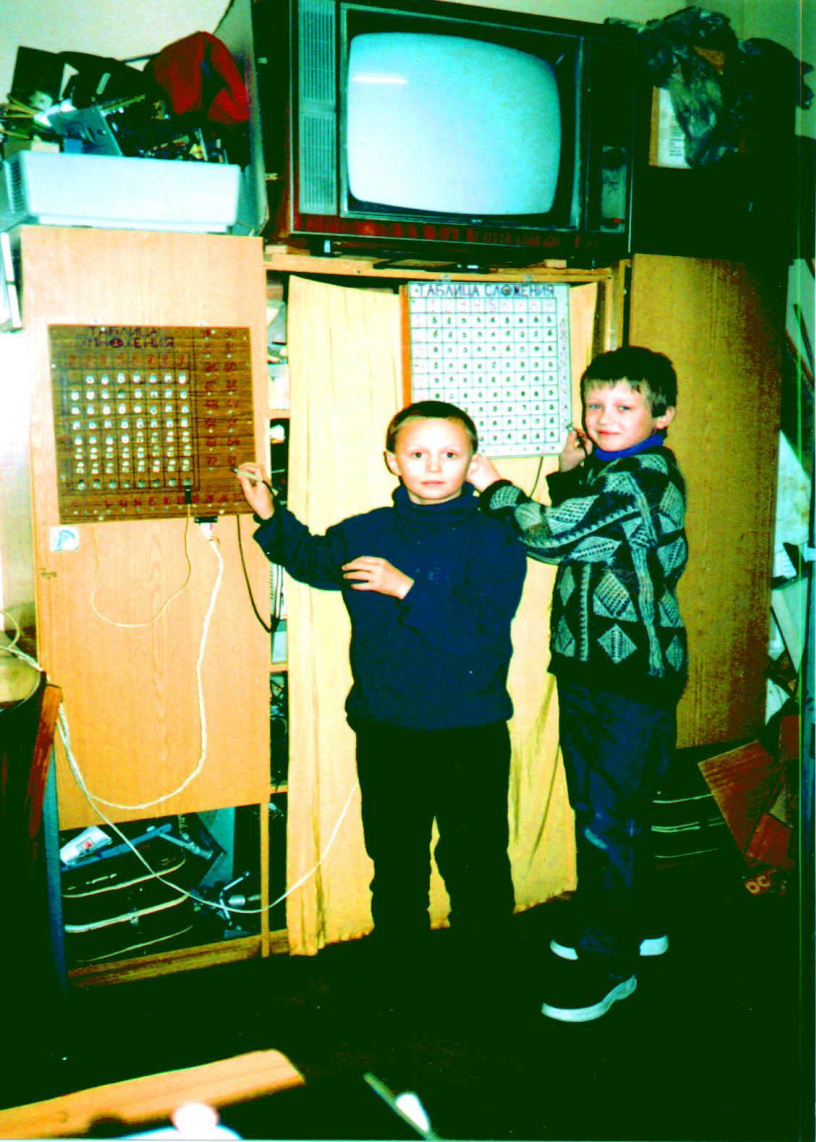
Сплошным наконечником на втором проводе прикасаются к головкам винтов. Если ответ выбран правильный, то замыкается цепь питания обоих мультивибраторов и они начинают работать.



***Электрическая схема
таблицы умножения показана
в следующем кадре***

ТАБЛИЦА УМНОЖЕНИЯ



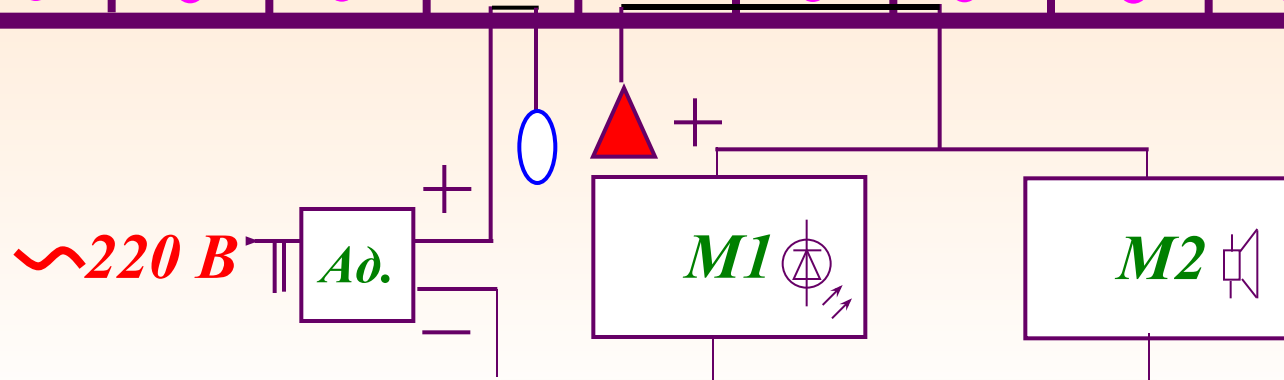
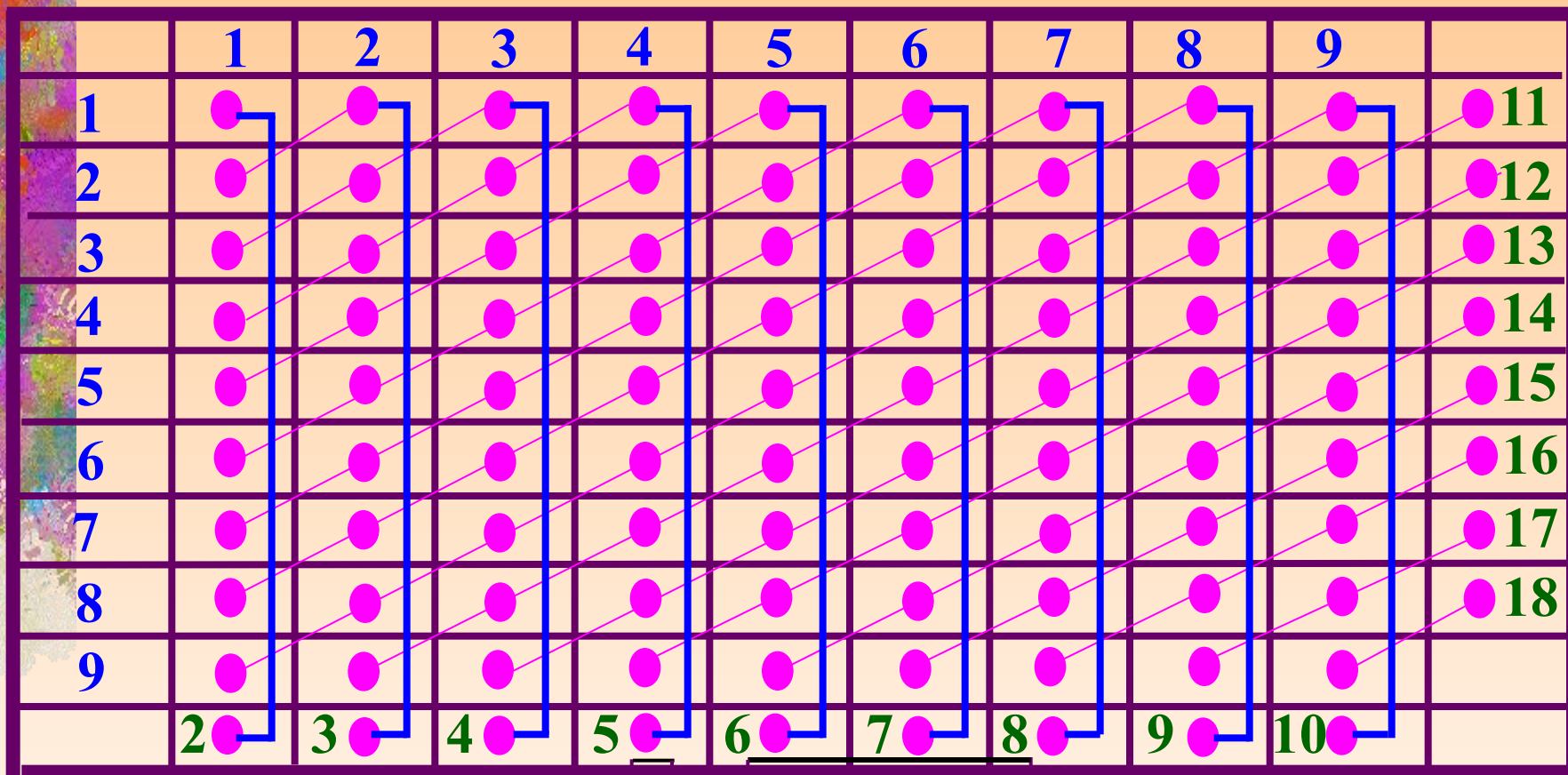



*Ученики 1-го и 3-го
классов занима-
ются на таблице
умножения -
деления (слева)
и на таблице*

сложения - вычитания (справа).

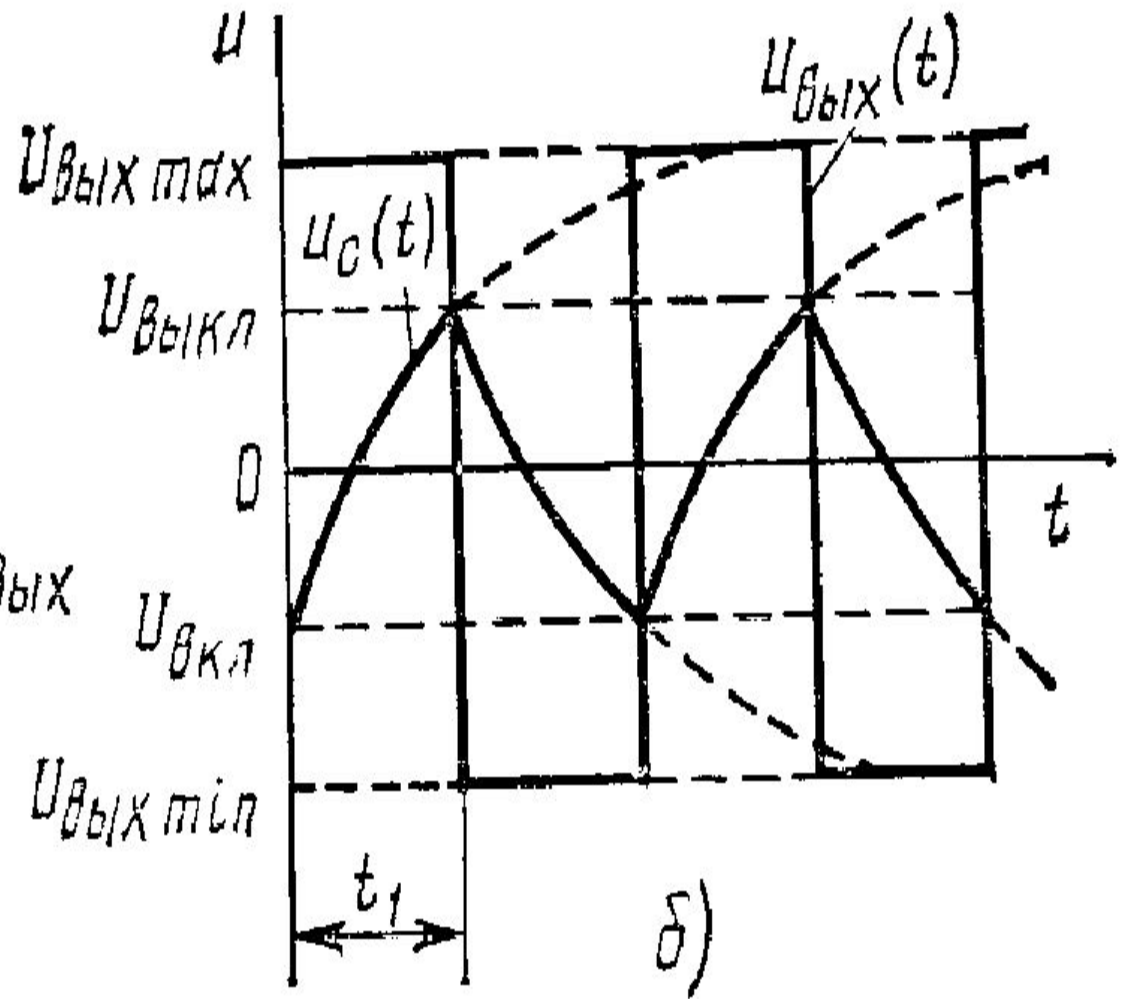
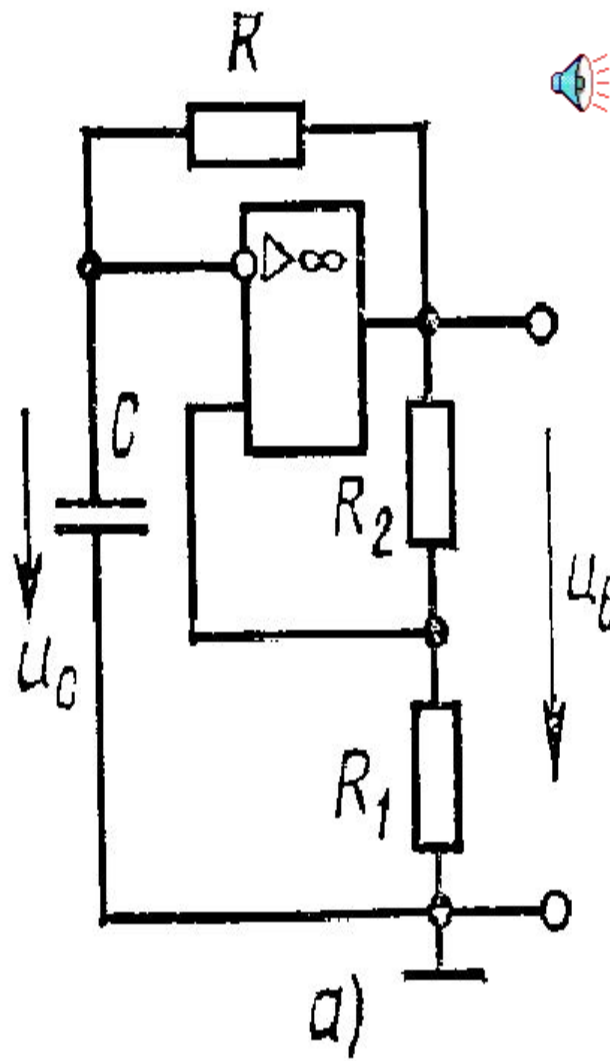
***Таблица сложения подобна
таблице умножения и показана
в следующем кадре.***

Таблица сложения





Мутивибраторы могут собираться также на операционных усилителях и на цифровых микросхемах.



Мультивибратор на операционном усилителе

На рис. а) приведена схема мультивибратора, выполненного на основе инвертирующего триггера Шмитта, в котором отрицательная обратная связь осуществляется через фильтр нижних частот в виде RC - цепи. Допустим, что выходное напряжение мультивибратора равно $U_{\text{вых max}}$. Тогда напряжение на инвертирующем входе (равное напряжению u_c на конденсаторе) отрицательно, а на прямом входе положительно и равно

$$U_+ = [R1/(R1 + R)] \cdot U_{\text{вых max}}$$

Напряжение на конденсаторе $u_c = u_-$ возрастает, так как конденсатор начинает перезаряжаться через резистор R , и стремиться к $U_{\text{вых max}}$ (рис. б). Когда u_c достигает уровня $U_{\text{выкл}}$ выключения триггера Шмитта, напряжение $u_{\text{вых}}$ скачком изменяется до $U_{\text{вых min}}$. Так как $U_{\text{вых max}} = -U_{\text{вых min}}$ то конденсатор C начинает перезаряжаться от $U_{\text{выкл}}$ до $-U_{\text{max}}$ и обратное переключение происходит при $u_c = U_{\text{вкл}}$. Затем процесс периодически повторяется.

Длительность импульса мультивиб- ратора

$$t_1 = RC \ln [1 + (2R_1 / R_2)]$$

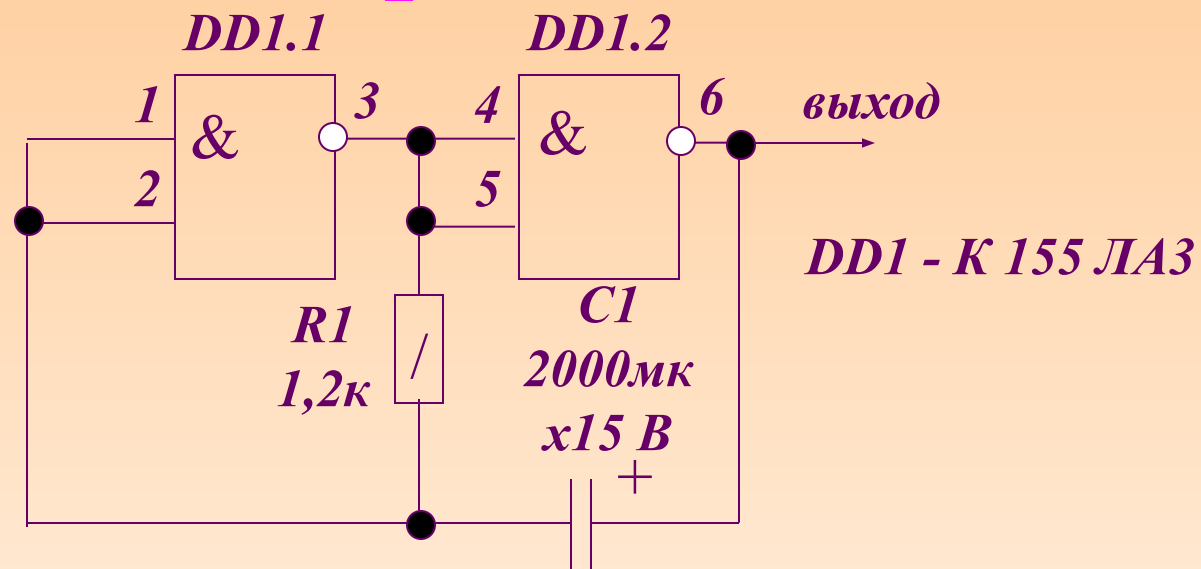
Здесь \ln -натуральный логорифм, а период

$$T = 2t_1 = 2RC \ln [1 + (2R_1 / R_2)].$$

$$\text{При } R_1 = R_2 \quad T \approx 2,2RC$$



Мультивибратор на цифровых микросхемах



На элементах *DD1.1* и *DD1.2* собран генератор, вырабатывающий прямоугольные импульсы, которые следуют со сравнительно малой частотой - она зависит от ёмкости конденсатора *C1* и сопротивления резистора *R1*. Импульсы мультивибратора снимаются с выхода 6 элемента *DD1.2*.

На выходах 6 и 3 имеются прямоугольные импульсы противоположной полярности.

В качестве логических элементов НЕ в схеме могут быть использованы логические элементы ИЛИ-НЕ или И-НЕ с объединенными входами.

Более подробные данные по этой теме можно найти в книгах:

1. В. В. Бессонов «Радиоэлектроника для начинающих (и не только)», М., «Солон-Р», 2001 г.
2. В. Г. Борисов, А. С. Партин «Практикум радиолобителя по цифровой технике», М., «Патриот», 1991 г.

КОНЕЦ