

**Министерство образования и науки Российской  
Федерации**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(Национальный исследовательский университет)»**

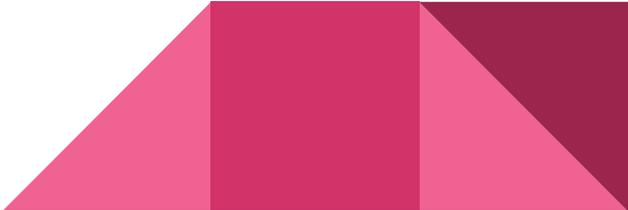
Программный и пользовательский интерфейсы для управления  
моделями нейроморфных вычислительных систем.

Выполнил:  
студент группы М80-210М-19  
Щербаков В.С.  
Научный руководитель:  
д.ф.-м.н., доцент, Абгарян К.К.

# Постановка задачи и цель работы

Цель - реализовать систему с Web-интерфейсом для взаимодействия пользователей с системой нейроморфного моделирования.

Постановка задачи:

- Проанализировать сценарии работы (отображение входных данных, запуск моделирования, визуализация результатов распознавания образов).
  - Спроектировать схему и реализовать взаимодействие с базой данных.
  - Реализовать программный интерфейс.
  - Реализовать современный Web-интерфейс для сценариев работы пользователей.
- 

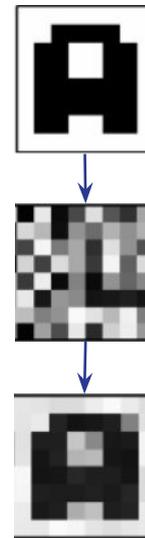
# Система нейроморфного моделирования

3

Система позволяет распознавать переданные шаблоны(изображения), используя нейросетевые алгоритмы, математические модели мемристоров и нейронов.

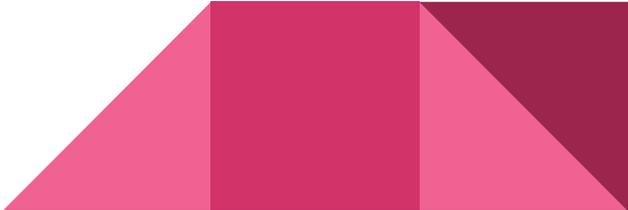
Работа с системой нейроморфного моделирования:

- На вход системе подаются: набор шаблонов для распознавания, количество эпох, параметры нейронной сети, номер модели мемристора и значения параметров модели.
- В результате работы возвращается набор временных срезов значений весов (состояний мемристоров) по эпохам.
- Промежуточные результаты распознавания протоколируются в стандартный поток вывода(stdout).



Морозов А. Ю., Ревизников Д. Л., Абгарян К. К. Вопросы реализации нейросетевых алгоритмов на мемристорных кроссбарах // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники, 2019. Т. 22. № 4

# Особенности и проблемы

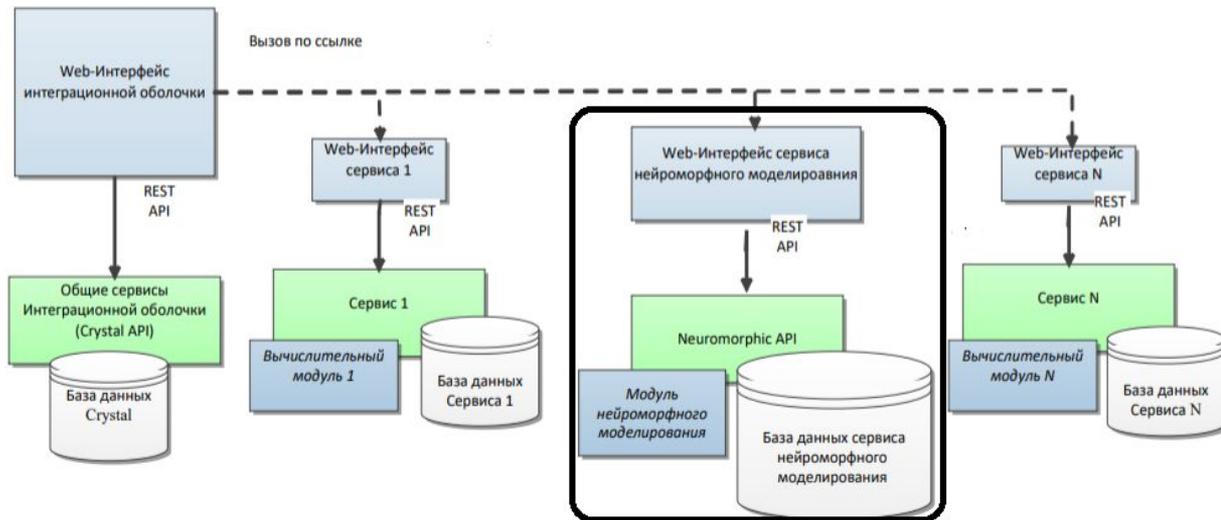
1. У существующей системы отсутствует интерфейс для пользователей, не знакомых с техническими деталями ее работы.
  2. Система не интегрирована в общий программный комплекс платформы многомасштабного моделирования.
  3. Отсутствует база данных для автоматического накопления данных по экспериментам.
  4. Упрощение использования распределенных вычислительных ресурсов для пользователей.
- 

# Анализ пользовательских сценариев

5



# Общая архитектура системы



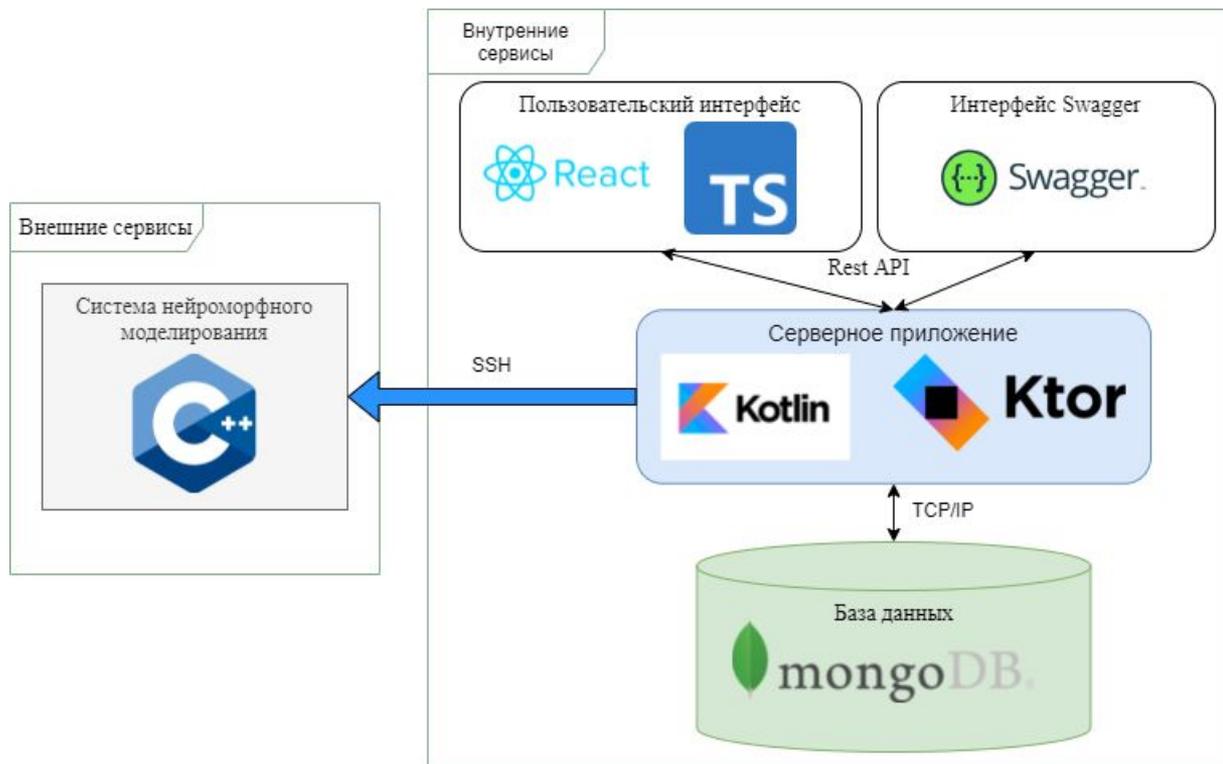
Web интерфейс интеграционной оболочки - приложение, в котором пользователь может выбрать необходимый ему модуль для выполнения расчетов/моделирования и перейти на нужную страницу.

Платформа многомасштабного моделирования, разрабатываемая отделом «Математическое моделирование гетерогенных систем» Вычислительного центра им А.А.Дородницына Федерального исследовательского центра "Информатика и управление" Российской академии наук.

# Принципы построения системы

- Микросервисная архитектура для серверного приложения - набор небольших, слабо связанных и легко изменяемых модулей — микросервисов.
  - REST (REpresentational State Transfer ) API в качестве интерфейса взаимодействия клиентского и серверного приложений. Расширение протокола HTTP, предполагает рассматривать приложения с точки зрения управления ресурсами.
  - Swagger интерфейс - возможность выполнять HTTP запросы по конечным точкам REST API без дополнительного ПО.
  - Подход SPA(single page application) для клиентского приложения. Позволяет строить более гибкие с точки зрения загрузки web приложения.
  - Использование документной базы данных. Позволяет минимизировать затраты на поддержку структуры данных.
- 

# Архитектура решения



- Внешний сервис - существующий сервис для нейросетевого моделирования, развернутый на кластере
- Внутренние сервисы - решение, реализованное в рамках текущей работы

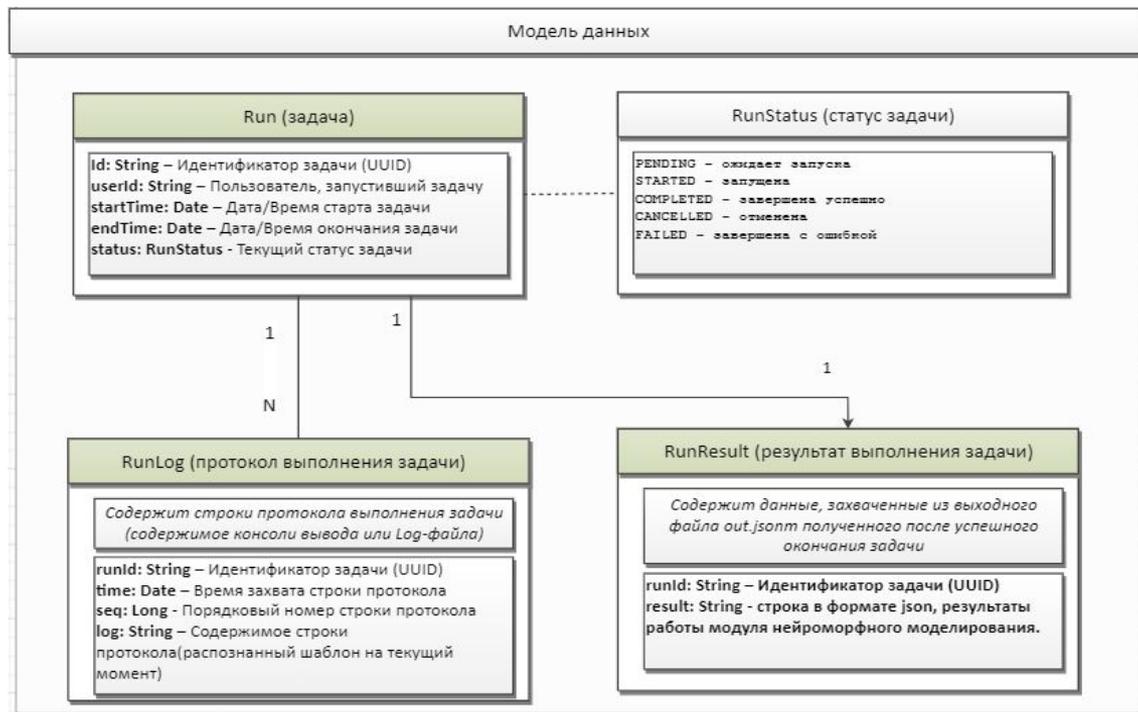
# Структура серверного приложения



- Модуль взаимодействия с системой нейроморфного моделирования - компонент для взаимодействия с системой нейроморфного моделирования посредством протокола ssh.
- Ядро серверного приложения - отвечает за взаимодействие с слоем доступа к базе данных, клиентом системы моделирования.
- Слой доступа к базе данных - взаимодействие с базой данных MongoDB
- REST API интерфейс - конечные точки REST API для взаимодействия с пользователем через пользовательский интерфейс или swagger.

# Схема базы данных

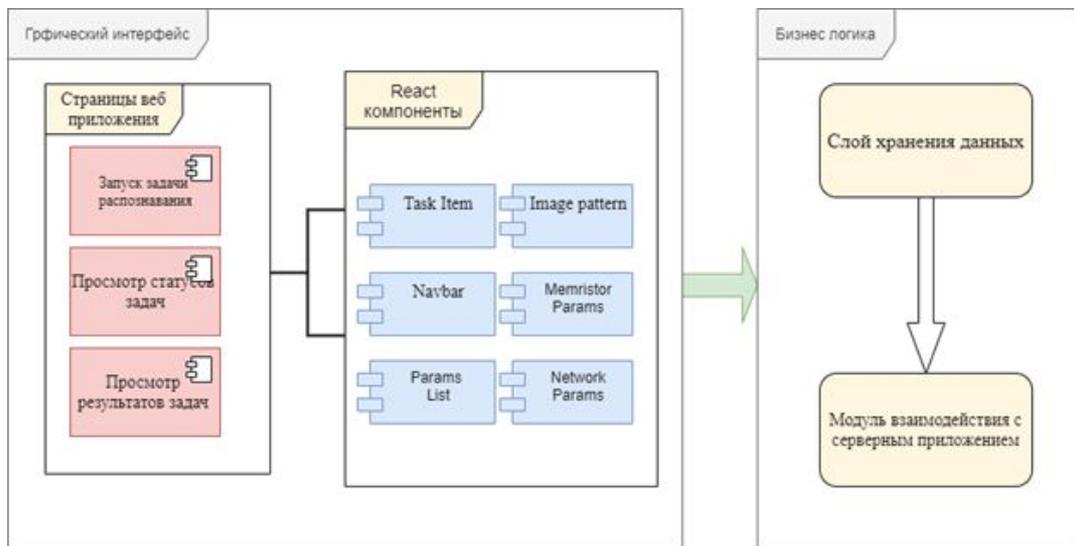
10



- Run(задача) - данные по запущенным задачам.
- RunLog(протокол выполнения задачи) - промежуточные результаты распознавания
- RunResult(результат выполнения задачи) - значения весов(состояний мемристоров) по эпохам.

# Структура пользовательского интерфейса

11



React components - компоненты, реализованные с помощью библиотеки React:

- Task Item- информация о задаче
- Image Pattern – компонент, отвечающий за отрисовку шаблонов распознавания, а также результатов распознавания, используется на страницах Run task, Tasks results. Реализован с использованием встроенного в язык java script Canvas API.
- Memristor Params - динамический список параметров математической модели мемристора
- Network Params - динамический список параметров нейросети

# Интерфейс Swagger

12

## API: Neuromorphic Module 1.0.0 OAS3

/api?schema

API Системы нейроморфного моделирования

Servers

/api

### Выполнение

GET /run/{id}/result Получение результата расчета

GET /run/{id}/log Получение журнала расчета

GET /example Пример данных для запуска расчета

POST /run Запуск расчета

GET /run Информация обо всех расчетах

GET /run/{id}/result/{filename} Скачивание файла с результатом расчета

GET /run/{id} Информация о расчете

DELETE /run/{id} Принудительный останов расчета

Основные конечные точки Rest API:

- POST /run - запуск процесса распознавания
- GET /run - запрос статусов по всем задачам
- GET /run/{id} - запрос статуса задачи по идентификатору
- GET /run/{id}/result - запрос результата задачи по идентификатору
- DELETE /run/{id}/ - принудительное завершение задачи с переданным идентификатором

# Пример работы пользовательского интерфейса

13

## Модуль нейроморфного моделирования

Название модели мемристора  
Lehtonen-Laiho memristor model

Описание модели мемристора  
[The Lehtonen-Laiho model in combination with the modified Biolek window function DOI:10.3390/electronics8040383 eq. \(11\)](#)

Параметры модели мемристора

x0	0.4
v_th	0.8
alfa	1.8
beta	0.00009
gamma	0.15
X	0.00015

+

Описание модели нейросети  
RC-neuron

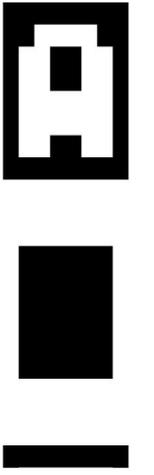
Количество эпох  
30000

Параметры модели нейросети

tau_s	0.002
tau_r	0.01
tau_out	0.005
v_th	0.003
vp_te	1.5
vn_te	-1.6

+

Шаблоны для распознавания



+

Загрузить параметры из файла | Сохранить параметры в файл | ▶ Запустить задачу

## Модуль нейроморфного моделирования

Выполненные задачи | Номер эпохи: 6000

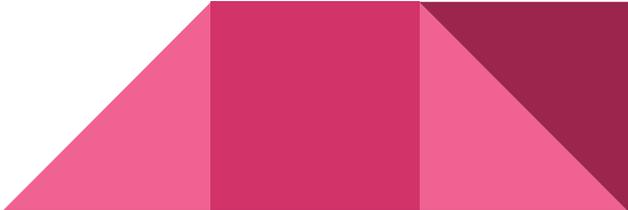
1 04.04.2021 Running  
1 04.04.2021 Running  
1 04.04.2021 Running

Результаты распознавания



# Выводы и результаты работы

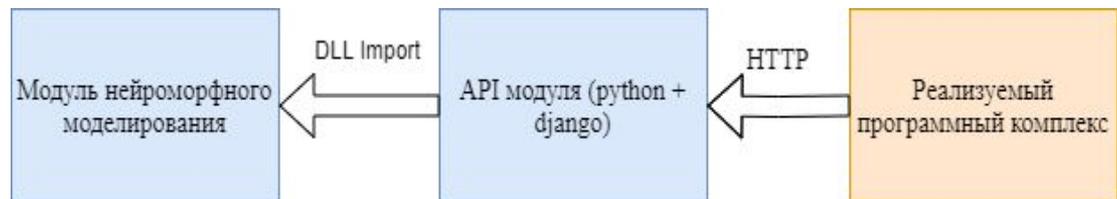
При выполнении работы над реализацией сервиса нейроморфного моделирования были выполнены следующие задачи:

- Изучены принципы работы системы нейроморфного моделирования
  - Проанализирован спектр технологии для реализаций сервисов с графическим web интерфейсом
  - Выбраны технологии реализации сервиса
  - Спроектирована его архитектура
  - Реализован программный и пользовательский интерфейсы
  - Результаты работы опубликованы в виде тезисов[4] на конференции XLVII Международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения»
  - Реализованное приложение развернуто на кластере и готово к использованию
- 

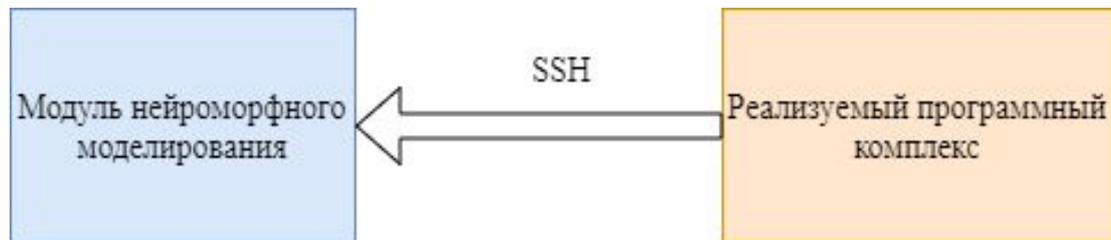
# Список литературы

1. Морозов А. Ю., Ревизников Д. Л., Абгарян К. К. Вопросы реализации нейросетевых алгоритмов на мемристорных кроссбарах // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники, 2019. Т. 22. № 4
2. Морозов А.Ю., Абгарян К.К., Ревизников Д.Л. Математическое моделирование самообучающейся нейроморфной сети, основанной на наноразмерных мемристивных элементах с 1T1R-кроссбар-архитектурой // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2020;23(3):186-195.
3. Абгарян К.К, Гаврилов Е.С. «Интеграционная платформа для многомасштабного моделирования нейроморфных систем», «Информатика и ее применения», том 14, выпуск 2, 2020 г. Стр. 104-110.
4. Щербаков С.С. Разработка программного и пользовательского интерфейсов для управления моделями нейроморфных вычислительных систем // Гагаринские чтения - 2021: XLV Международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2019. - С. 476-477.
5. Fowler, M., and P. J. Sadalage. 2012. NoSQL distilled: A brief guide to the emerging world of polyglot persistence. Addison-Wesley Professional. 190 p.
6. Newman, S. 2015. Building microservices. Sebastopol, CA: O'Reilly Media. 282 стр.
7. Jemerov, D., Isakova, S. Kotlin in Action. Manning, 2017 г., 360 стр.

# Варианты интеграции с системой нейроморфного моделирования 16



Взаимодействие по протоколу HTTP и использованием приложения посредника, использующего систему, как DLL библиотеку



Взаимодействие по протоколу SSH непосредственно с системой нейроморфного моделирования