

# **ОБЛАЧНЫЙ СЕРВИС ОБРАБОТКИ ДАННЫХ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ И РАДИОПРОСВЕЧИВАНИЯ СИГНАЛОВ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ**

**КНЦ СО РАН**

**Малимонов М.И, Макаров Д.С, Харламов Д.В**

# 01 О проекте

- 1) Из чего (Инструменты и библиотеки)
- 2) Для чего (А зачем? А оно нам надо?)

# Клиентская часть



Vue.js



Vuex



Vue-router



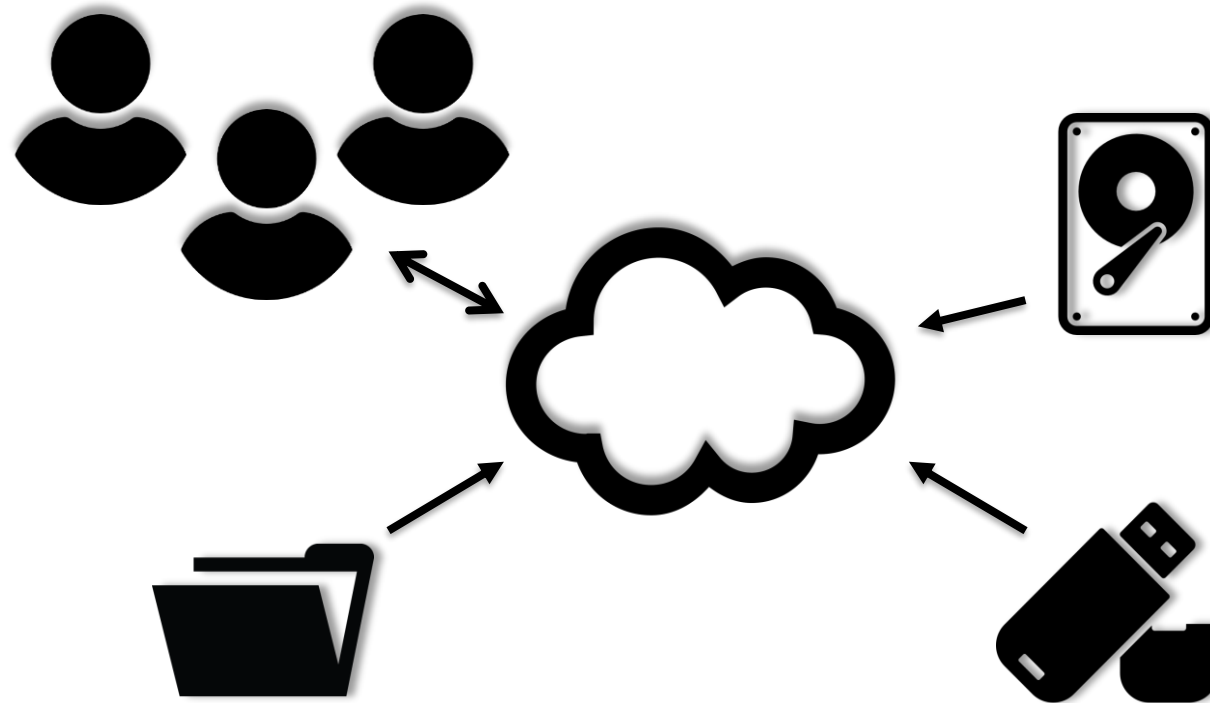
Prime vue

# Серверная часть



# Для чего

1) Хранить данные в одном месте



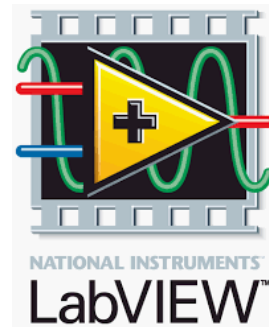
# Для чего

## 2) Поиск, сортировка и фильтрация

Дата ↑↓	Название ↑↓	Тип съемки ↑↓	Тип объекта ↑↓	Приемник ↑↓	В
	<input type="text" value="Поиск по имени"/>	<input type="text" value="Тип съемки"/> ▼	<input type="text" value="Тип объекта"/> ▼	<input type="text" value="Приемник"/> ▼	
05.04.2023	05.04.2023 - Дел (h = 1.58м)	Рефлектометрия	Дел	НСРП-04	1

# Для чего

## 3) Обработка




**02**


**Система**



## Облачный сервис обработки рефлектометрии

### Форма входа

 Введите логин/почту

 Введите пароль

Войти

Дата ↑↓	Название ↑↓	Тип съемки ↑↓	Тип объекта ↑↓	Приемник ↑↓	Время сеанса ↑↓	Координаты антенны ↑↓	Добавил ↑↓	+
	<input type="text" value="Поиск по имени"/>	<input type="text" value="Тип съемки"/>	<input type="text" value="Тип объекта"/>	<input type="text" value="Приемник"/>			<input type="text" value="Поиск по пользователю"/>	
05.04.2023	05.04.2023 - Лёд (h = 1,58м)	Рефлектометрия	Лед	НСРП-04	1:52:32	56.06319645232607 92.72874672898327	admin	<a href="#">Открыть</a>
05.04.2023	05.04.2023 - Лед. (h = 3,13м)	Рефлектометрия	Лед	НСРП-04	1:27:42	56.06327651156337 92.72737598253585	admin	<a href="#">Открыть</a>
07.12.2022	07.12.2022 - Лёд (h = 3,18м)	Рефлектометрия	Лед	НСРП-04	2:7:10	56.06339652948426 92.72714235051066	admin	<a href="#">Открыть</a>
09.06.2022	09.06.2022 - Роща Ваганова (h=0,3), березы	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	2:25:13	55.99774540314972 92.77219919057768	Харламов	<a href="#">Открыть</a>
09.06.2022	09.06.2022 - Роща Ваганова (h=0,3), сосны	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	2:14:34	55.9977588116793 92.77239920995167	Харламов	<a href="#">Открыть</a>
15.03.2023	15.03.2023 - Лед. (h = 1,58м)	Рефлектометрия	Лед	НСРП-04	1:28:30	56.063537694199304 92.72680206461452	admin	<a href="#">Открыть</a>
15.03.2023	15.03.2023 - Лед. (h = 2,36м)	Рефлектометрия	Лед	НСРП-04	1:24:45	56.06347118674333 92.72722635609841	admin	<a href="#">Открыть</a>
20.04.2023	20.04.2023 - Роща Ваганова (h=0,3), березы	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	1:27:17	55.99776325983983 92.77241637516335	Харламов	<a href="#">Открыть</a>
20.04.2023	20.04.2023 - Роща Ваганова (h=0,3), сосны	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	1:23:19	55.99776063896708 92.77206581248512	Харламов	<a href="#">Открыть</a>
21.04.2023	21.04.2023 - Лёд (h = 1,58)	Рефлектометрия	Лед	НСРП-04	1:35:29	56.06325220203266 92.72754030614098	admin	<a href="#">Открыть</a>
21.04.2023	21.04.2023 - Лёд (h = 3,13)	Рефлектометрия	Лед	НСРП-04	1:17:45	56.06316181778893 92.72751660074861	admin	<a href="#">Открыть</a>
22.12.2022	22.12.22 - Лед (h = 3,18м)	Рефлектометрия	Лед	НСРП-04	2:37:15	56.0634632918953 92.72707437759905	admin	<a href="#">Открыть</a>
27.10.2022	27.10.2022 - Роща Ваганова (h=0,3), березы	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	2:9:43	55.997558314112425 92.77247950953054	Харламов	<a href="#">Открыть</a>
27.10.2022	27.10.2022 - Роща Ваганова (h=0,3), сосны	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	1:50:24	55.99768050684674 92.772097130803	Харламов	<a href="#">Открыть</a>

Дата ↑↓	Название ↑↓	Тип съемки ↑↓	Тип объекта ↑↓	Приемник ↑↓	Время сеанса ↑↓	Координаты антенны ↑↓	Добавил ↑↓	+
	<input type="text" value="Поиск по имени"/>	<input type="text" value="Тип съемки"/>	<input type="text" value="Лес"/>	<input type="text" value="Приемник"/>			<input type="text" value="Поиск по пользователю"/>	
09.06.2022	09.06.2022 - Роща Ваганова (h=0,3), березы	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	2:25:13	55.99774540314972 92.77219919057768	Харламов	Открыть
09.06.2022	09.06.2022 - Роща Ваганова (h=0,3), сосны	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	2:14:34	55.9977588116793 92.77239920995167	Харламов	Открыть
20.04.2023	20.04.2023 - Роща Ваганова (h=0,3), березы	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	1:27:17	55.99776325983983 92.77241637516335	Харламов	Открыть
20.04.2023	20.04.2023 - Роща Ваганова (h=0,3), сосны	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	1:23:19	55.99776063896708 92.77206581248512	Харламов	Открыть
27.10.2022	27.10.2022 - Роща Ваганова (h=0,3), березы	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	2:9:43	55.997558314112425 92.77247950953054	Харламов	Открыть
27.10.2022	27.10.2022 - Роща Ваганова (h=0,3), сосны	Радиопросвечивание	Лес	НСРП-04	1:50:24	55.99768050684674 92.772097130803	Харламов	Открыть

### Карточка эксперимента

Дата	05.04.2023	
Название	05.04.2023 - Лёд (h = 1,58м)	
Тип съемки	Рефлектометрия ▾	
Тип объекта	Лед ▾	
Приемник	НСРП-04 ▾	
Высота фазового центра антенны, м	Правоугольная	1,58
	Наименование центра 2	Высота 2
	Наименование центра 3	Высота 3
	Наименование центра 4	Высота 4
Координаты местоположения	56.06319645232607	
	92.72874672898327	
Время проведения, UTC	04:07:50 - 06:00:22	
Длительность эксперимента	1:52:32	
Характеристики опытной площадки	оз. Мясокомбинат	
Характеристики зондируемого объекта	толщина 90см. Деградирующий лёд, насыщен водой.	
Опорные точки	Антенна 1 правоугольная, азимут оси диаграммы направленности ~100° (в направление ЛЭП за дамбой (порядка 2км)), высота – 1,58 м.	
Кто добавил	admin	

📄 Выбрать файл для заполнения

💾 Сохранить карточку эксперимента

🗑️ Удалить эксперимент

### Список файлов

Оригиналы    Фильтрованные

GALILEO_1	<input type="checkbox"/>	🗑️
GALILEO_13	<input type="checkbox"/>	🗑️
GALILEO_14	<input type="checkbox"/>	🗑️
GALILEO_15	<input type="checkbox"/>	🗑️
GALILEO_21	<input type="checkbox"/>	🗑️
GALILEO_26	<input type="checkbox"/>	🗑️
GALILEO_31	<input type="checkbox"/>	🗑️
GALILEO_33	<input type="checkbox"/>	🗑️
GALILEO_9	<input type="checkbox"/>	🗑️
GLONASS_10	<input type="checkbox"/>	🗑️
GLONASS_11	<input type="checkbox"/>	🗑️
GLONASS_12	<input type="checkbox"/>	🗑️
GLONASS_2	<input type="checkbox"/>	🗑️
GLONASS_20	<input type="checkbox"/>	🗑️
GLONASS_22	<input type="checkbox"/>	🗑️
GLONASS_23	<input type="checkbox"/>	🗑️

### Управление

Азимут от

Азимут до

Угол места от

Угол места до

Применить 🗑️ ⚙️

AV3(дб) от номера кадра

AV3(дб) от угла места

AV3(абс) от номера кадра

AV3(абс) от угла места

Полярная диаграмма

Добавить свой график

Очистить графики

Одиночный

Множественный

## Добавить график



### Тип графика

Выберите тип графика



### Ось X

Выберите ось X



### Ось Y

Выберите ось Y



Добавить

## Добавить график



### Тип графика

Выберите тип графика



### Ось X

Выберите ось X



Номер кадра

Номер спутника

Время, секунды

Дата

Время UTC

объекта

Опорные точки

Кто добавил

Склон от севера к югу 15 с уменьшением к месту расположения антенн.

Харламов

Выбрать файл для заполнения

Сохранить карточку эксперимента

Удалить эксперимент

GLONASS\_1



GLONASS\_14



GLONASS\_15



GLONASS\_17



GLONASS\_18



Добавить свой график

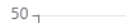
Очистить графики

Одиночный

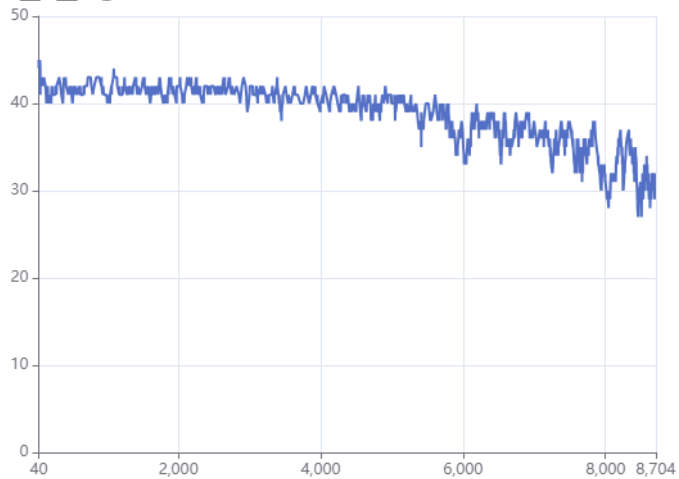
Множественный

### ДБ от номера кадра

GALILEO\_10



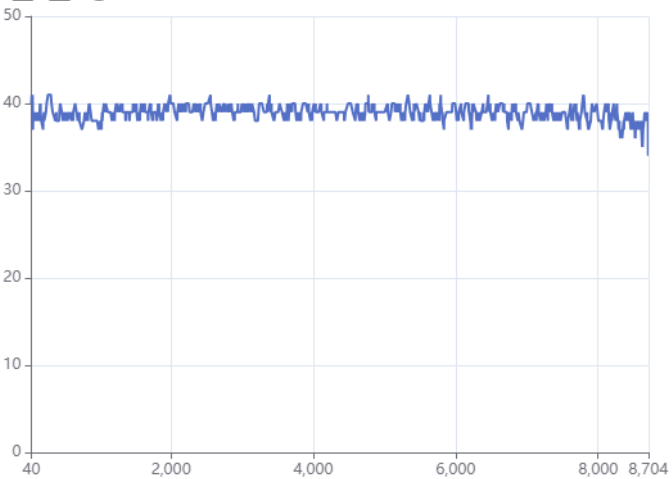
GALILEO\_10



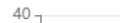
GALILEO\_11



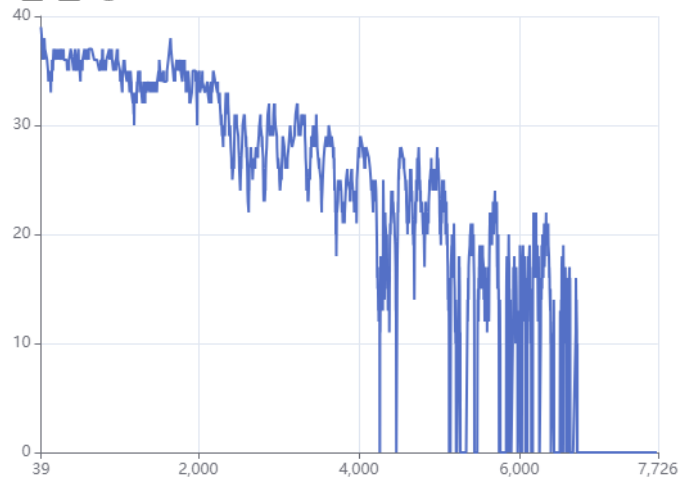
GALILEO\_11



GALILEO\_12



GALILEO\_12



Характеристики зондируемого объекта

Файл 2022\_06\_09\_021018 около границы массива берез. Антенна AM475 расположена на расстоянии 8 м от западной границы массива (высота 30 см)

Опорные точки

Склон от севера к югу 15 с уменьшением к месту расположения антенн.

Кто добавил

Харламов

Выбрать файл для заполнения

Сохранить карточку эксперимента

Удалить эксперимент

GLONASS\_1



GLONASS\_14



GLONASS\_15



GLONASS\_17



GLONASS\_18



Добавить свой график

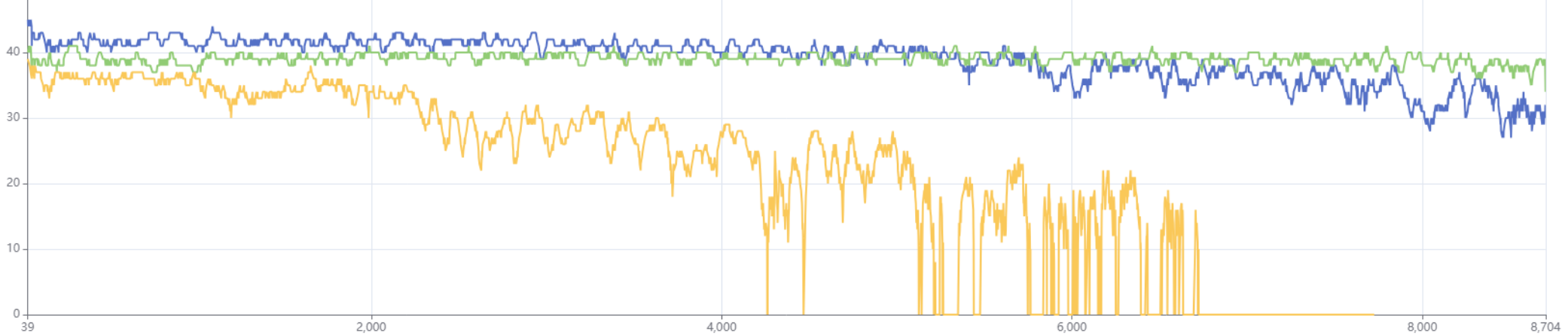
Очистить графики

Одиночный

Множественный

### ДБ от номера кадра

### ДБ от номера кадра



GALILEO\_10  
GALILEO\_11  
GALILEO\_12



### Настройки усреднения



#### Тип графика

ДБ от угла места



#### Точность усреднения

0.1

Рекомендуемая точность от 0.05 до 0.5. От точности зависит скорость формирования данных.

Усреднить

...одится поляна с расстоя...  
...ад. В направлении север...

...расстоянием около

берез. Антенна AM475 расположена на расстоянии 8 м от западной границы массива (высота 30 см)

Характеристики записываемого объекта

Файл 2022\_06\_09\_021018 около границы массива берез. Антенна AM4/5 расположена на расстоянии 8 м от западной границы массива (высота 30 см)

Опорные точки

Склон от севера к югу 15 с уменьшением к месту расположения антенн.

Кто добавил

Харламов

Выбрать файл для заполнения

Сохранить карточку эксперимента

Удалить эксперимент

GLONASS\_1



GLONASS\_14



GLONASS\_15



GLONASS\_17



GLONASS\_18



Добавить свой график

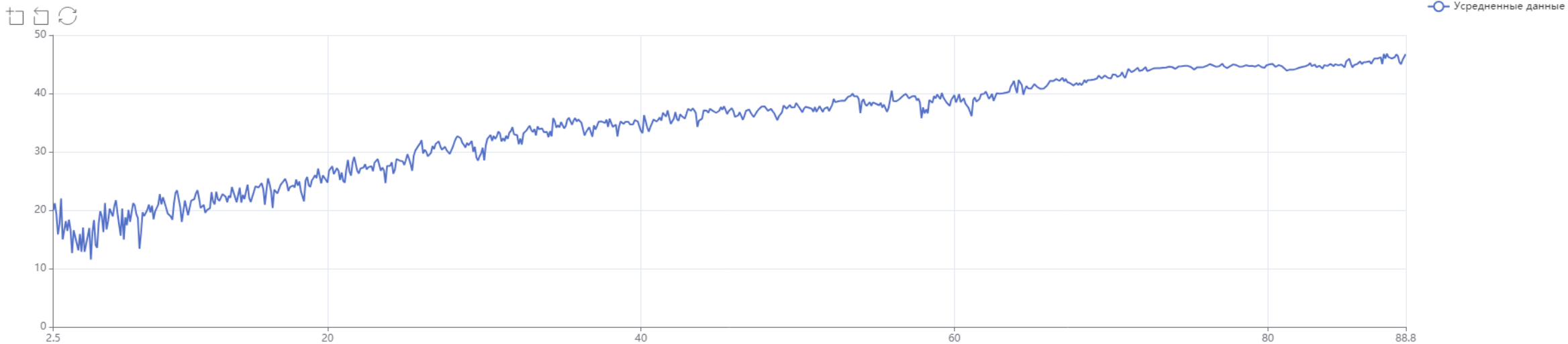
Очистить графики

Одиночный

Множественный

### Усредненные данные ДБ от угла места

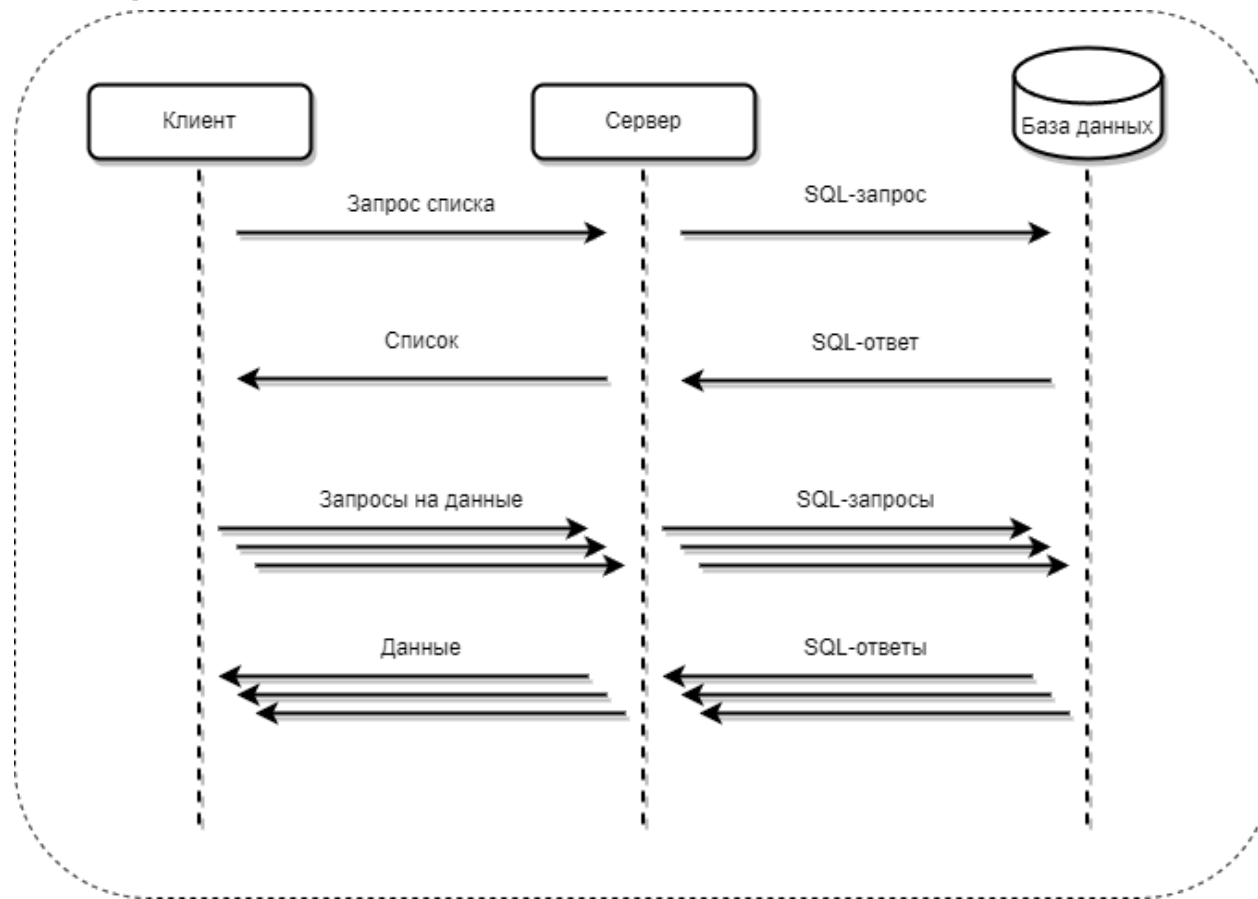
#### Усредненные данные ДБ от угла места



**03**

**Загрузка**

- 1) Вес эксперимента  $\approx$  80-100 мегабайт;
- 2) Количество файлов  $\approx$  40-50;
- 3) При выгрузки данных использовалось 4 гигабайта памяти. Падение сервера;
- 4) После оптимизации – 3 мегабайта;



**04**

**Планы**

### Карта



**Список слоев**

- GALILEO\_1
- GALILEO\_13
- GALILEO\_14
- GALILEO\_15
- GALILEO\_21
- GALILEO\_26
- GALILEO\_31

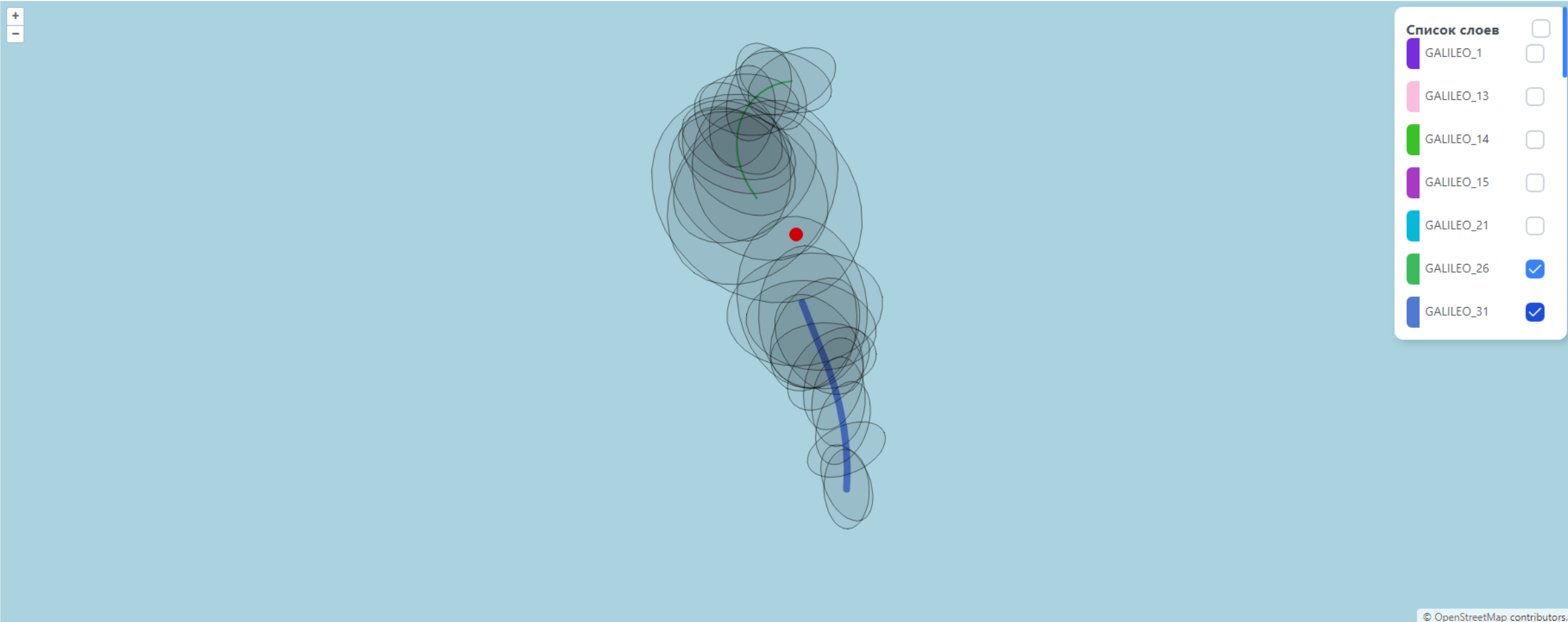
Выбрать файл для заполнения

Сохранить карточку эксперимента

Удалить эксперимент

Множественный

### Карта



**Список слоев**

- GALILEO\_1
- GALILEO\_13
- GALILEO\_14
- GALILEO\_15
- GALILEO\_21
- GALILEO\_26
- GALILEO\_31

© OpenStreetMap contributors.

## Техническое задание модуль «моделирование теоретической кривой интерферограммы»

Подходя к задаче подгонки теории к экспериментам, мы столкнулись с задачей проверки модели. Мы хотим на первом этапе сделать возможность построение графиков с регулируемыми параметрами (т.е. чтобы мы сами вручную меняли необходимые параметры) и в реальном времени видоизменяли график функции.



Функция выглядит следующим образом:

$$U(\theta) = F(\theta) * \left| 1 + \frac{R_H(\theta) + R_V(\theta)}{2} * e^{2ik_0 h \cos \theta} \right|^2,$$

Где:

1.  $F(\theta) = p_0 + p_1\theta + p_2\theta^2$  – функция диаграммы направленности антенны правой круговой поляризации.

2.  $R_H(\theta)$  и  $R_V(\theta)$  – когерентные составляющие коэффициента отражения от слоистой среды «вода – лед – воздух» (Расписаны ниже);
3.  $\theta$  – угол падения волны на поверхность слоистой среды;
4.  $h$  – эффективная высота фазового центра антенны над ледовым покровом;
5.  $k_0 = 2\pi f/c$  – волновое число свободного пространства; где  $f$  – частота электромагнитного поля, излучаемая спутником ГНСС. (для нашего пример - 1575,42 МГц),  $c$  – скорость света, и число пи.

**Комплексный коэффициент отражения:**

$$R_{H,V}(\theta) = \frac{r_{л,н,v}(\theta) + r_{в,н,v}(\theta)e^{2ik_0 d w_l}}{1 + r_{л,н,v}(\theta) * r_{в,н,v}(\theta)e^{2ik_0 d w_l}}$$

Где

1.  $r_{л,н,v}(\theta)$  и  $r_{в,н,v}(\theta)$  – коэффициенты отражения Френеля от границы «воздух – лед» и «лед – вода» (расписаны ниже)
2.  $w_l = \sqrt{\epsilon_l - \sin^2(\theta)}$  – волновое число в слое льда ( $\epsilon_l$  – расписна ниже)
3.  $d$  – высота ледового покрова

**Коэффициенты отражения Френеля**



**Спасибо за внимание!**