

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики полупроводников

**Создание дистанционно-управляемого устройства, обеспечивающее  
реализацию электростимуляции нейронов**

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 2 курса факультета нано- и биомедицинских технологий

Селезнева Михаила Евгеньевича,

прошедшего обучение по направлению 11.04.04 «Электроника и  
наноэлектроника»

Научный руководитель

профессор, д.х.н.

должность, уч. степень, уч. звание

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-.м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Д.А.Горин

инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.И. Михайлов

инициалы, фамилия

Саратов 2017

## **Введение**

**Цель работы:** Создание системы устройств, обеспечивающее генерацию электрических импульсов прямоугольной формы с заданными и управляемыми характеристиками, по аналогии с существующими нейростимуляторами, беспроводным путем.

### **Поставленные задачи:**

- 1) Поиск и анализ литературы по данной тематике.
- 2) Исследование существующих аналогов нейростимуляторов.
- 3) Создание устройства, обеспечивающее детектирование модулированного вч-сигнала.
- 4) Разработка схема передатчика, обеспечивающего генерацию модулированного вч-сигнала с управляемые параметрами модуляции и формирование на основе данной схемы устройства.
- 5) Исследование взаимодействия детектирующего устройства и передатчика для подтверждения генерации на выходе детекторного устройства управляемых импульсов.

**Актуальность** данной работы обусловлена значительной распространенностью применения нейростимуляторов в медицине, а также с существующими рисками при лечении при помощи современных нейростимуляторов и отсутствии производства аналогов таких устройств в России. Также стоит отметить, что применение нейростимуляторов недостаточно изучено и имеет ряд перспектив, связанных как с усовершенствованием уже существующих устройств, так и с исследованием влияния различных электрических импульсов на широкий круг болезней, прямо или косвенно связанных с нервной системой человека.

**Научная новизна** заключается в планарности всех формируемых устройств.

**Научная значимость** обусловлена важностью применения нейростимуляторов и других биомедицинских имплантатов в медицине.

## **Положение, выносимое на защиту**

- Показана возможность беспроводной нейростимуляции с помощью активного передатчика и пассивного приемника и установлено, что на расстоянии до 20 см амплитуда выходного сигнала составляла 2В, на 25 см – 200мВ, на 30см – 10мВ, максимальная мощность устройства – 810мВт.

**Структура магистерской работы** состоит из введения, двух глав, заключения и библиографического списка (44 источников).

## **Общая характеристика работы**

Во **введении** обосновывается тема и цель работы, объясняется актуальность данной тематики и формулируются соответствующие задачи.

**В первой главе** “Аналитический обзор” проводится обзор научной литературы по тематике, связанной с применением биомедицинских имплантатов в медицине для лечения или купирования различных болезней. Анализ найденного материала позволяет определить области и возможности применения имплантатов, в частности, нейростимуляторов, что, в свою очередь, отражается на дальнейшей работе по данной теме.

В настоящее время можно выделить основные группы биомедицинских имплантатов: кардиостимуляторы, нейростимуляторы, а также энергетические имплантаты.

Кардиостимулятор представляет собой устройство для искусственной стимуляции мышцы сердца для достижения нужного ритма. Это устройство состоит из особого инертного медицинского титанового сплава небольшого размера, в которую заключены батарейка и микропроцессорный блок. Анализируя полученные сигналы от сердца, устройство генерирует импульсы различной мощности для поддержания необходимого ритма.

В общем случае разделяют три типа кардиостимуляторов: однокамерные, двухкамерные, трехкамерные.

Однокамерные подключаются только в одной камере сердца – желудочке – и способны лишь поддерживать сердечный ритм.

Двухкамерные подключаются при помощи двух электродов в предсердие и желудочек. Такие стимуляторы обеспечивают правильной ток крови и полноценное заполнения кровеносных сосудов при помощи последовательной стимуляции предсердия и желудочков.

Трехкамерные подключаются к предсердию, правому и левому желудочкам, обеспечивая полный контроль и наилучшую стимуляцию работы сердечной мышцы по камерам сердца при различных проблемах.

Нейростимуляция, или методы нейромодуляция – это методы электрического или медиаторного воздействия на периферическую и/или центральную нервную систему, которые модулируют двигательные и сенсорные реакции организма путем перестройки нарушенных механизмов саморегуляции ЦНС.

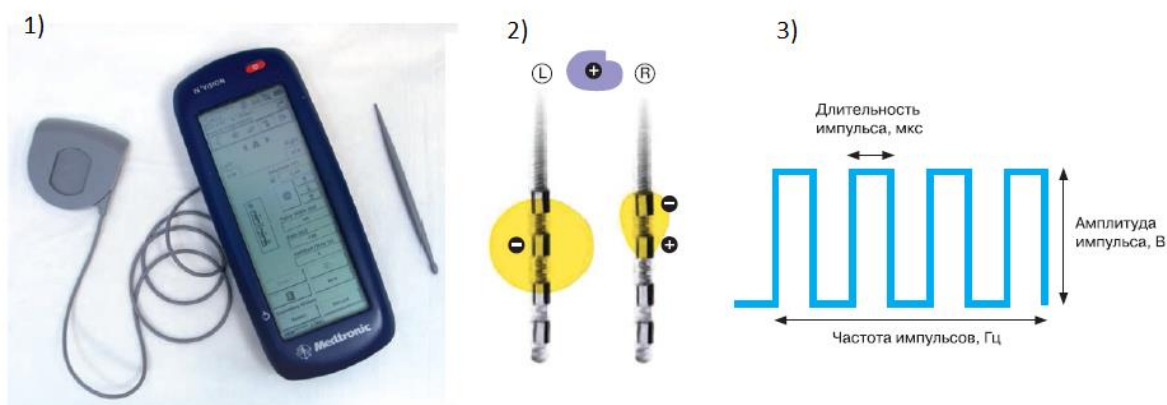


Рис.1 1,2 – изображение общего вида нейростимулятора, 3 – представление импульсов и их основных параметров, генерируемых нейростимулятором.

Современные устройства, обеспечивающие электростимуляцию нейронов, представляют собой систему, состоящая из имплантируемых подкожно электродов(рис.1(2)), генератора, формирующий по заданной программе импульсы, проводящих коннекторов, соединяющих генератор с электродами и программатором, при помощи которого задается режим ги

параметры генерации импульсов на генераторе (рис.1(1)). На рис.1(3) представлен общий вид сигнала, получаемый на электродах. Основные параметры – длительность импульса, амплитуда импульса, частота импульсов – определяются в ходе установки болезни пациента, их различные значения по-разному влияют на текущую болезнь человека.

Было установлено, что нейростимуляции применяется для лечения различных болезней, как: болезнь Паркинсона, различные болевые синдромы, лечение зрительной, выделительной, разговорной, моторной функций, применение в качестве анестезии и т.д.

Выделены основные проблемы применения нейростимуляторов:

- 1) Неврологические;
- 2) Инфекционные;
- 3) Техногенный (связанные с неисправностью в системе);

Техногенные, в свою очередь, разделяются на осложнения, связанные с перемещением электрода или в результате обрыва провода, коротким замыканием, неисправностью генератора или приемника, истощение энергии.

Инфекционные осложнения связаны с инфицированием тканей в области генератора и коннектора, а также кожные заболевания (эрозии над компонентами системы).

**Вторая глава** “практическая часть” посвящена исследованию современных нейростимуляторов, составлению схем для детекторного и передающего типов устройств, описанию методики формирования монтажных плат, конструирования обоих типов устройств и исследованию их взаимодействия.

Были исследованы два нейростимулятора: Нейси-3М и Itrel 3. Для этого к электродам подключался осциллограф, определялись их минимальные и максимальные значения основных характеристик. Были получены следующие

значения: для Itr1 3 амплитуда 0.1-1.6В, время импульса 0.35-0.7мс и частота 2-120Гц, для Нейси-3М амплитуда 2-20В, частота импульсов 20-100 Гц, длительность импульса 0.7-3.5мс.

Были сформированы детекторные приемники, схемы которых представлены на рис.2-3.

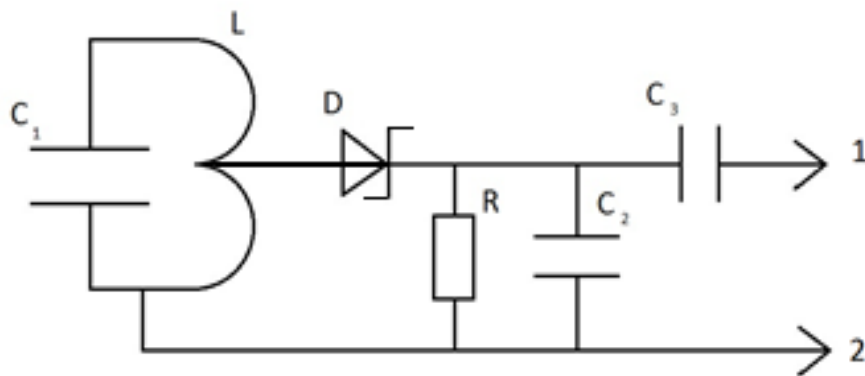


Рис.2 Схема детекторного приемника без фотодиода.

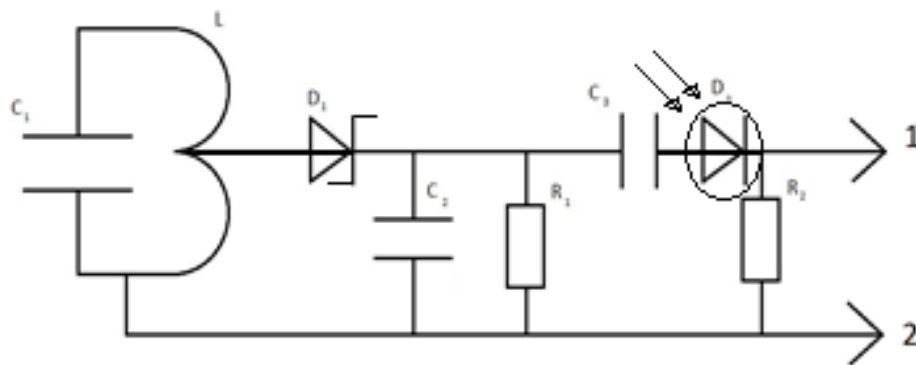


Рис.3 Схема детекторного приемника с фотодиодом.

Была исследована возможность управления детектирующими устройствами при помощи света. Так, при отсутствии света на фотодиоде и подаче радиосигнала на антенну на выходах детектора сигнал не наблюдался, при освещении же фотодиода белым светом, устройство детектировало аналогично устройству без фотодиода.

Была сформирована схема передающего устройства, как показано на рис.4.

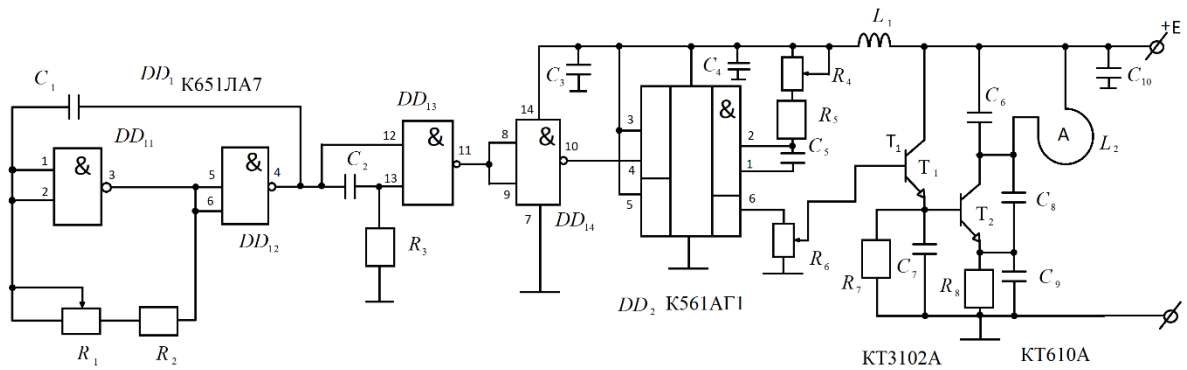


Рис.4 Эквивалентная схема устройства типа “передатчик”

Данную схему можно условно разделить на две части: первая часть отвечает за генерацию импульсов со следующими изменяемыми параметрами - длительность и частота генерации импульсов – и основана на двух цифровых микросхемах K651LA7 и K561AG1, управление частотой генерации происходит при помощи потенциометра R1, управление длительностью импульса происходит при помощи потенциометра R4; вторая часть отвечает за генерацию модулированного вч-сигнала и основана на двух биполярных транзисторах KT3102A и KT610A, при этом управление амплитуды выходного сигнала проводилось при помощи потенциометра R6.

Исследование взаимодействия полученных устройств показало, что такая система способна генерировать электрические импульсы с заданными параметрами на расстоянии до 20см без потерь сигнала при плоскопараллельном нахождении антенн друг напротив друга.

## **Заключение**

В заключении рассматриваются основные проведенной работы, определяются перспективы дальнейшего исследования по данной тематике.

- 1) Был проведен аналитический обзор литературы по данной тематике, на основе которого были определены области применения электростимуляторов, параметры режима работы и соответствующие схемы.
- 2) В ходе процесса выполнения поставленных задач были освоены умения работать с программой Layout.
- 3) Были сформированы устройства, способные детектировать модулированный радиосигнал, с частотой модуляции от 10 до 200Гц, на определенной резонансной частоте и преобразовывать его в пакет импульсов.
- 4) Было сформировано устройство, обеспечивающее генерацию модулированного сигнала на частоте границы вч-свч и управляемую по амплитуде, длительностью импульса и частоте импульсов, модуляцию.
- 5) Взаимодействие устройств детектор-передатчик позволило получить управляемую генерацию импульсов на выходе детекторного устройства с амплитудой 0 - 2В, длительностью импульсов от 0.3мс до 1.6мс и частотой импульсов от 10Гц до 200Гц.