

Облачный ресурс MathBrain для анализа данных энцефалографии

Оплачко Е.С., Рыкунов С.Д., Устинин М.Н.

ИМПБ РАН, Пущино

Основные задачи ресурса

- Обработка экспериментальных данных энцефалографии
- Предоставление пользователю инструмента для построения преобразования Фурье и восстановления временных рядов по заранее рассчитанному спектру

- **FieldTrip**

Весь функционал полностью написан в среде Matlab

- **ELAN**

Написан на C под Linux подобные системы

- **Brainstorm**

Функциональная часть разработана в среде Matlab, интерфейс на Java, что позволяет не зависеть от операционной системы

- **OpenMEGG**

Разработан на C++ с использованием компонентов для Linux, Windows, iOS

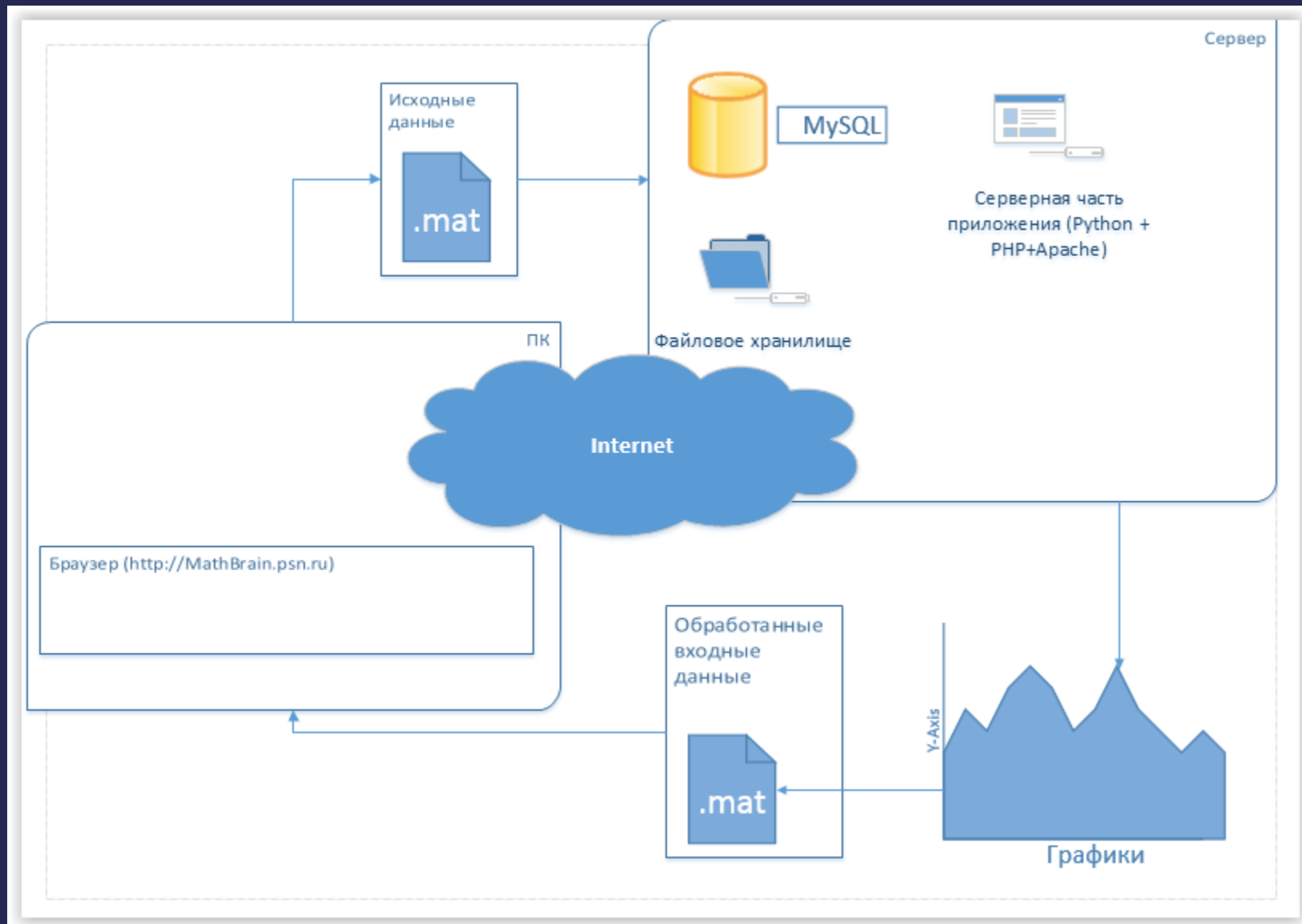
- **HADES**

Весь функционал полностью написан в среде Matlab

- **EEGLAB**

Кроссплатформенное приложение, использующее Matlab и Python

Архитектура приложения



Реализация ресурса:

- Языки программирования
 - **Python** имеет большую библиотеку расширений для различных математических вычислений и работы с `.mat` файлами
 - **PHP** кроссплатформенный, обладает обширным набором функций, удобных для разработки веб-приложений
 - **Javascript** используется для работы на стороне клиента
- Библиотеки
 - **NumPy** позволяет обрабатывать большие массивы и матрицы чисел
 - **SciPy** расширяет коллекции вычислительных алгоритмов
 - **Numexpr** используется для оптимизации работы Python
 - **Matplotlib** используется для визуализации данных
 - **FFTW3** используется для реализации преобразования Фурье
 - **pyFFTW**

Реализация ресурса:

- **Трехзвенная архитектура**

Клиент – Сервер приложений – База данных

- Балансировка нагрузки
- Увеличение скорости работы
- Простота обновления

- **Тонкий клиент позволяет использовать программное обеспечение с любой операционной системы**

- **Задуманная реализация «облака» позволяет не ограничиваться аппаратными ресурсами локального компьютера**

Реализация облачного ресурса подразумевает

Универсальный доступ по сети, услуги доступны потребителям по сети;

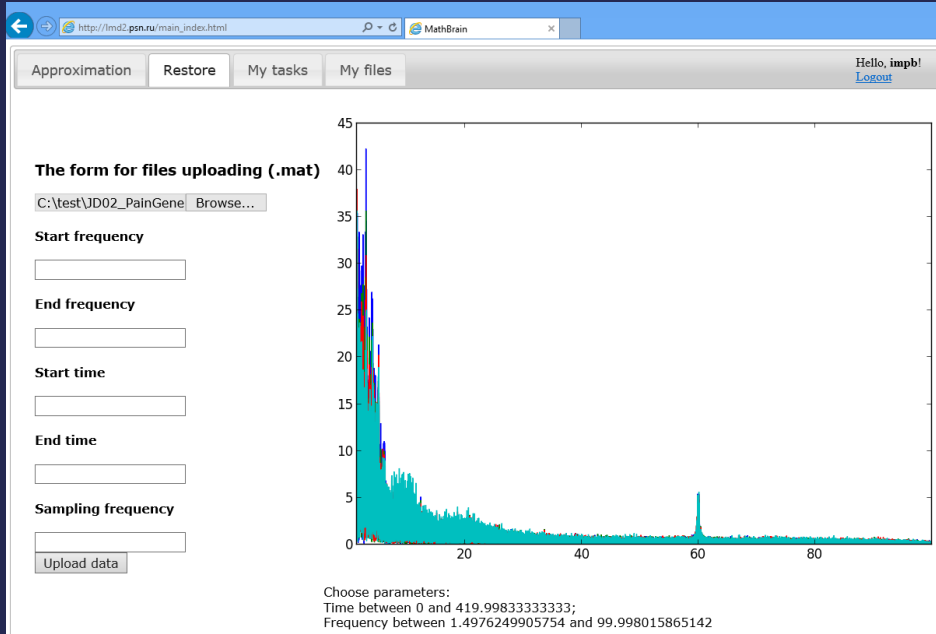
Объединение ресурсов (англ. resource pooling), ресурсы для обслуживания большого числа потребителей объединяются в единый пул для динамического перераспределения мощностей между потребителями;

Эластичность, услуги могут быть предоставлены, расширены, сужены в любой момент времени, как правило, в автоматическом режиме;

Учёт потребления (или «мониторинг»);

Самообслуживание по требованию (для инфраструктуры).

Пользовательский интерфейс

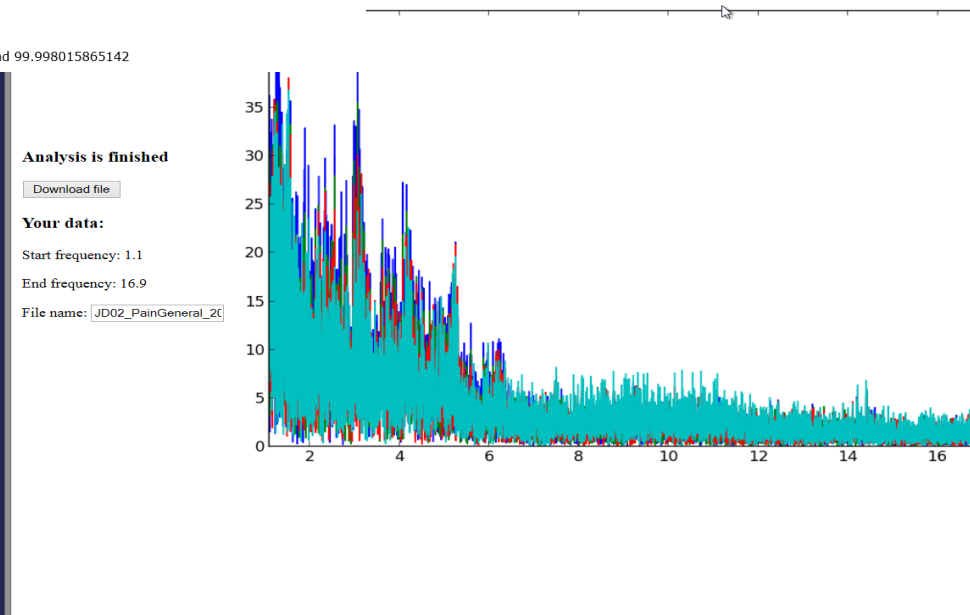


The screenshot shows the MathBrain web interface. At the top, there are navigation tabs: "Approximation", "Restore", "My tasks", and "My files". A user greeting "Hello, impb!" and a "Logout" link are visible in the top right. The main content area is titled "The form for files uploading (.mat)". It includes a file input field with the path "C:\test\JD02_PainGene" and a "Browse..." button. Below this are four input fields for "Start frequency", "End frequency", "Start time", and "End time", followed by a "Sampling frequency" input field and an "Upload data" button. To the right of the form is a spectral plot with a y-axis from 0 to 45 and an x-axis from 0 to 80. The plot shows a noisy signal with a prominent peak at approximately x=60.

Choose parameters:
Time between 0 and 419.998333333333;
Frequency between 1.4976249905754 and 99.998015865142



This screenshot shows a browser window with a URL: "530891c6e0f3b.mat&NUmin=1.1&NUMax=16.9&Userfilename=JD02_PainGe". The browser's address bar also shows "Google".



The screenshot shows the "Analysis is finished" section of the MathBrain interface. It includes a "Download file" button and the following data summary:

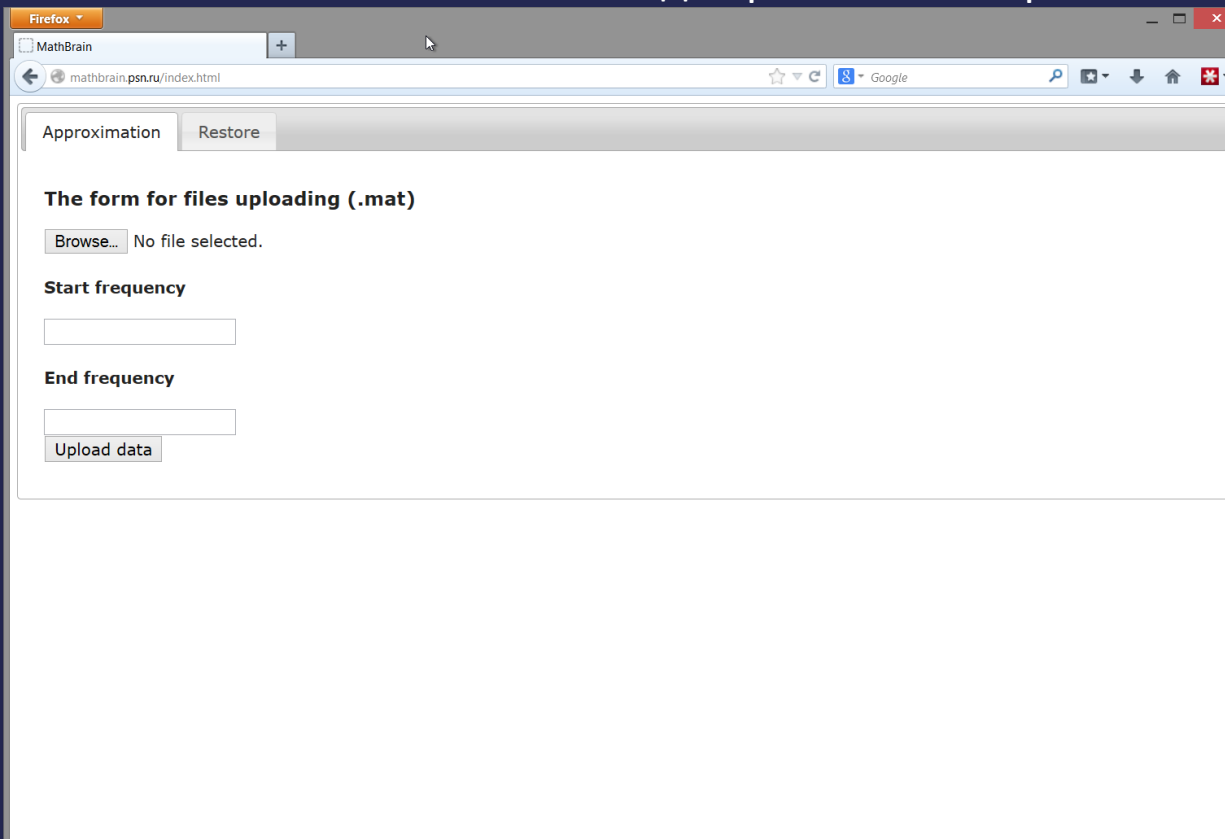
Your data:
Start frequency: 1.1
End frequency: 16.9
File name: JD02_PainGeneral_2C

To the right of the text is a zoomed-in spectral plot with a y-axis from 0 to 35 and an x-axis from 0 to 16. The plot shows a noisy signal with a peak at approximately x=2.

Примеры использования

Расчет спектра

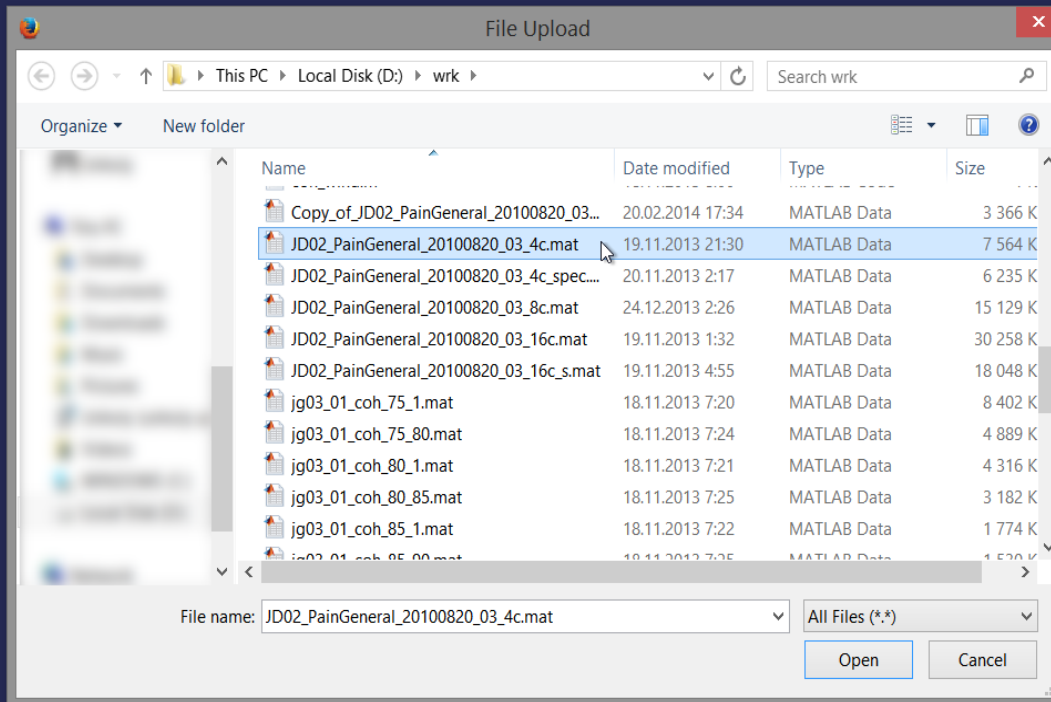
На сайте mathbrain.psn.ru выбрать вкладку Approximation и в поля Start frequency и End Frequency ввести минимальное и максимальное значения частот для расчета спектра.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying `mathbrain.psn.ru/index.html`. The page content includes a navigation bar with two tabs: "Approximation" (selected) and "Restore". Below the tabs, there is a section titled "The form for files uploading (.mat)" containing a "Browse..." button and the text "No file selected.". Underneath, there are two input fields: "Start frequency" and "End frequency". At the bottom of this section is an "Upload data" button.

Примеры использования

По нажатию на кнопку Browse, в открывшемся диалоговом окне необходимо выбрать mat-файл с данными МЭГ

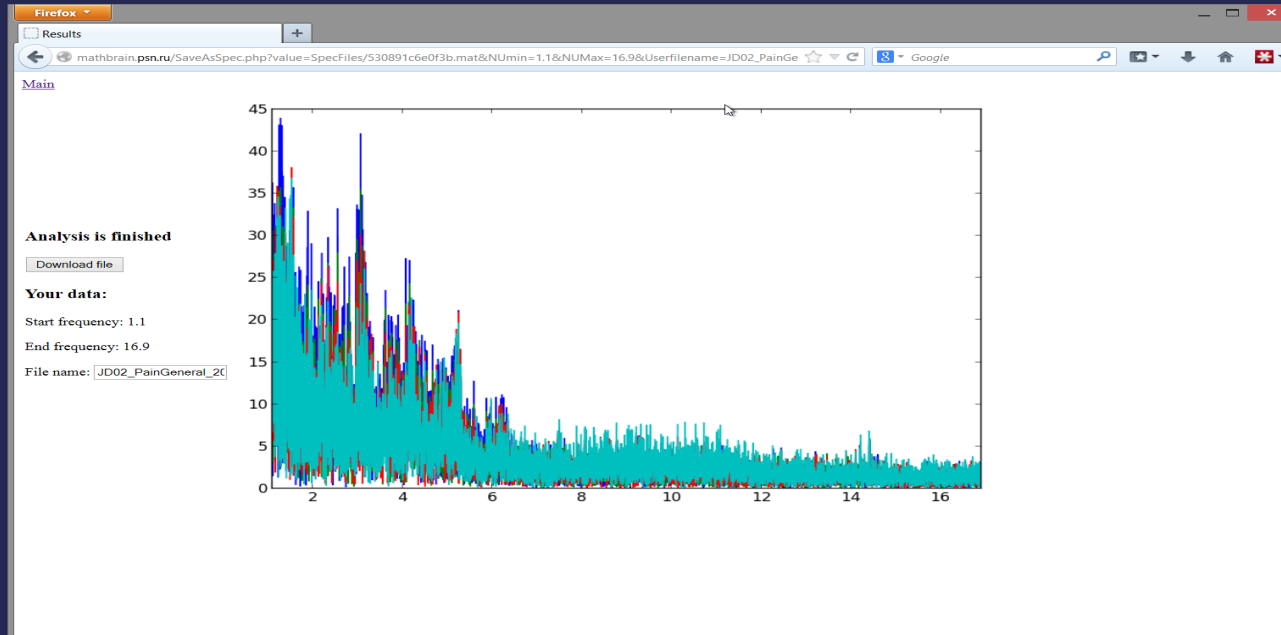


Файл с входными данными содержит массив значений магнитного поля meg размерности $N \times K$, где N – число точек по времени, K – число каналов и переменную $sfreq$ – частоту регистрации.

Примеры использования

При нажатии на кнопку Upload data производится загрузка данных на сервер и запускается процесс аппроксимации. Длительность этого процесса зависит от объема данных и выбранных параметров.

По завершению процесса аппроксимации откроется страница с результатами расчета. На ней представлен полученный спектр и параметры аппроксимации.



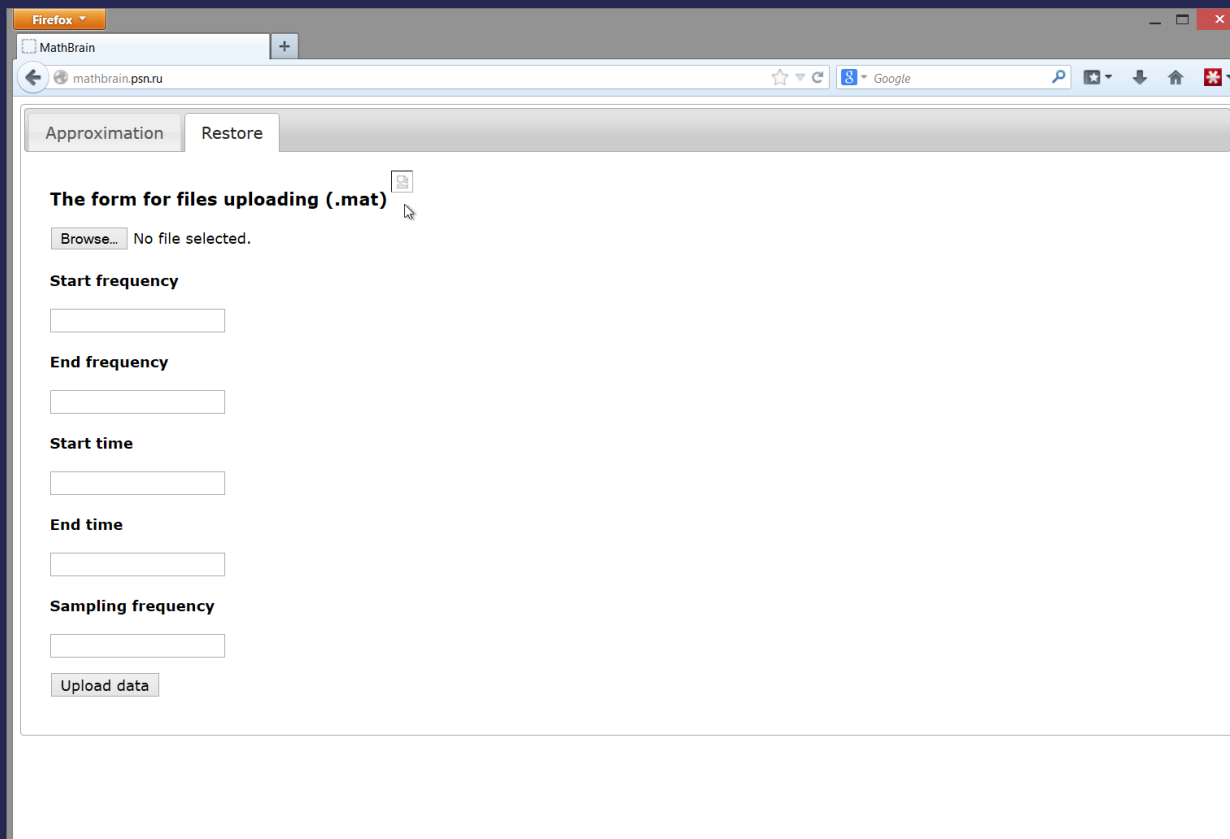
Примеры использования

Файл с результатами аппроксимации содержит массивы $a(M \times K)$, $b(M \times K)$ коэффициентов разложения Фурье, где M – количество частот в разложении, K – число каналов, массив $nu(M \times 1)$ со значениями частот, массив $t(N \times 1)$ со значениями временной сетки разложения (N – число точек по времени в исходных данных), массив амплитуд $abs(N \times K)$ и столбец $a_0(1 \times K)$ постоянных коэффициентов ряда Фурье.

Примеры использования

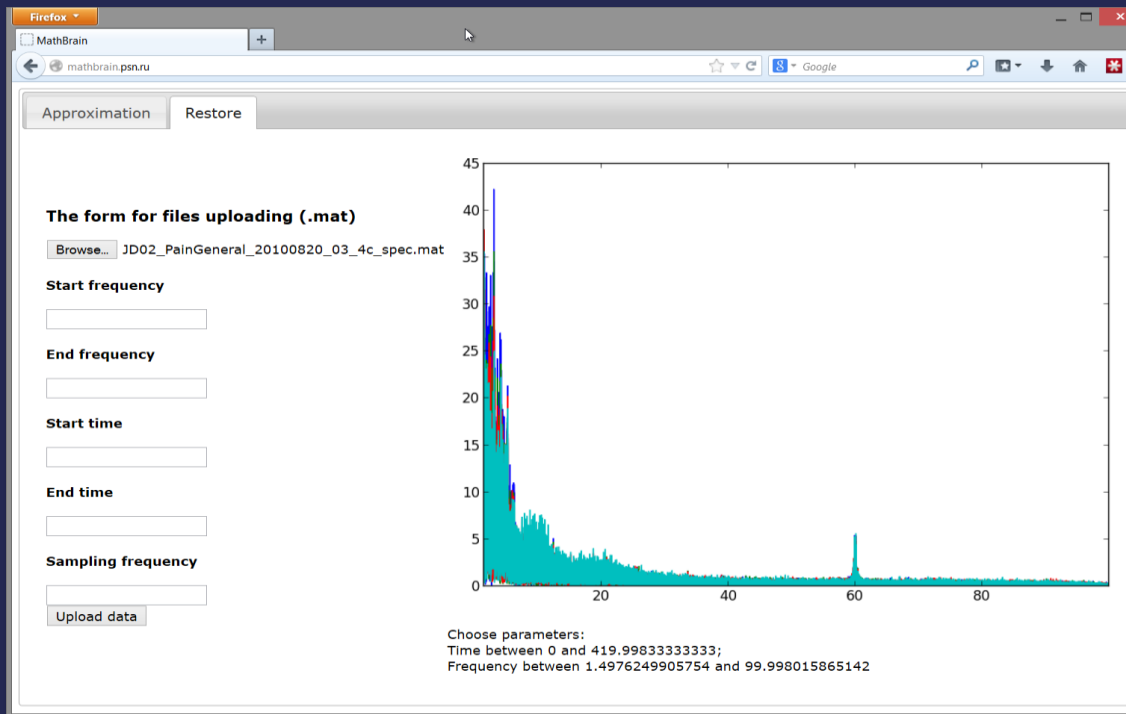
Восстановление данных МЭГ по ранее рассчитанному спектру.

На сайте mathbrain.psn.ru необходимо выбрать вкладку Restore



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying mathbrain.psn.ru. The page has two tabs: 'Approximation' and 'Restore', with 'Restore' being the active tab. Below the tabs is a section titled 'The form for files uploading (.mat)' with a file upload icon. Under this title, there is a 'Browse...' button and the text 'No file selected.'. Below this are five input fields, each with a label: 'Start frequency', 'End frequency', 'Start time', 'End time', and 'Sampling frequency'. At the bottom of the form is an 'Upload data' button.

Примеры использования



В поля Start frequency и End frequency ввести нижнюю и верхнюю границу полосы частот, на которой будет производиться восстановление.

В поля Start time и End time ввести границы временного интервала, на котором будет производиться восстановление.

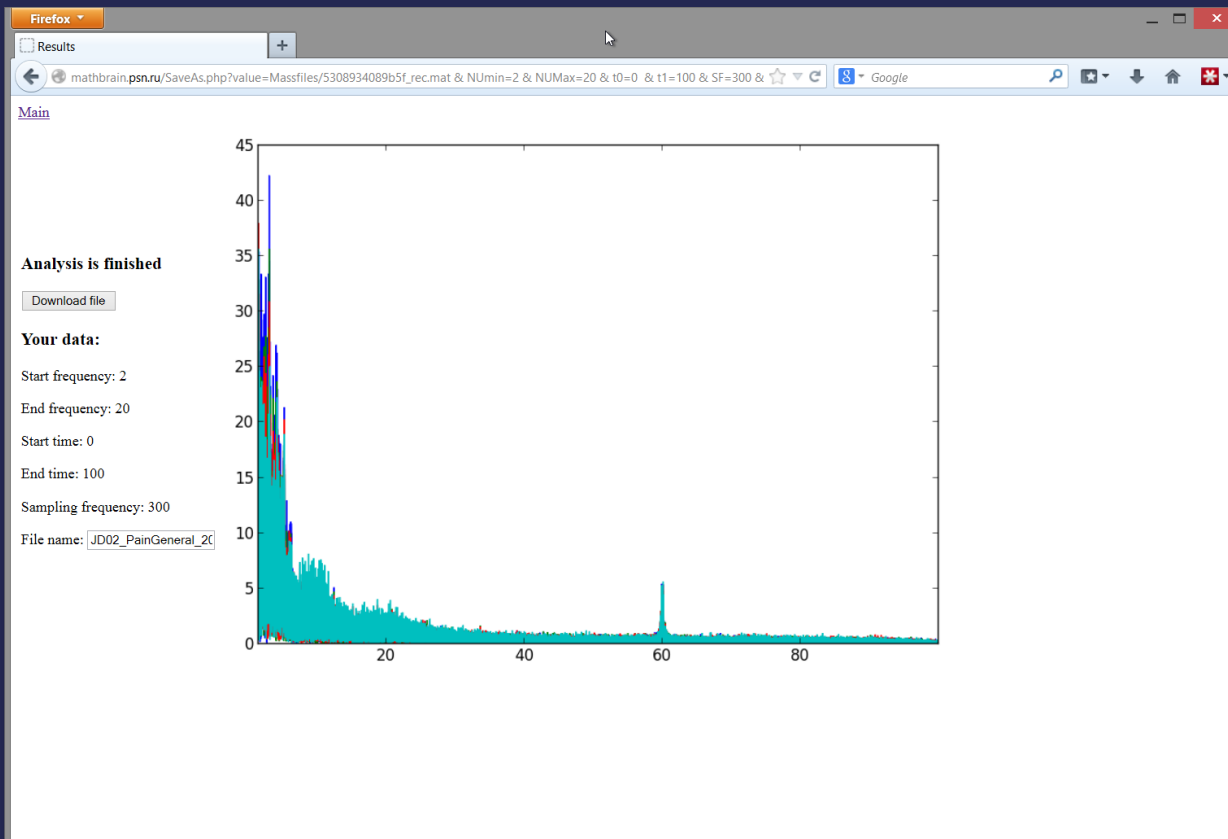
В поле Sampling frequency ввести значение частоты регистрации для восстанавливаемых данных МЭГ.

Нажать кнопку Upload data для запуска процесса восстановления. По завершению процесса восстановления откроется страница с результатами.

Примеры использования

Для того, чтобы сохранить результаты на свой компьютер необходимо нажать кнопку Download file.

Выходной файл содержит массив значений магнитного поля `megc_rest` размерности $L \times K$, где L – новое число точек по времени, K – число каналов, массив `t_rest(Lx1)` со значениями новой временной сетки, на которой производилось восстановление, и переменную `sfreq` – новую частоту регистрации.



Результаты

Реализован программный ресурс,
обладающий функционалом

- построения разложения в ряды Фурье полных спектров
- восстановления временных рядов по заранее рассчитанному спектру

Технические характеристики

- платформонезависимая реализация
- трехзвенная архитектура
- архитектура «облака»

Планы развития

Технические характеристики

- Дорабатывать «облако», добавлять функции масштабируемости и эластичности;
- Работа с визуализацией – интерактивные графики;
- Механизм сохранения истории работы пользователя;

Вычислительные возможности

- Тонкая подстройка частоты для преобразования Фурье;
- Анализ спектров скользящим окном;
- Представление спектра в виде функциональной томограммы.