



Институт № 8 «Информационные технологии и прикладная математика» Кафедра 810Б
Направление подготовки 02.04.02 ФИИТ Группа М8О-210М-19
Квалификация (степень) магистр


**РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА
(МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ)**

На тему: Программный и пользовательский интерфейсы для управления моделями нейроморфных
вычислительных систем

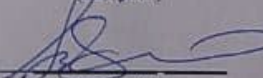
Автор диссертации Щербаков Василий Сергеевич
(Фамилия, имя, отчество)


(подпись)

Научный руководитель Абгарян Каринэ Карленовна
(Фамилия, имя, отчество)



(подпись)

Рецензент Харченко Вячеслав Александрович
(Фамилия, имя, отчество)


(подпись)

К защите допустить

Зав. кафедрой 810Б Абгарян Каринэ Карленовна
(№ каф.) (фамилия, имя, отчество полностью)


(подпись)

“ 24 ” мая 2021г.

Постановка задачи и цель работы

2

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

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



Handwritten signature or mark.

Анализ пользовательских сценариев

4



[Handwritten signatures and marks]

Особенности и проблемы

5

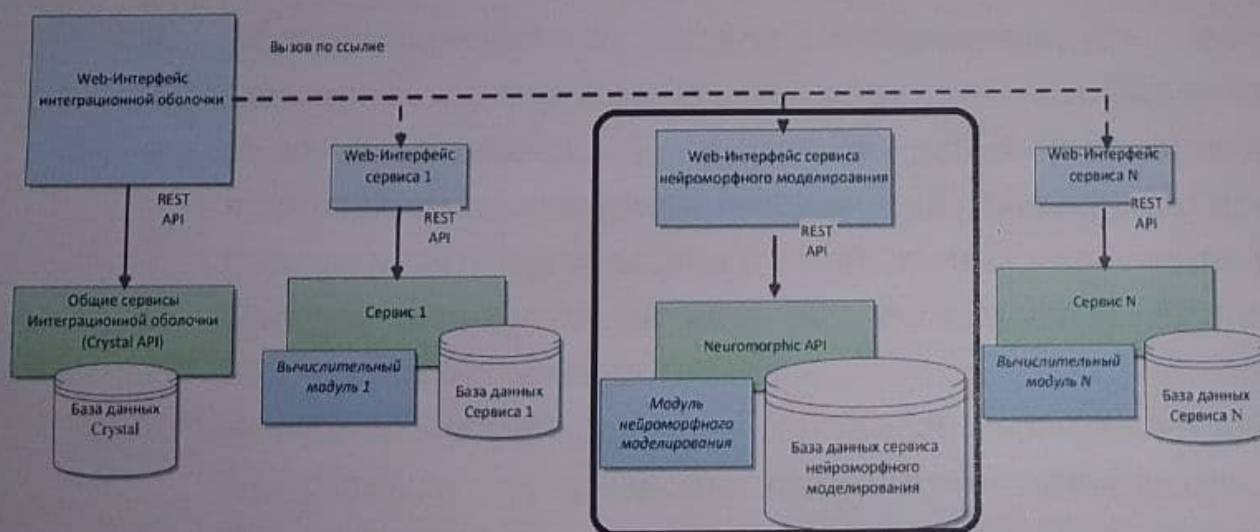
1. У существующей системы отсутствует интерфейс для пользователей, не знакомых с техническими деталями ее работы.
2. Система не интегрирована в общий программный комплекс платформы многомасштабного моделирования.
3. Не существует подходящих аналогов, использующих математические модели мемристоров для распознавания изображений.



Handwritten signature or initials in blue ink.

Handwritten mark or signature in blue ink.

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.

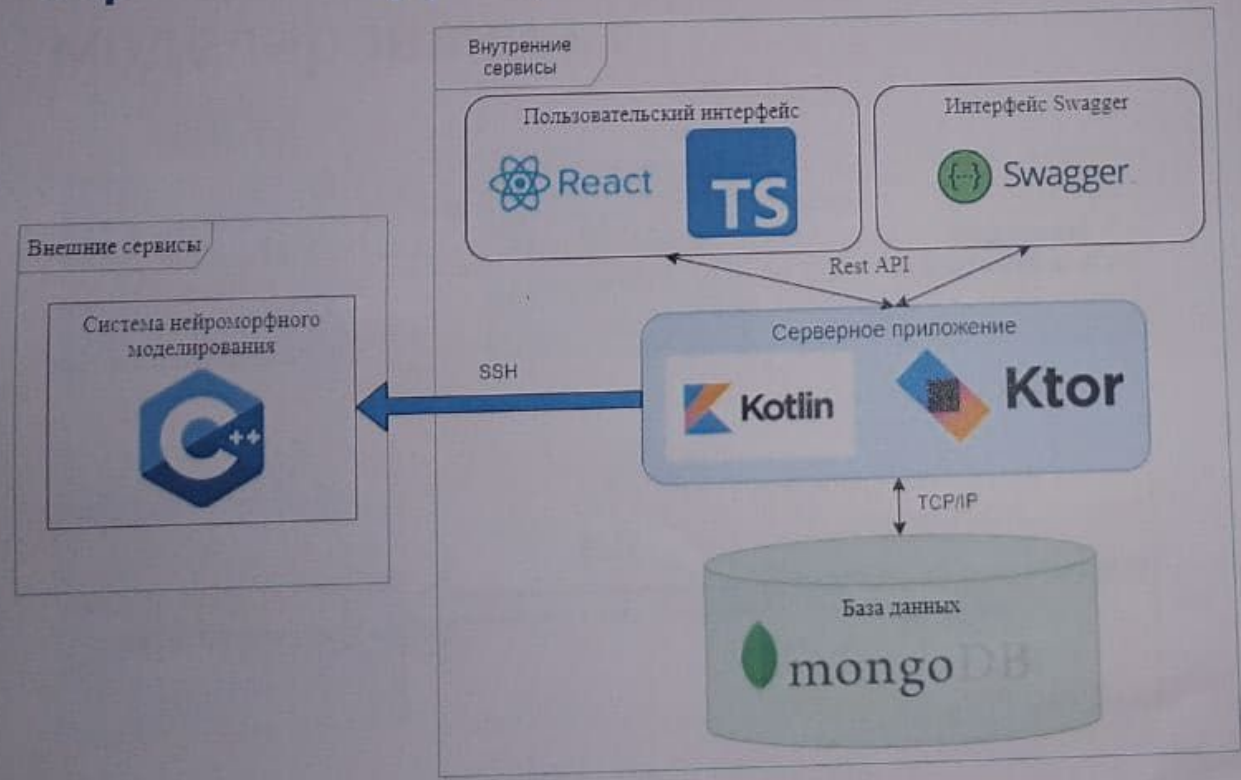
Принципы построения системы

7

- 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



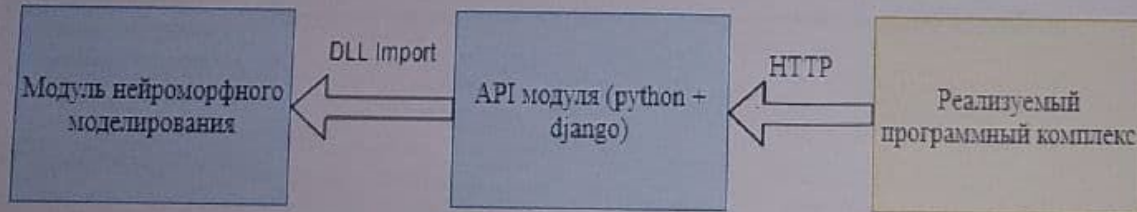
- Внешний сервис - существующий сервис для нейросетевого моделирования, развернутый на кластере
- Внутренние сервисы - решение, реализованное в рамках текущей работы



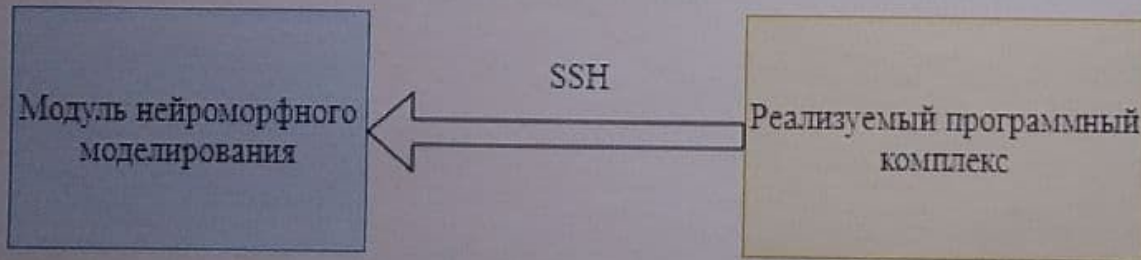
Handwritten signature

Handwritten mark

Интеграция с системой нейроморфного моделирования



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



Взаимодействие по протоколу SSH непосредственно с системой нейроморфного моделирования

[Handwritten signatures]

Структура серверного приложения

10



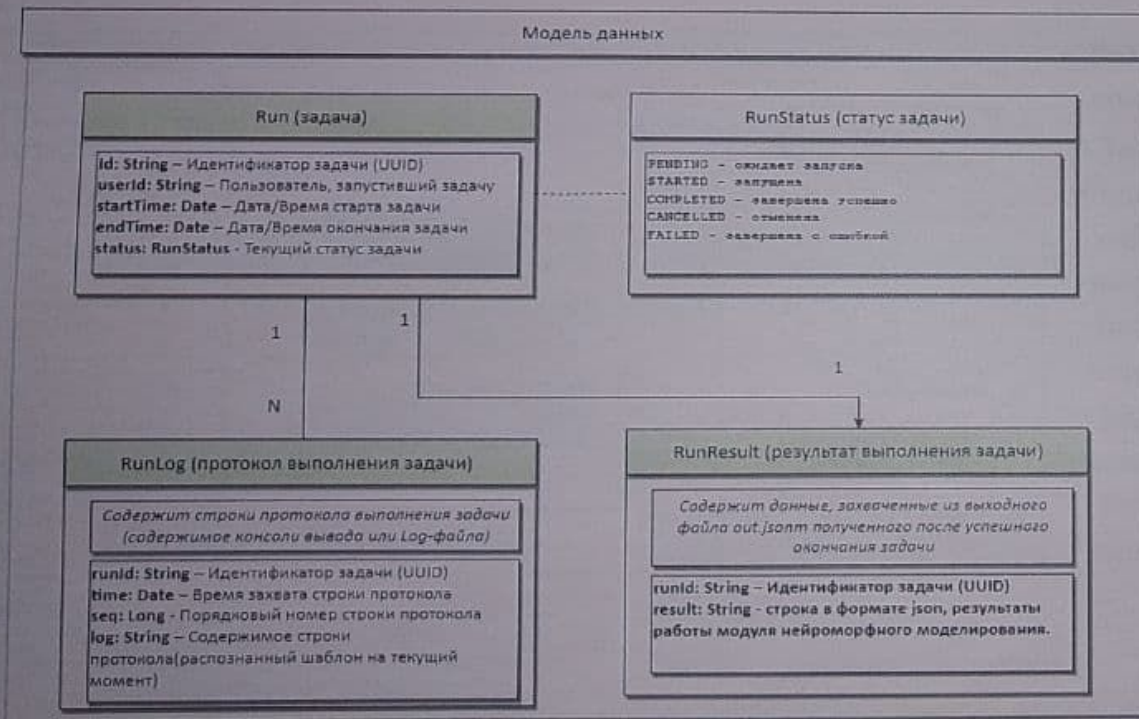
- Модуль взаимодействия с системой нейроморфного моделирования - компонент для взаимодействия с системой нейроморфного моделирования посредством протокола ssh.
- Ядро серверного приложения - отвечает за взаимодействие с слоем доступа к базе данных, клиентом системы моделирования.
- Слой доступа к базе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

AS

S

Схема базы данных

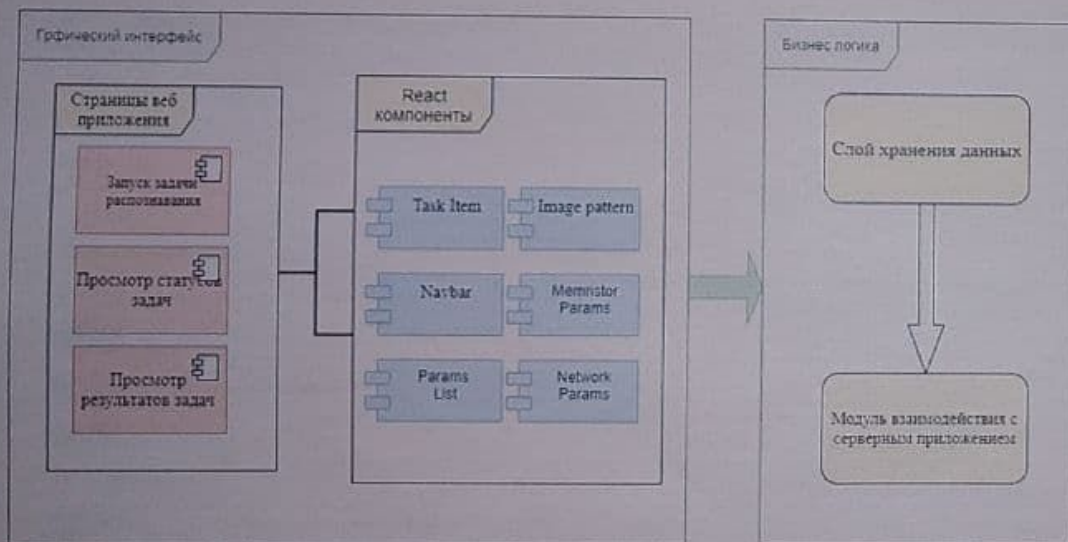
11



- 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

12



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

Handwritten signature

Handwritten signature

Интерфейс Swagger

API: Neuromorphic Module 1.0.0 OAuth2

url: /api

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

Handwritten signature

Handwritten signature

Пример работы пользовательского интерфейса

14

Модуль нейроморфного моделирования

Название модели мемристора

Описание модели мемристора

The Lintones-Laiho model in combination with the modified Bialek window function DOI:10.3390/electronics9040382 eq. (11)

Параметры модели мемристора

τ_0	0.4
τ_{off}	0.8
μ_{off}	1.8
β_{off}	0.0001
β_{on}	0.15
κ	0.0015

+

Загрузить параметры из файла

Описание модели нейросети

RC-neuron

Количество эпох

30,00


Параметры модели нейросети

w_{11}	0.001
w_{12}	0.01
w_{21}	0.001
w_{22}	1.5
w_{31}	-1.8

+

Сохранить параметры в файл

Шаблоны для распознавания



+

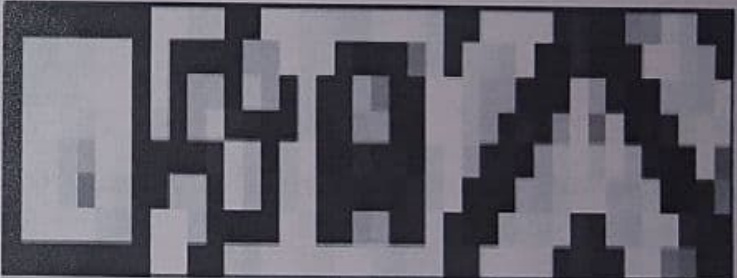
Модуль нейроморфного моделирования

Выполненные задачи

Номер эпохи:

1	04.04.2021	Running
1	04.04.2021	Running
1	04.04.2021	Running

Результаты распознавания



Выводы и результаты работы

15

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

16

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.

