

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Будаговская Ольга Николаевна

доктор технических наук, в.н.с.

budagovsky@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Разработано электронное устройство управления циклическим режимом облучения биологических объектов. Схема задает кратность (число повторов) облучения (от 1 до 10), длительность засветки (от 1 с до 128 минут), длительность паузы (от 1 с до 128 минут) между циклами и основана на элементной базе 561 серии. Напряжение питания схемы от 6 до 15 вольт; выходной каскад коммутации допускает нагрузку до 150 мА, что достаточно для управления полупроводниковыми лазерными диодами или электромеханическим затвором, перекрывающим пучок света от гелий-неонового лазера.

Ключевые слова: лазер, облучение, цикличность, электронная схема.

Лазерная стимуляция жизнедеятельности биологических объектов признана весьма перспективным современным направлением медицины, ветеринарии и растениеводства [1 - 6]. Когерентный свет красной области спектра используется как экологически чистый физический фактор, способствующий усилению устойчивости к различным неблагоприятным факторам биотической и абиотической природы, увеличению урожайности, уменьшению длительности течения и осложнения болезней различной этиологии у животных и человека. Особое внимание при экспериментальной оптимизации режимов облучения уделяется определению эффективных значений плотности мощности, длительности и кратности воздействия лазерного излучения [7 – 11]. Но если управление интенсивностью достигается техническими средствами, не требующими постоянного контроля со стороны оператора (введение светофильтров, изменение тока накачки лазера или диаметра пучка), то поиск оптимального времени и числа циклов воздействия и последующая их реализация в технологическом процессе является довольно трудоемкой частью работы.

Целью настоящей работы является описание разработанной автором конструкции несложного электронного устройства, позволяющего варьировать в широких пределах количеством циклов и экспозицией, а также длительностью паузы между облучениями.

Принципиальная схема устройства представлена на рис.1 и включает: генератор импульсов *ГИ*; два двоичных счетчика *D1*, *D2*; десятичный счетчик *D5*; два RS триггера *D4.1* и *D4.2*; три транзистора *VT1-VT3*; логические инверторы *D3.1- D3.3*; два переключателя на 8 положений - *П1*, *П2*; переключатель на 10 положений *П3*; кнопки *SV1*, *SV2*; диоды *VD1-VD6*; реле *ГК1*; светодиоды *VD7-VD9*; резисторы *R1- R6*; конденсатор *C1*.

Схема начинает работу по нажатию кнопки *SB1* «Старт» - на выходе микросхемы *VD1* формируется импульс, защелкивающий триггер *D4.1*, который управляет счетчиком *D1*. Логический «0» на выходе \bar{Q} триггера *D4.1* разрешает отсчет импульсов секундной или минутной периодичности, вырабатываемый

генератором $ГИ$ до тех пор, пока не достигнет значения, заданного переключателем $П1$ и по цепи обратной связи «общая шина $П1$ - вход S триггера $D4.1$ » триггер $D4.1$ не будет переброшен в исходное состояние. В результате остановится счетчик $D1$, запускается счет длительности паузы на микросхемах $D4.2$ и $D2$ (принцип аналогичен отсчету длительности засветки). Такое последовательное включение счетчика $D1$ или счетчика $D2$ происходит до тех пор, пока не будет достигнуто число циклов засветки, устанавливаемое с помощью переключателя $П3$ и двоично-десятичного счетчика $D5$. В результате происходит остановка работы счетчика $D5$ и сигнал «стоп работа» поступает на вход R триггера $D4.1$ и схема переходит в режим ожидания. Соответственно, логическая «1» на выходе Q триггера $D4.1$, которая удерживается с момента сигнала «Пуск» до окончания заданного переключателем $П1$ экспозиционного времени, через эмиттерный повторитель на транзисторе $VT1$ подает питание на катушку реле $ГК1$. Контакты реле замыкаются и напряжение U^*n (это может быть как напряжение питания схемы, так и отдельная шина питания) поступает на блок питания лазера или на электромеханический затвор.

Сброс схемы в исходное состояние происходит как по питанию, так и вручную, с помощью кнопки $SB2$ «Сброс». Схема на базе логических инверторов $D3.2$ конденсатора $C1$ и резисторов $R2, R3$ предназначена для формирования импульса «сброс по питанию» при первоначальном включении схемы.

Используемые в схеме двоичные счетчики $D1, D2$ без дополнительных ухищрений позволяют реализовать наиболее часто используемый на практике ряд экспозиций – 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 и 128 секунд (или минут). В качестве генератора импульсов удобно использовать типовую схему секундных и минутных импульсов на базе микросхемы 176ИЕ12 или 176ИЕ18 [12]. Число циклов засветки представленная схема может устанавливать от 1 до 10 (или бесконечность, когда переключатель $П1$ не используется). Как правило, этого достаточно, но если возникает необходимость увеличения кратности облучения, вводятся дополнительные счетчики и переключатели.

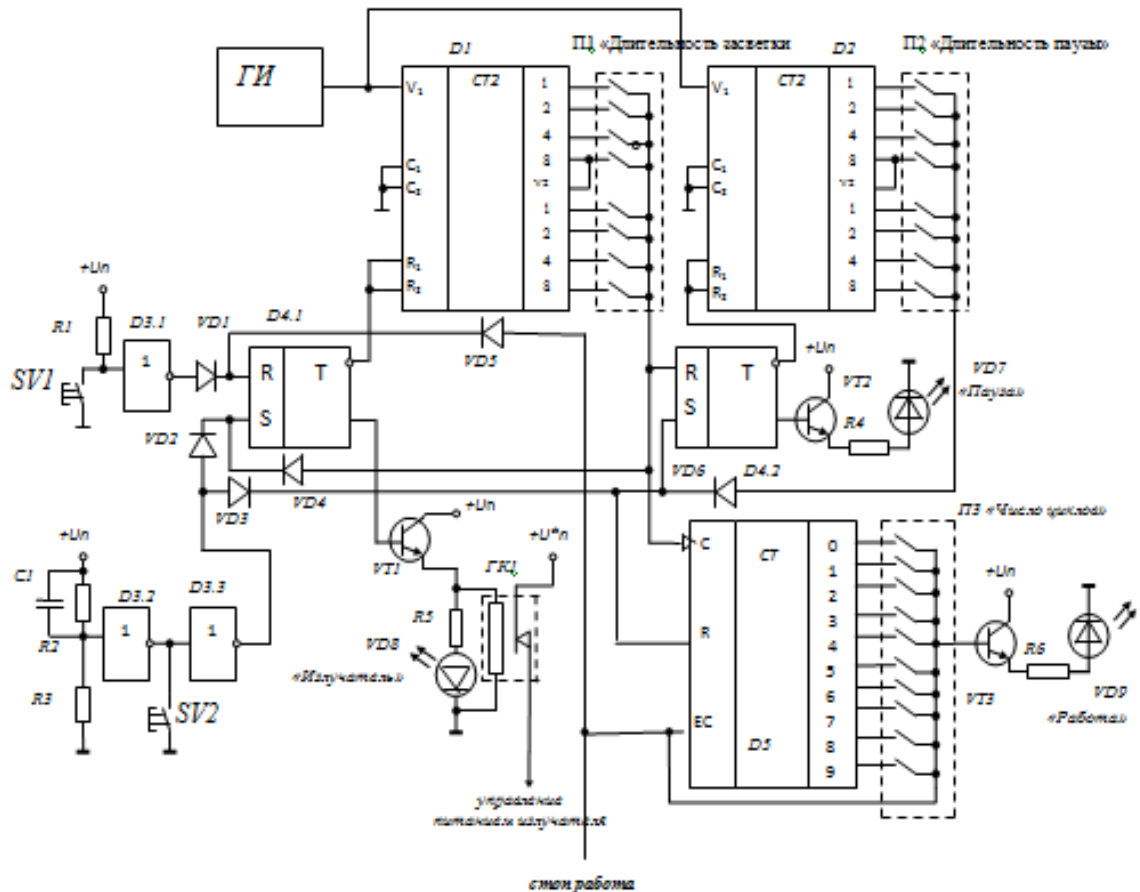


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства управления циклическим режимом лазерного облучения биологических объектов. $D1, D2$ – 561 ИЕ10; $D3$ – 561ЛН2; $D4$ – 561ТМ2; $D5$ – 561ИЕ8; $VT1-VT3$ – КТ315Б; $VD1-VD6$ – КД522А; $VD7-VD9$ – АЛС322А; ГК1 – РЭС55А; ГИ- генератор импульсов на базе микросхемы 176ИЕ12.

В представленной на рис.1 схеме используется герконовое реле РЭС55А, допускающее нагрузку до 150 мА, что в принципе достаточно для питания полупроводниковых лазеров средней мощности (5-40 мВт) или электромеханического затвора для перекрытия пучка гелий-неонового лазера. В тех случаях, когда предполагается применять более мощные излучатели и коммутирующие устройства, необходимо использовать еще один каскад реле с соответствующими параметрами.

Светодиоды $VD7-VD9$ играют роль индикаторов режима работы, указывая оператору, в каком состоянии находится схема в текущее время. Светодиод $VD7$ «пауза» загорается только во время паузы между циклами, $VD8$ «излуча-

тель» – только во время экспозиции, а *VD9 «работа»* - в течение всего времени циклической работы. Для удобства, вместо или параллельно индикатору *VD9* можно использовать звуковую сигнализацию окончания работ, например, схему кратковременного зуммера, представленного на рис.2.

Схема звуковой индикации срабатывает на положительный фронт импульса или перепада, приходящий на вход микросхемы *DD1.1*. С выхода *DD1.2* снимается отрицательный импульс длительностью 2..3 с, который управляет работой генератора на микросхемах *DD1.3*, *DD1.4*. Генератор формирует импульсы звуковой частотой 2,5 кГц в течение заданного времени. Схема рассчитана на работу с зуммером или динамической головкой *HA1* с сопротивлением 40..60 Ом. Переменное сопротивление *R7* регулирует громкость звука.

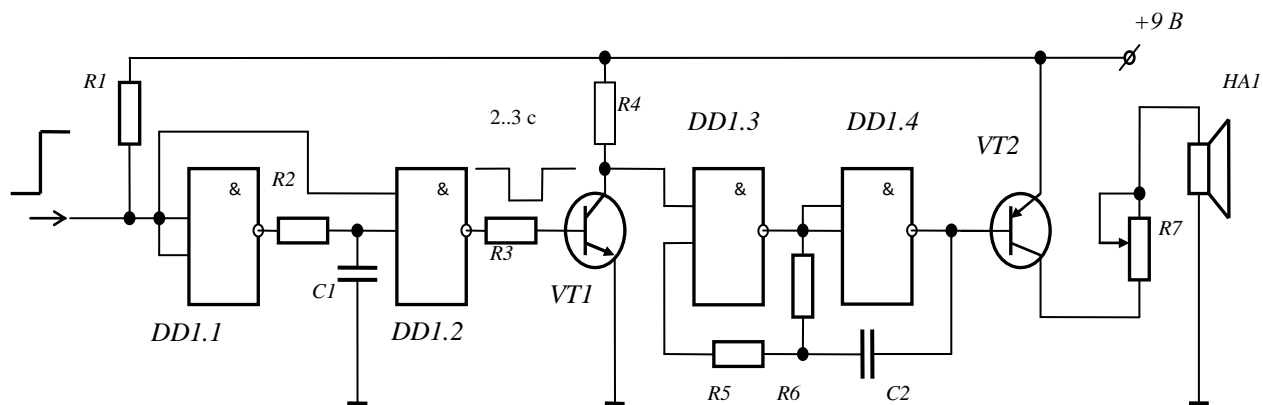


Рисунок 2 - Принципиальная схема звуковой сигнализации окончания работы. *DD1* – 176ЛА7; *VT1* – КТ315Б; *VT2* – КТ361Д; *R1*, *R3*-*R6* - 22кОм; *R2* - 56 кОм; *R7* - СП5-1ВА, 100 Ом; *C1* - 100 мкФ; *C2* - 1000 пФ.

Выводы:

Представленная схема позволяет существенно сократить трудоемкость выполнения циклических операций лазерного облучения объектов, так как полностью освобождает оператора от необходимости контроля за экспозицией, кратностью засветки и длительностью паузы между циклами. Тем самым увеличивается достоверность экспериментальных данных, так как исключаются неизбежные ошибки при проведении циклической обработки в «ручном режи-

ме». Схема надежна в эксплуатации и полностью адаптирована для использования в экспериментальных и технологических системах лазерной стимуляции различных живых организмов.

Список литературы

1. Будаговский А.В., Соловых Н.В., Янковская М.Б. Методика применения когерентной лазерной оптики для повышения эффективности размножения растений *in vitro*. – Мичуринск, 2015. – 71 с.
2. Будаговский А.В. Теория и практика лазерной обработки растений. – Мичуринск, 2008. – 548 с.
3. Карамалак А.И., Козловский А.Н. Низкоинтенсивное лазерное излучение и полихроматический поляризованный свет в ветеринарной медицине (механизм действия и методики применения). Учебно-методическое пособие. - Витебск: ГАВМ, 2007. – 67 с. - ISBN: 978-985-512-004-0.
4. Стрельцов И.М. Опыт применения лазера для лечения животных /И.М. Стрельцов, Н.А. Мамонов, С.Н. Ершов, В.И. Юрьев, А.И. Магомедов, В.П. Жирохов //Ветеринария, 2001.- № 2. - С. 33-35.
5. Загускин С.Л., Загускина С.С. Лазерная и биоуправляемая квантовая терапия. М.: Изд-во «Квантовая медицина», 2004. – 113 с.
6. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т.2. – М.-Тверь: ООО «Издательство Триада», 2014. – 896 с.
7. Будаговский А.В. Реакция растительных организмов на воздействие квазимонохроматического света с различными длительностью, интенсивностью и длиной волны / А. В. Будаговский, Н. В. Соловых, О. Н. Будаговская, И. А. Будаговский // Квантовая электроника. – 2015. – Т. 45, № 4. – С. 345-350.
8. Илиева В.П., Ранков В.П. Применение методов лазерной техники в сельском хозяйстве (обзорная информация). – София, 1987. – 53 с.
9. Шахов А.А. Фотоэнергетика растений и урожай. М.: Наука, 1993. 415 с.
10. Буйлин В.А. Низкоинтенсивная лазерная терапия с применением матричных импульсных лазеров. – М.: Техника, 2000. - 124 с.

11. Дерюгина А.В. Влияние различных режимов действия низкоинтенсивного лазерного излучения на биофизические показатели мембраны и окислительный метаболизм эритроцитов при стрессе /А.В.Дерюгина, А.Г. Самоделкин, М.Н.Иващенко [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2019. Т.41, №1. С.3-6.
12. Ковалев В.Г., Лебедев О.Н. Электронные часы на микросхемах. М: Радио и связь, 1985. – 49 с.

CYCLIC MODE CONTROL SCHEME LASER IRRADIATION OF BIOLOGICAL OBJECTS

Budagovskaya Olga Nikolaevna

doctor of technical Sciences, V. n. s.

budagovsky@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. An electronic device for controlling the cyclic mode of irradiation of biological objects has been developed. The schema specifies the multiplicity (number of repetitions) irradiation (1 to 10), duration of exposure (from 1 to 128 minutes), pause duration (from 1 to 128 minutes) between cycles and based on the element base 561 series. The supply voltage of the circuit is from 6 to 15 volts; the output switching stage allows a load of up to 150 mA, which is enough to control semiconductor laser diodes or an Electromechanical gate that covers the light beam from a helium-neon laser.

Keywords: laser, irradiation, Cycling, electronic circuit.