



PEER Cycle 4 - Transboundary water management adaptation
in the Amudarya basin to climate change uncertainties



Моделирование зоны планирования: Модель, Интерфейс, Тестирование

Хафазов Руслан (НИЦ МКВК)
ruslan.khafazov@gmail.com

Цель и задачи

Цель - разработка модели, которая позволяет рассчитать водный баланс, производство продукции орошаемого земледелия, социально-экономическую оценку для отдельной зоны планирования.

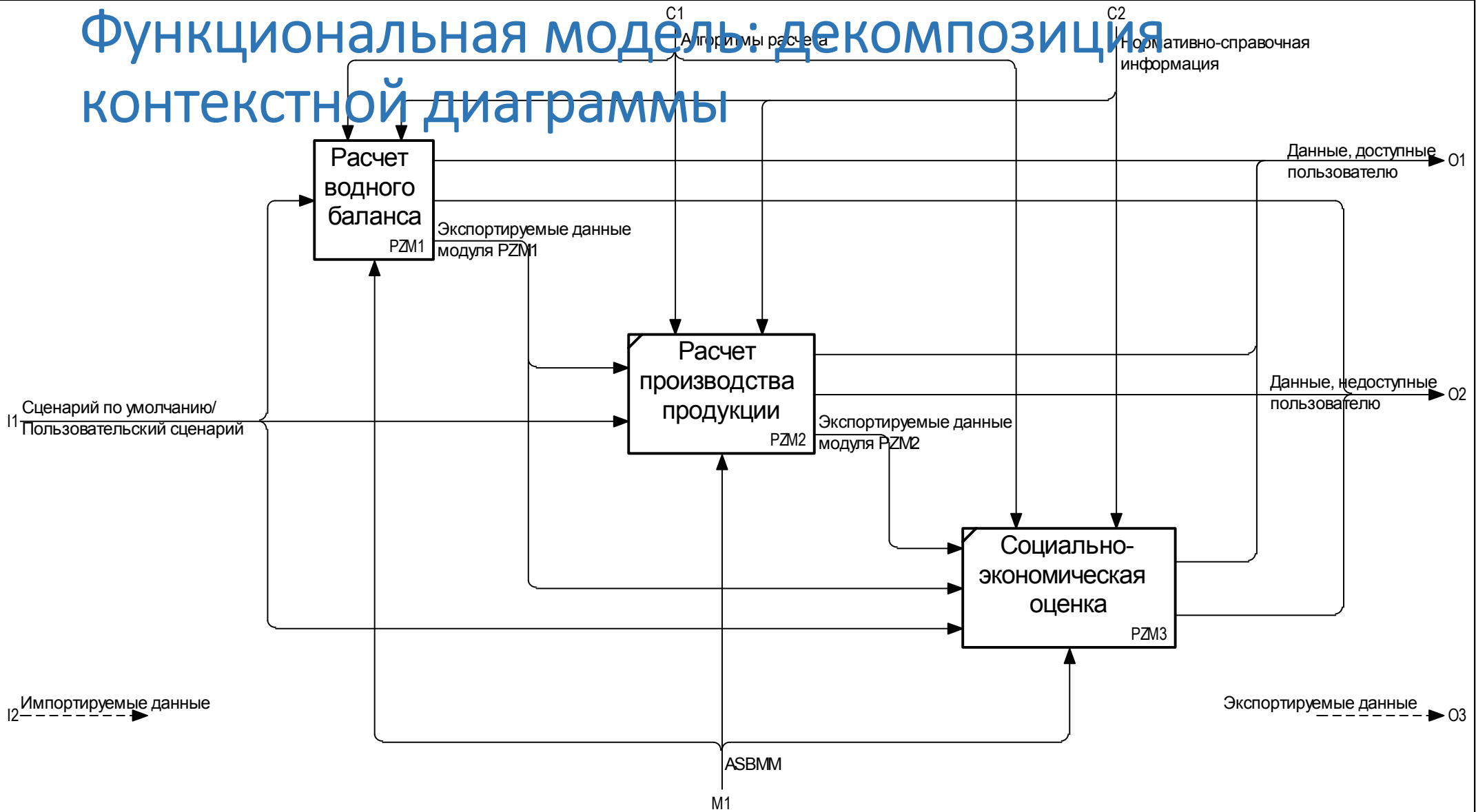
Задачи:

- Выбор и обоснование методологий семейства IDEF.
- Разработка математической модели и алгоритмов модели
- Разработка базы данных, пользовательского интерфейса модели.
- Тестирование модели для базового периода 2010-2015 гг.
- Выполнение расчетов для различных сценариев на 2016-2055 гг.

Модель зоны планирования

- Модель зоны планирования - аналитический онлайн-инструмент, который позволяет для различных сценариев оценить развитие отдельных областей стран бассейна Амударьи (зон планирования) на 2016-2055 гг.
- Модель разработана с применением методологий семейства IDEF (методологии функционального и информационного моделирования).
- Удобный пользовательский интерфейс модели доступен по адресу <http://cawater-info.net/pzm/basic/web>.

Функциональная модель: декомпозиция контекстной диаграммы



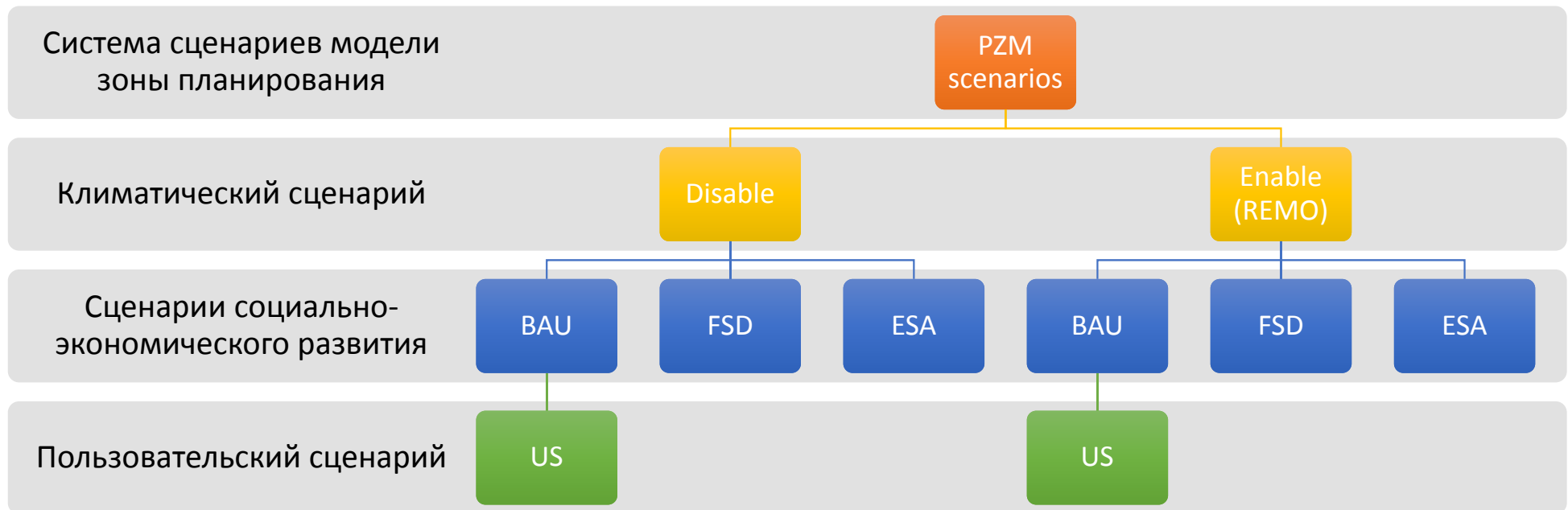
NODE:

TITLE:

Модель зоны планирования

NUMBER:

Граф системы сценариев модели зоны планирования



Система сценариев модели зоны планирования

- Пользователь может включить/отключить климатический сценарий, выбрать один из сценариев социально-экономического развития FSD (Food Security and Diet change), ESA (Export-oriented Sustainable Adaptation) или сценарий обычного развития BAU (Business As Usual).
- Также система сценариев модели зоны планирования включает в себя водный и инновационный сценарии. Таким образом, пользователю доступны 120 комбинаций сценариев:

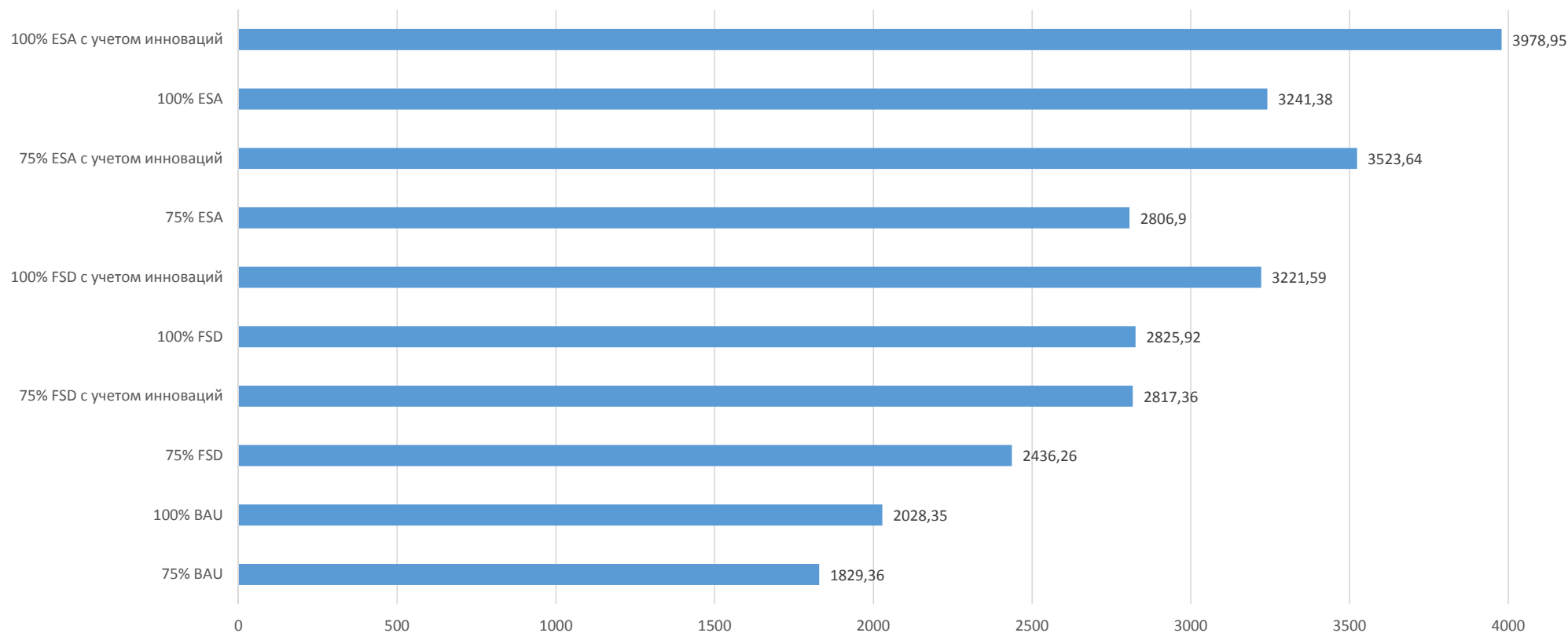
*Число комбинаций сценариев = (климатический=2) * (водный=10)
* (экономический=3) * (инновационный=2) = 120.*

Таблица основных комбинаций сценариев

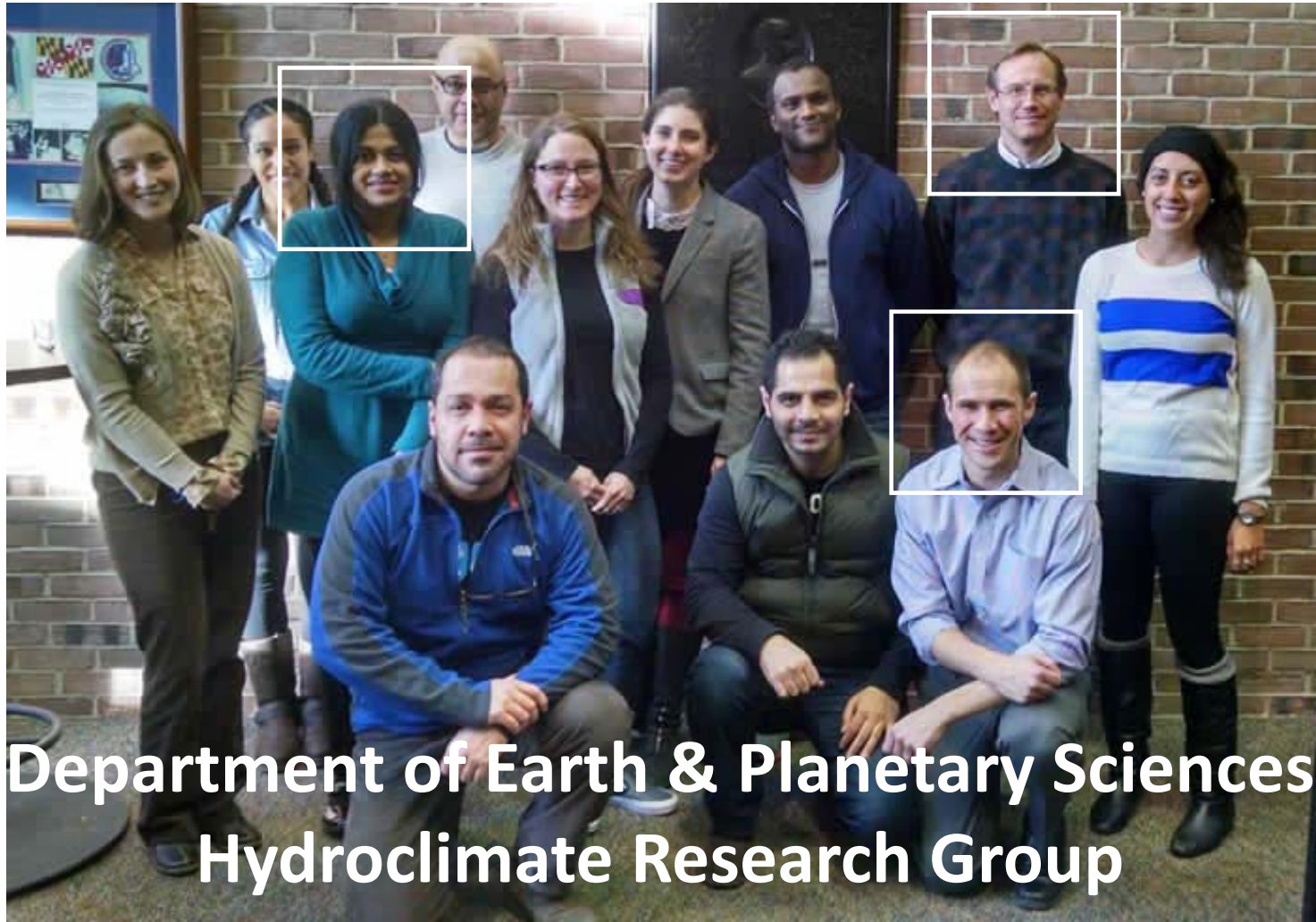
Сценарии	Водные	75%					100%				
	Социально-экономические	BAU	FSD		ESA		BAU	FSD		ESA	
	Инновационный	off	off	on	off	on	off	off	on	off	on
Климатический	off	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	REMO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Пример представления результатов расчета для основных комбинаций сценариев

Средняя продуктивность орошаемых земель на 2016-2055 гг., \$/га



Университет Джонса Хопкинса



**Department of Earth & Planetary Sciences
Hydroclimate Research Group**

Презентация проекта в университете

- Основные задачи и результаты 1 года исследований проекта.
- Демонстрация использования модели зоны планирования.
- Гидроклиматическая исследовательская группа отметила системный и комплексный подходы при разработке модели, широкий набор не только гидрологических, но и социально-экономических индикаторов.

Интерфейс: пример представления результатов расчета водного баланса

1 Выберите зону планирования, коэффициент, сценарий >
 Хорезмская
75%
BAU
 С учетом инноваций 2
 📊 Расчет модели

3 Выберите модуль >
 Расчет водного баланса
Расчет продукции орошаемого земледелия
Социально-экономическая оценка

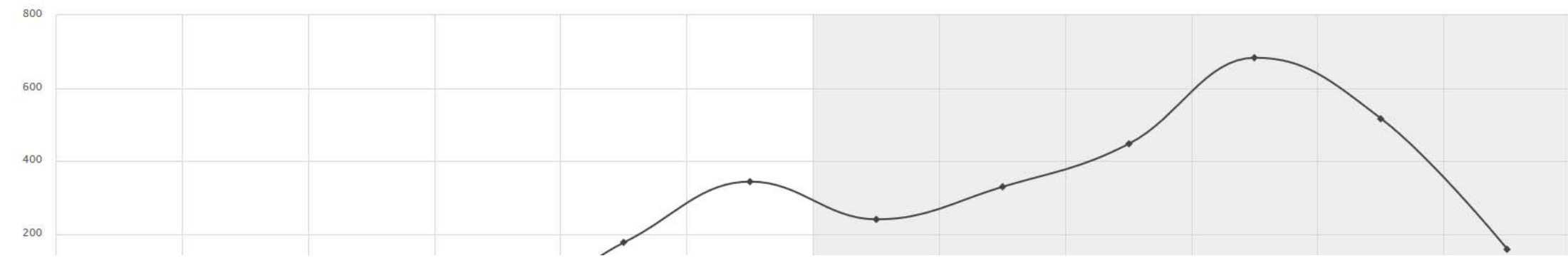
Выберите тип данных >
 Входные данные
Обработка данных
Расчетные данные

Выберите гидрологический год >
 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032
 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 **2050** 2051 2052 2053 2054 2055

Выберите группу индикаторов >
 Все индикаторы
 Расчетное водопотребление и дефицит воды
Расчетный водозабор из трансграничных и локальных ресурсов
Расчетный водозабор на орошение
Формирование возвратного стока

Всего 2 записи.

Наименование	Ед измерения	Формула	October	November	December	January	February	March	April	May	June	July	August	September	Межвегетация	Вегетация	Год
Водозабор из локальных водных ресурсов	млн куб. м/мес	$W_{loc}=IF(WP_{loc} \leq WN-WP_{gr}-WP_{rp}+V_r-W_{tr}, WP_{loc}, WN-WP_{gr}-WP_{rp}+V_r-W_{tr})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Водозабор из трансграничных водных ресурсов	млн куб. м/мес	$W_{tr}=IF(WP_{tr} \leq WN-WP_{gr}-WP_{rp}+V_r, WP_{tr}, WN-WP_{gr}-WP_{rp}+V_r)$	3.70	0.00	121.18	0.00	176.77	343.28	239.76	329.18	447.12	682.99	515.60	157.36	644.93	2372.01	3016.94



Тестирование: пример представления результатов анализа расчетных и фактических данных

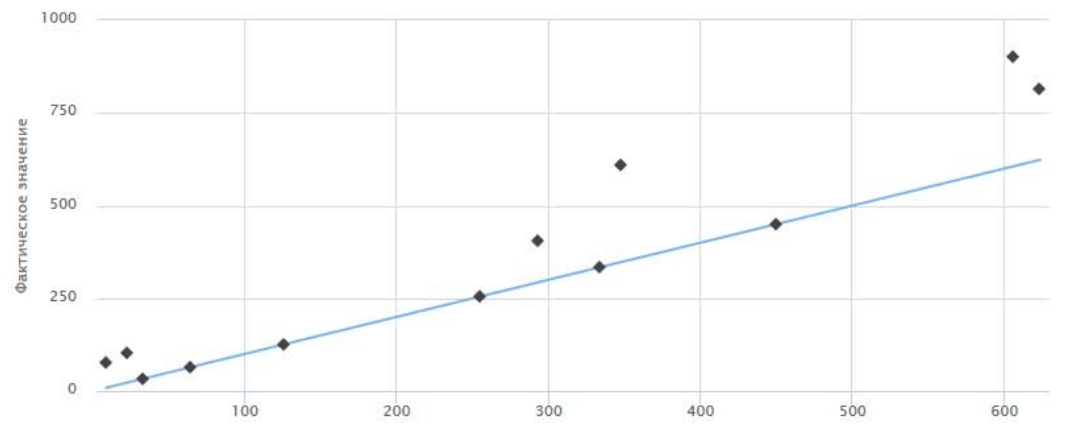
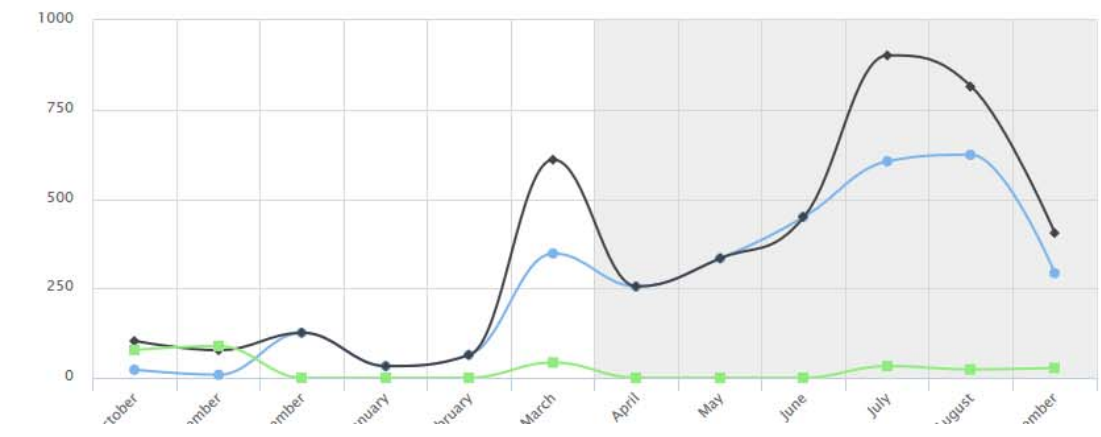
Зона планирования **Хорезмская**

Выберите гидрологический год > 2010 2011 2012 2013 **2014** 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032
 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055

Выберите индикатор > **Общий водозабор** | Водозабор из трансграничных водных ресурсов | Водозабор для орошения, включая промывку | Общий объем дренажных и сточных вод | Объем возвратного стока, поступающего в озера и понижения
 Объем возвратного стока, поступающего в соседние ЗП - Сарыкамышское озеро | Объем возвратного стока, поступающего в реки

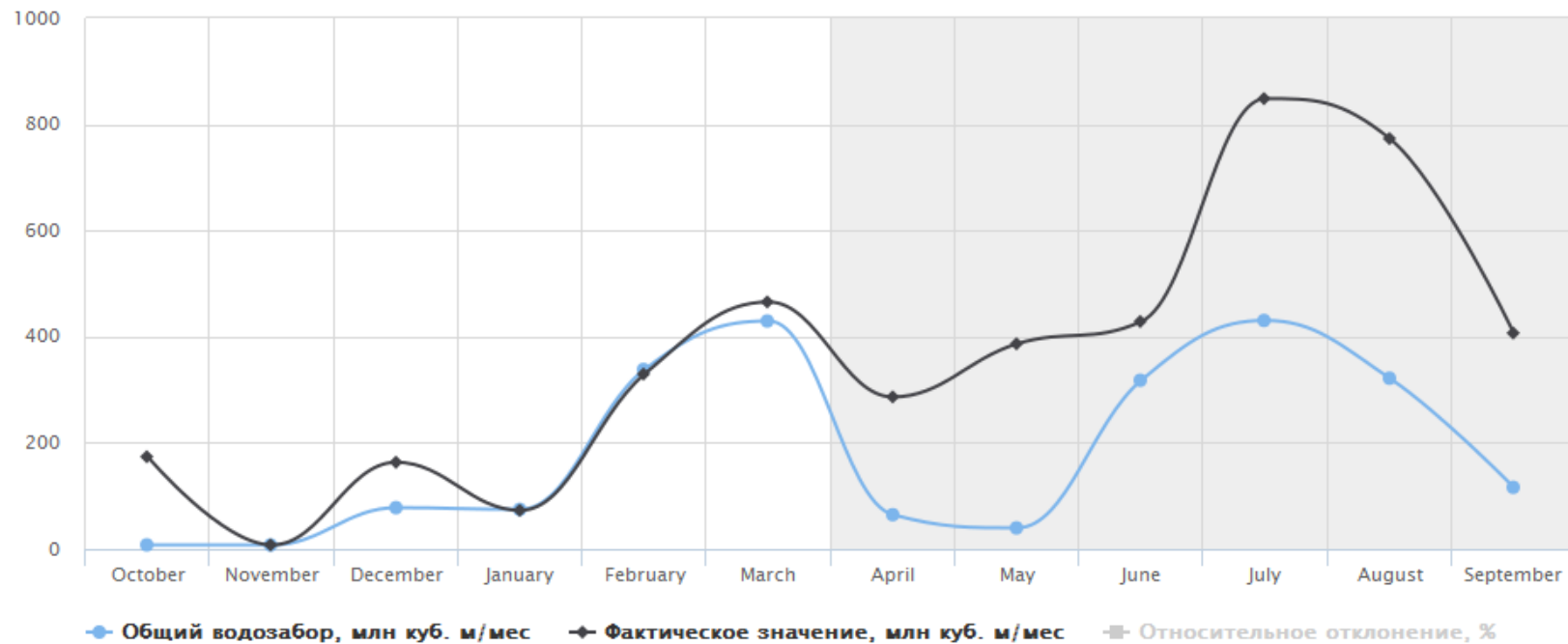
Всего 3 записи.

Наименование	Ед измерения	Формула	October	November	December	January	February	March	April	May	June	July	August	September	Межвегетация	Вегетация	Год
Общий водозабор	млн куб. м/мес	$W=W_{tr}+W_{loc}+WP_{gr}+WP_{rp}$	22.47	8.52	126.04	32.75	64.34	347.69	255.25	334.15	450.02	605.41	623.45	292.88	601.81	2561.16	3162.97
Фактическое значение	млн куб. м/мес	$fW=$	102.85	76.88	126.04	32.75	64.34	609.83	255.25	334.15	450.02	901.53	814.49	405.12	1012.69	3160.56	4173.25
Относительное отклонение	%	$rW=(fW-W)/fW$	78.15	88.92	0.00	0.00	0.00	42.99	0.00	0.00	0.00	32.85	23.46	27.71	40.57	18.96	24.21
Кoeffициент корреляции ↗		$r_{xy} = \frac{cov_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y - \bar{Y})^2}}$	0.96														
Кoeffициент детерминации ↗		$R^2=(r_{xy})^2$	0.91														



Анализ сходимости расчетных и фактических данных на примере Хорезмской ЗП: общий водозабор 2014 г. до калибровки

Коэффициент корреляции ↗	$r_{XY} = \frac{\text{cov}_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y - \bar{Y})^2}}$	0.76
Коэффициент детерминации ↗	$R^2 = (r_{XY})^2$	0.58



Анализ сходимости расчетных и фактических данных на примере Хорезмской ЗП: общий водозабор 2014 г. после калибровки

Коэффициент корреляции [↗](#)

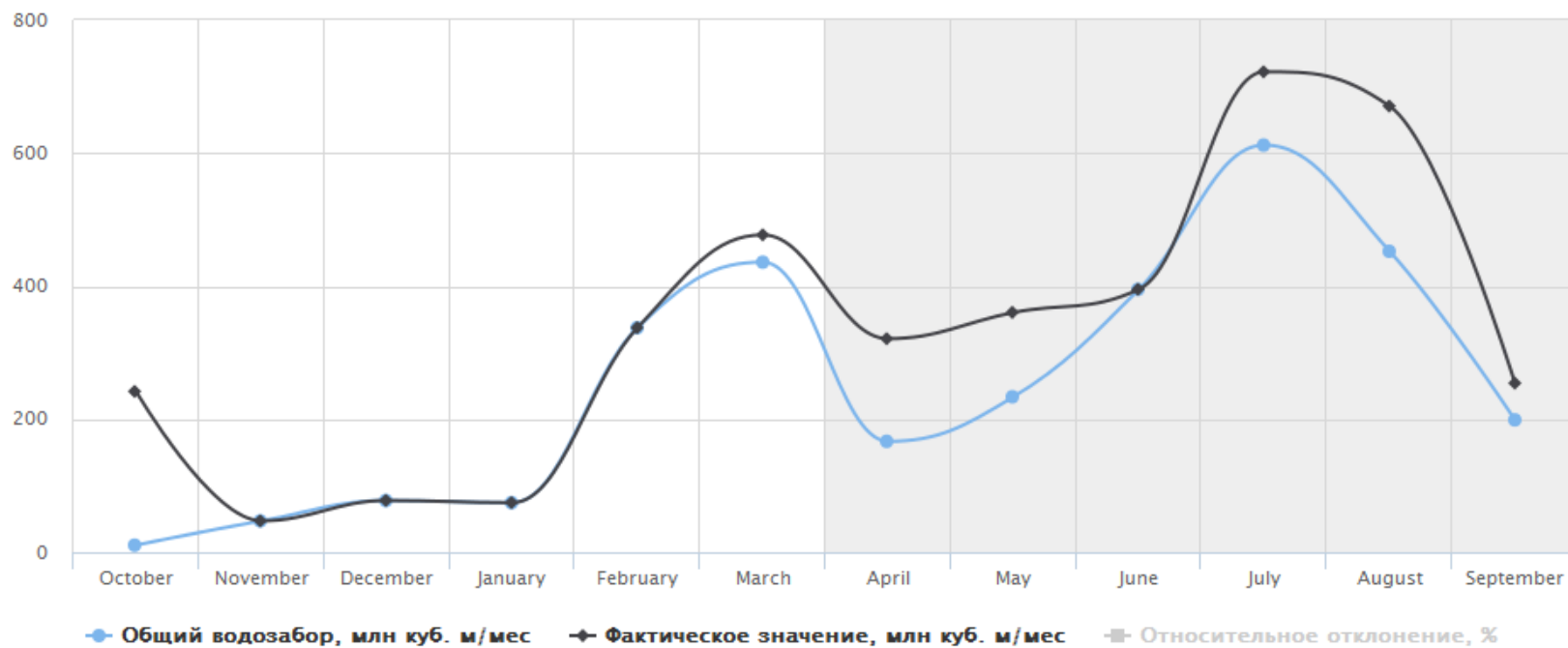
$$r_{XY} = \frac{\text{cov}_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y - \bar{Y})^2}}$$

0.92

Коэффициент детерминации [↗](#)

$$R^2 = (r_{XY})^2$$

0.84





PEER Cycle 4 - Transboundary water management adaptation
in the Amudarya basin to climate change uncertainties



Спасибо за внимание!

Хафазов Руслан
ruslan.khafazov@gmail.com