

Федеральная целевая программа
«Исследования и разработки по приоритетным
направлениям развития научно-технологического
комплекса России на 2014—2020 годы»

Соглашение
14.578.21.0074 от 24.11.2014

на период 2014 - 2016 гг.

Тема: *Разработка нейрокогнитивной оптоэлектронной
системы стимуляции и синхронизации нейронов мозга*

Руководитель проекта: *Казанцев Виктор Борисович*
Проректор по научной работе и
инновациям ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Участники проекта

Получатель субсидии:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

ННГУ им. Н.И. Лобачевского занимает лидирующие позиции в области нейротехнологий, нелинейной динамики, информационных технологий.

В период 2010-2015 годов коллектив проекта принимал участие в выполнении грантов различных российских фондов и программ: гранты РФФИ и РФФИ, проекты в рамках ФЦП «Кадры» и ФЦП «Исследования и разработки», мегагрант в рамках постановления №220.

Индустриальный партнёр:

ООО «Интеллектуальные системы НН» (Научно-производственный холдинг R'AIN Group)

- Разработка и производство оптоэлектроники и лазерных систем, промышленного измерительного оборудования, компонентов медицинской техники.
- Внебюджетное софинансирование проекта в 2015 году: 3,27 млн. руб.

Соисполнитель :

ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр»

Минздрава России

Цели и задачи проекта

Научно-техническая проблема

Проект направлен на разработку перспективных устройств обработки информации, воспроизводящих информационно-вычислительные функции мозга или основанных на интерфейсе с нейронами мозга.

Цель проекта

Разработка нейрокогнитивной оптоэлектронной системы стимуляции и синхронизации нейронов мозга, основанной на искусственных генераторах, воспроизводящих активность живых нейронов, канала передачи информации с использованием оптоволоконных технологий и активных лазерных систем, имитирующих синаптическое взаимодействие в мозге, оптоэлектронных интерфейсов с живыми возбудимыми биотканями (нейроны мозга).

Ожидаемые результаты проекта

По окончании проекта ожидается получение нейрокогнитивной оптоэлектронной системы, состоящей из электронного нейрочипа, оптоэлектронного интерфейса на основе оптических волокон и биообъекта.

Данная система позволит осуществлять стимуляцию возбудимых биотканей. Для мониторинга тканей и клеток, не обладающих возбудимыми свойствами, система будет совмещаться с флуоресцентными индикаторами, в частности, для задач точной локализации новообразований.

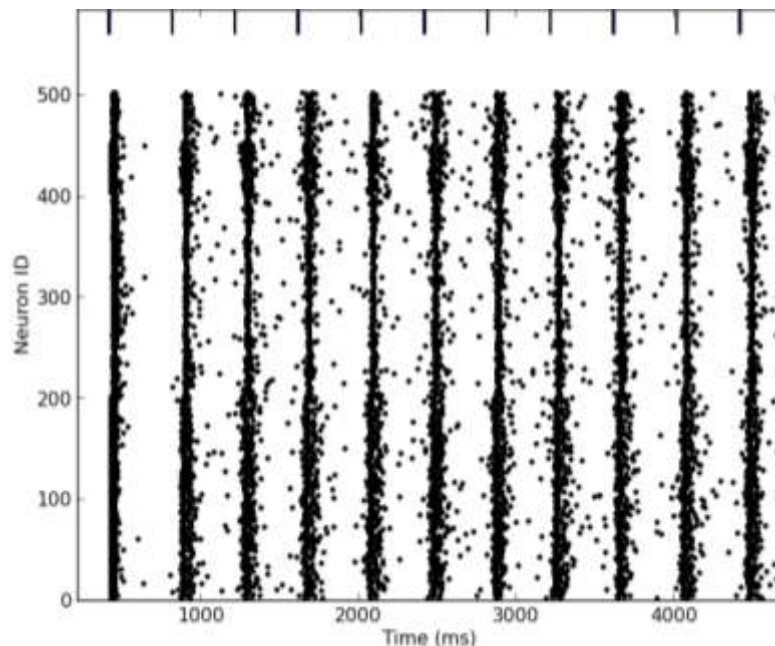
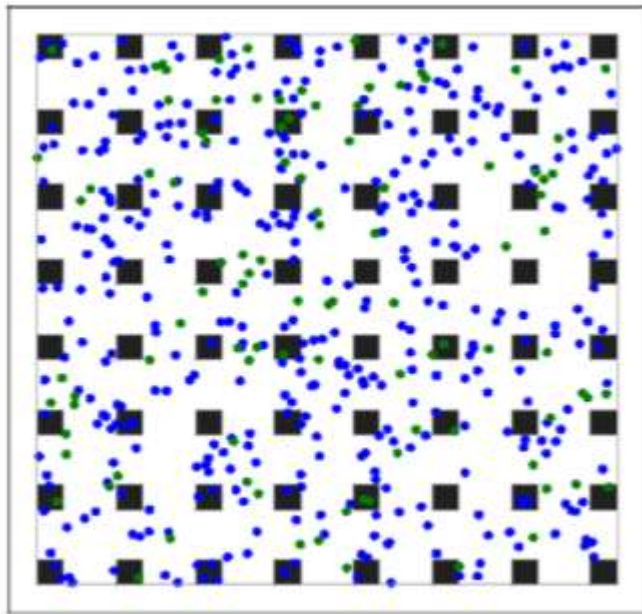
В отличие от существующих оптических систем для мониторинга и стимуляции активности мозга, предлагаемая в проекте система не требует применения генетической модификации исследуемых объектов. Взаимодействие будет осуществляться через оптоволоконные системы с фотодетектированием, что позволяет воздействовать на электровозбудимые биоткани непосредственно электрическим сигналом.

Перспективы практического использования

- Оптоэлектронные устройства для создания интерфейсов с живыми нейронами мозга – нейропротезы;
- Интеллектуальные системы автоматического управления, вычислительные системы, воспроизводящие принципы обработки информации мозгом;
- Создание оборудования для интраоперационного определения границ глиальных опухолей головного мозга.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Разработана математическая модель нейронных сетей мозга.



Модель позволяет исследовать влияние внеклеточной стимуляции на активность нейронной сети и оценивать уровень синхронизации активности.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

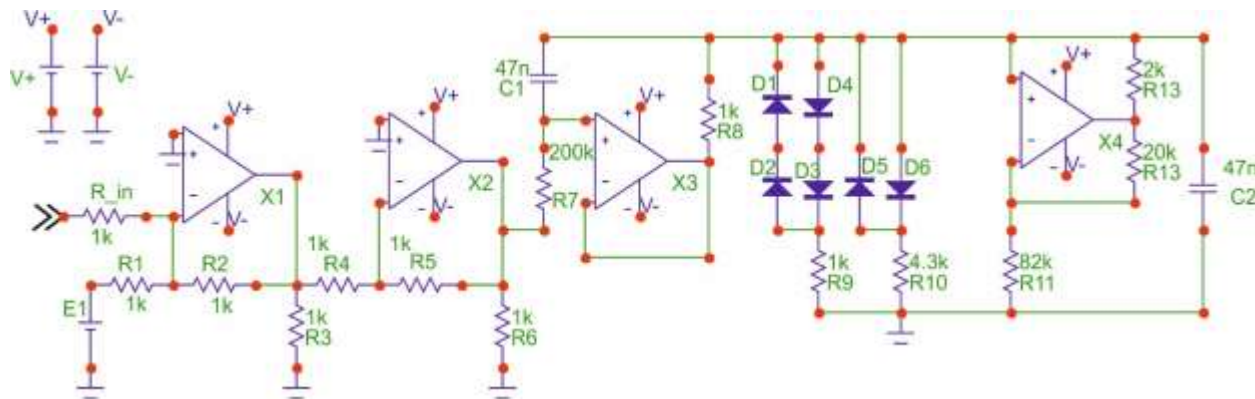
Разработаны технические принципы построения оптоэлектронных систем для создания нейрокогнитивной оптоэлектронной системы стимуляции и синхронизации нейронов мозга.

Сформулированы требования:

- К блоку генерации нейроподобных колебаний;
- К оптоэлектронному блоку, воспроизводящему динамику синаптического контакта;
- К оптоэлектронному преобразователю, входящему в состав оптоэлектронного блока, воспроизводящего динамику синаптического контакта;
- К системе в целом, для обеспечения гибкости и функционального многообразия.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

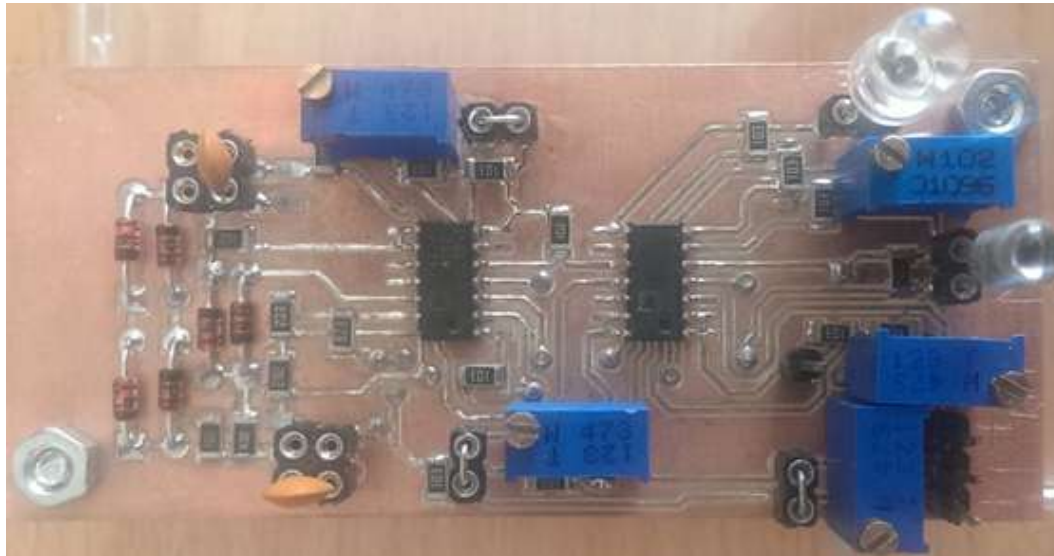
Разработана компьютерная модель схемотехнического решения блока генерации нейроподобных колебаний.



Модель реализована в виде аналогового автогенератора, воспроизводящего динамические режимы, которые характерны для нейронов с возбудимыми, колебательными и бистабильными свойствами.

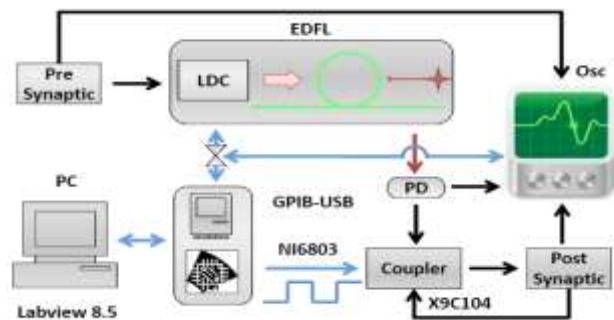
Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Разработано и изготовлено два варианта макета блока генерации
нейроподобных колебаний.



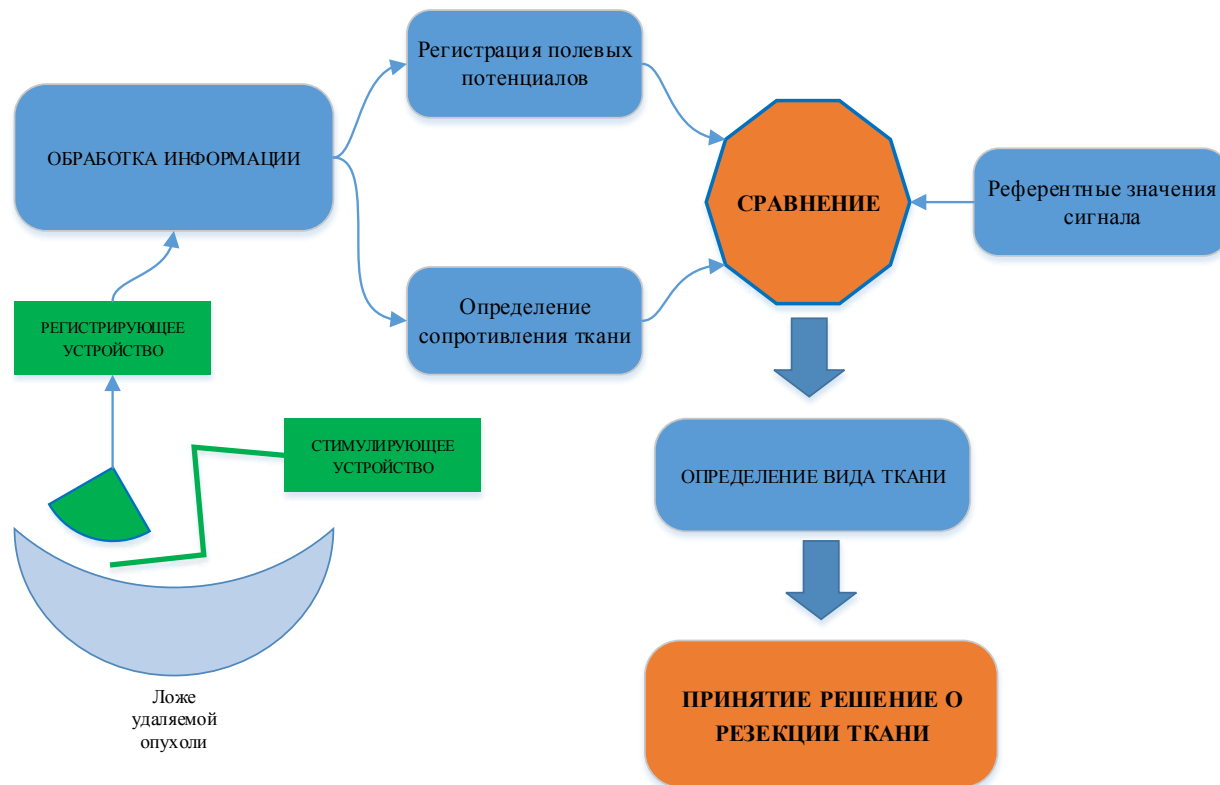
Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Разработан и изготовлен оптоэлектронный блок, воспроизводящий динамику синаптического контакта.



Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Разработан алгоритм оценки границ глиальных опухолей головного мозга при помощи нейрокогнитивной оптоэлектронной системы стимуляции и синхронизации нейронов мозга.



Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Завершается разработка методов для обеспечения работоспособности нейрокогнитивной оптоэлектронной системы:

- Метода сопряжения технических оптоэлектронных систем с живыми нейронами мозга.
- Метода применения нейрокогнитивной оптоэлектронной системы стимуляции и синхронизации нейронов мозга в оценке границ глиальных опухолей головного мозга.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Завершается разработка и изготовление экспериментального образца нейрокогнитивной оптоэлектронной системы стимуляции и синхронизации нейронов мозга.

Система будет включать в себя:

- Блок генерации нейроподобных колебаний;
- Оптоэлектронный блок, воспроизводящий динамику синаптического контакта, с оптоэлектронным преобразователем для электрической стимуляции возбудимых тканей;
- Опволоконные каналы для стимуляции фотосенсибилизатора, накапливающегося в глиальных опухолях головного мозга, и регистрации ответного свечения;
- Возможность подключения канала для регистрации электрической активности нейронов.

Состояние выполнения запланированных индикаторов

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Значение	
			запланировано	достигнуто
1	Число публикаций по результатам исследований и разработок в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus или в базе данных "Сеть науки" (WEB of Science), не менее	единиц	3	3
2	Число патентных заявок, поданных по результатам исследований и разработок, не менее	единиц	1	1
3	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей – участников проекта, не менее	процентов	42	76,9
4	Объем привлеченных внебюджетных средств	млн. руб.	6,54	6,54

Состояние выполнения запланированных показателей

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Значение	
			запланировано	достигнуто
1	Средний возраст исследователей – участников проекта, не более	лет	46	33,2
2	Количество мероприятий по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки, в которых приняла участие и представила результаты проекта организация - исполнитель проекта, не менее	единиц	2	3
3	Число диссертаций на соискание ученых степеней, защищенных по результатам исследований и разработок	единиц	0	0
4	Использование при выполнении исследований и разработок уникальных научных установок	единиц	0	0
5	Использование при выполнении исследований и разработок научного оборудования центров коллективного пользования научным оборудованием	единиц	0	0
6	Использование при выполнении исследований и разработок объектов зарубежной инфраструктуры сектора исследований и разработок	единиц	0	0

Спасибо за внимание!

Докладчик:

*Казанцев Виктор Борисович
Проректор по научной работе и
инновациям ННГУ им. Н.И. Лобачевского*