

# **Использование технологии космических гидропостов при построении краткосрочных прогнозов водности равнинных рек**

**Мухамеджанов И.Д., Лупян Е.А., Константинова А.М.**

*МГУ имени М.В. Ломоносова*

*Институт космических исследований РАН*

**ИКИ РАН  
2024**

# Основные преимущества космических гидропостов [КГП]



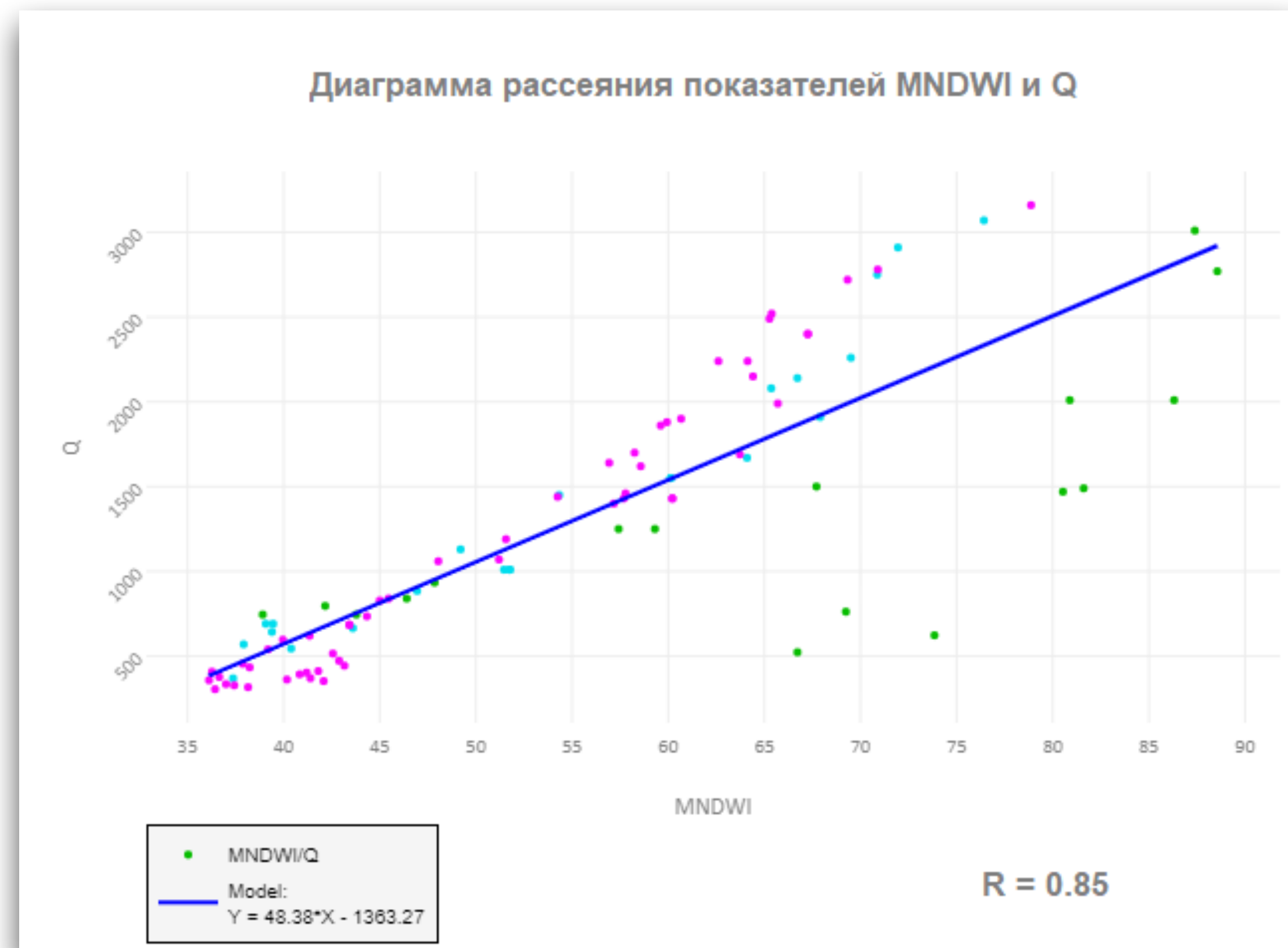
КГП	Наземная станция
Устанавливается как полигон на карте, количество фактически неограниченно	Имеет ограничения по установке, в т.ч. Территориальные
Данные формируются автоматически по мере появления новых сцен	Стоимость оборудования, расходы на обслуживание и контроль
Площадь водного зеркала рассчитана по спутниковым данным в свободном доступе (Landsat-4,5,7,8,9; Sentinel-2A,-2B)	Частая закрытость архивов данных

# Гидрологические прогнозы

В работе показана возможность применения технологии КГП к построению краткосрочных прогнозов водности на равнинных реках. Краткосрочными будем называть прогнозы, по заблаговременности не превышающие 10-15 суток на момент их выпуска.

Большинство гидрологических прогнозов используют сток или уровень в качестве основного параметра для построения моделей.

В исследовании принимается гипотеза *«Величины объема суточного речного стока и площади водной поверхности коррелируют»*. В связи с этим осуществляется переход от суточных стоков к нормированной площади водной поверхности.



# Гидрологические прогнозы

Одним из возможных способов построения прогнозов между двумя бесприточными\* створами на равнинных реках является определение целевой величины в нижнем створе по некоторому количеству измерений в верхнем. Общий вид СУ [в векторной форме] для нахождения кривой добегаания:

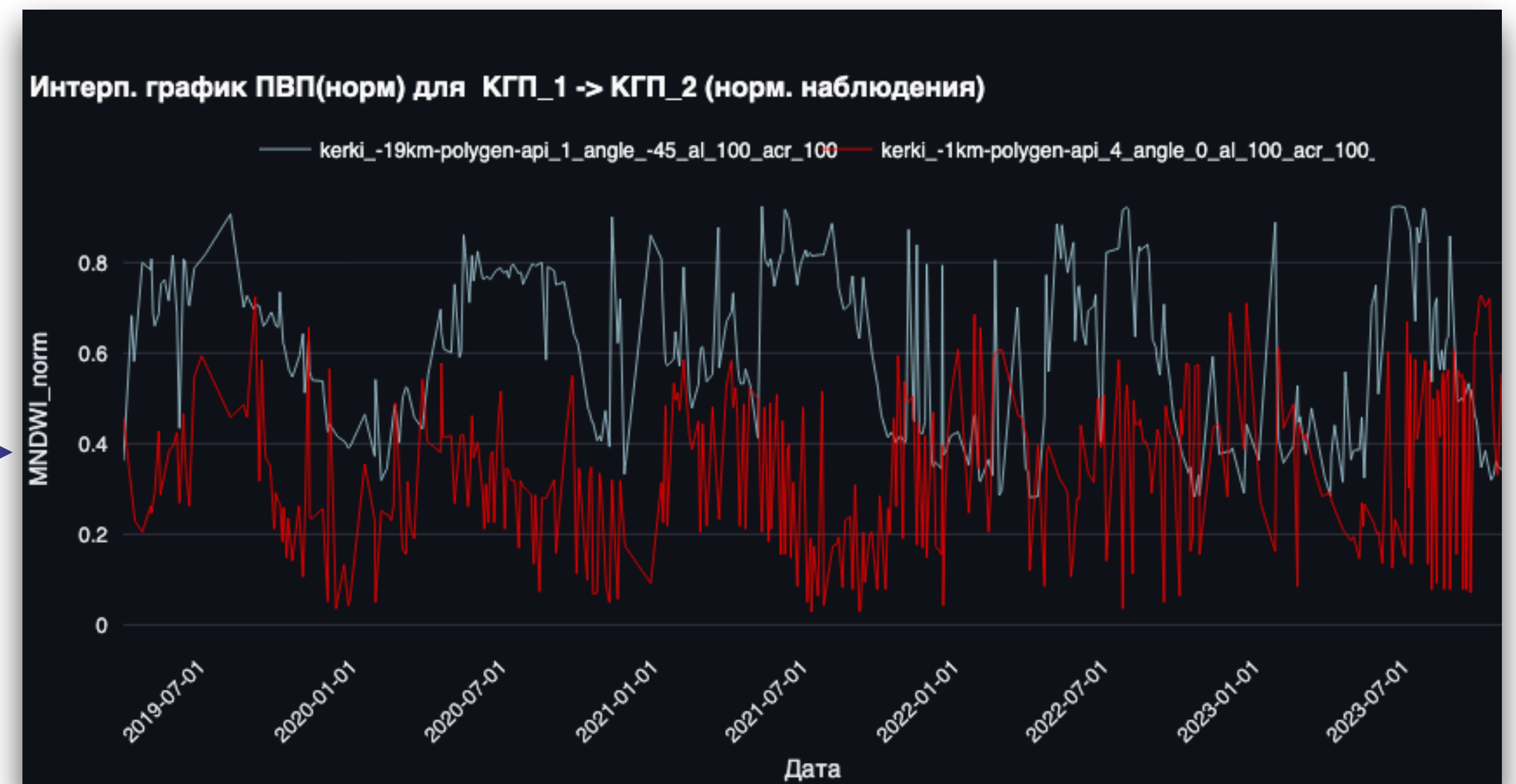
$$Q_t = \sum_{i=1}^n p_i Q_{B,t-j+1}, \text{ где } p_j - \text{ординаты кривой добегаания, } Q_t - \text{данные на нижнем створе, } Q_B - \text{на верхнем.}$$

\*Под бесприточным участком реки будем понимать такой, на котором расход воды в нижнем створе превышает соответственный расход в верхнем створе не более чем на

$$20\%, \text{ т.е. } \frac{Q_{H,t}}{Q_{B,t-\tau}} \leq 1,2$$

При переходе к площади водного зеркала (ПВЗ) получаем:  
 $((a_B S_B) * a_B S_B + \beta 1) P = (a_B S_B) * a S.$

График справа показывает временной ряд нормированной ПВЗ для двух КГП с интерполяцией на «пробелы».

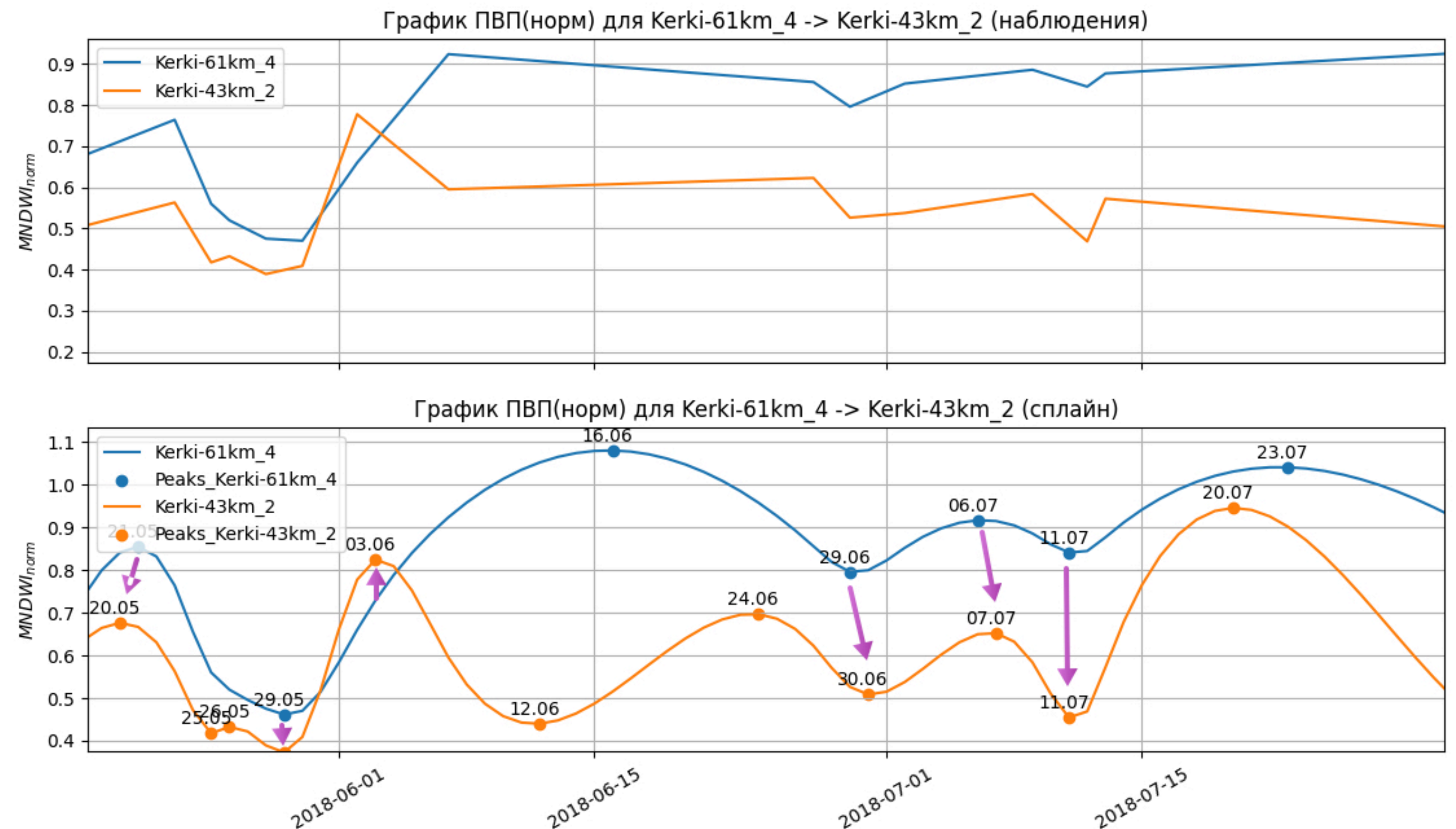


# Гидрологические прогнозы

Главная задача: Восстановить для каждого КГП функции зависимости ПВЗ, изменяющейся на КГП, от расхода, т.е.  $S_i(Q_i)$ . Для этого необходимо **наличие временных рядов данных наземной аппаратуры и спутниковых измерений за минимум 5 лет (непрерывно)**.

Без известной зависимости  $S_i(Q_i)$  на каждом КГП возможно определить время добегания, т.е. время, за которое водная масса доходит из верхнего створа в нижний. Для этого необходимо соотнести уровни (нормированные ПВЗ) на двух створах в разные периоды наблюдений согласно заранее определенным правилам.

Временные разности «близких» друг к другу по значению ПВЗ локальных максимумов, как показано на графике, будут формировать время добегания. Таким образом получается определить среднее, максимальное и минимальное время. Для доказательства инвариантности автоматически формируется группа полигонов на нижнем и верхнем створах и заносят в таблицу метрик. Вся процедура поиска времени добегания реализуется в модуле аналитики КГП. Всего таких створов на текущий момент было сформировано 24 по 9 УГП в группе.



# Аналитический инструмент [тестовый]

Модуль работы с космическими гидропостами находится на стадии тестирования, улучшения, а также расширения функционала для работы с гидрологическими характеристиками.

В дальнейшем модуль будет реализован как отдельный инструмент для работы с краткосрочными гидрологическими прогнозами на основе спутниковых данных в системе EcoSatMS (<http://suvo.geosmis.ru>).

## Настройки

Верхний КГП

Расстояние от Керки, км (1):  
-365

КГП из группы (1):  
kerki\_-365km-polygen-api\_1\_a...

Нижний КГП

Расстояние от Керки, км (2):  
-340

КГП из группы (2):  
kerki\_-340km-polygen-api\_1\_a...

Период наблюдений

Начало	Конец
2013-01-01	2025-01-01

Тип интерполяции: linear

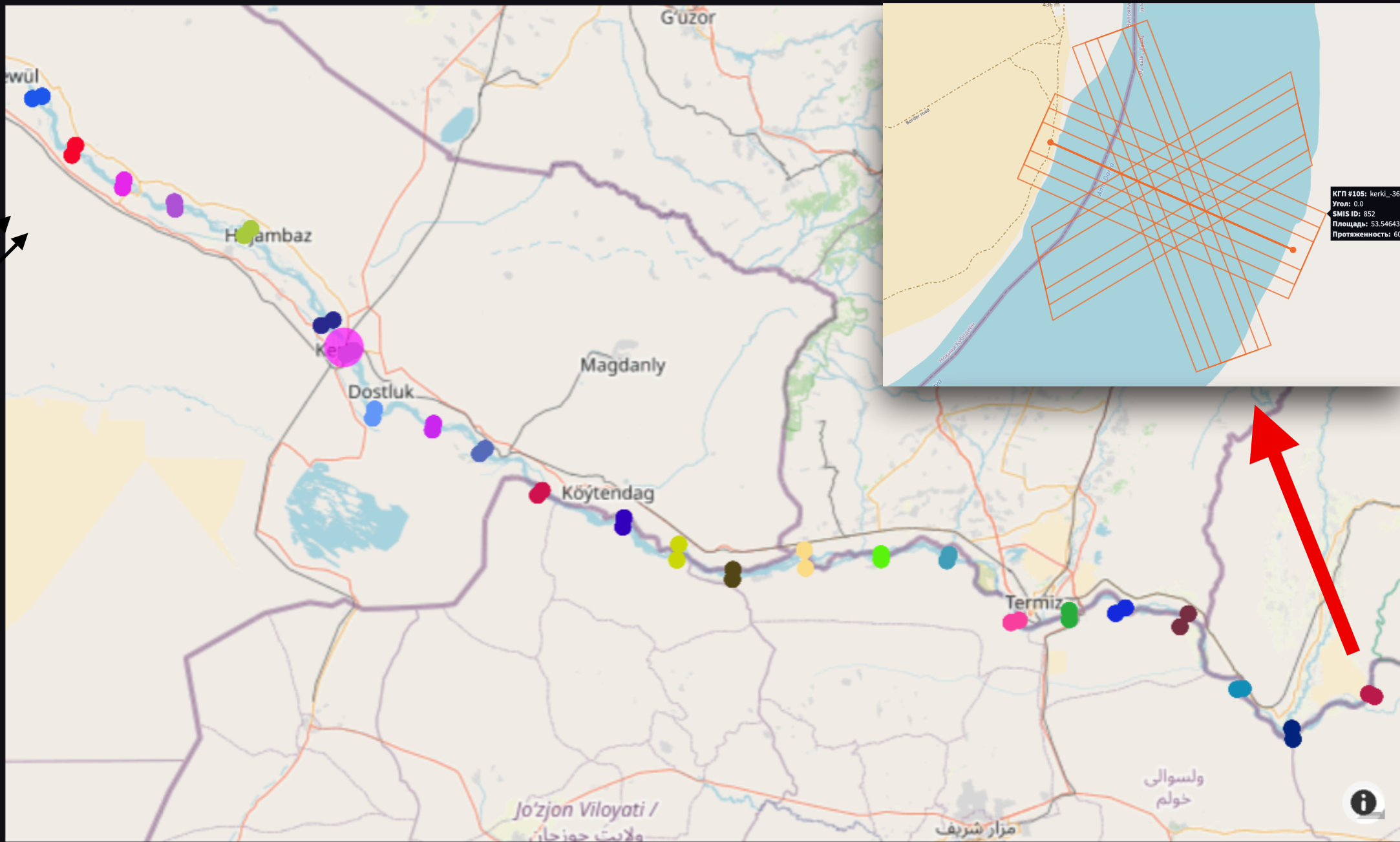
Степень полинома: 1

Шаг для интерполяции (сутки): 1

Автофильтр. обл. набл.

## Анализ КГП

Сеть КГП | Выбранные КГП | Интерполяция | Время добегания | Lagged correlation



# Спасибо за внимание!

<http://suvo.geosmis.ru/maps>

## Авторизация пользователя

Для доступа к системе необходима авторизация. Введите ваш логин и пароль

Логин пользователя:

Пароль:

Запомнить