



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



Модель Зоны Планирования: Методология и Тестирование

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

Цели и задачи

Цель - Адаптация модели управления бассейном Аральского моря ASBMM.

Задачи:

- Анализ текущего состояния системы ASBMM и подсистемы PZM в частности.
- Анализ модулей и архитектуры подсистемы зоны планирования PZM.
- Применение методологий семейства IDEF для моделирования подсистемы PZM.
- Применение методологии IDEF0 для проектирования функциональной модели зоны планирования.
- Применение методологии IDEF1X для проектирования информационной модели зоны планирования.
- Внедрение функциональной и информационной моделей в подсистему PZM.

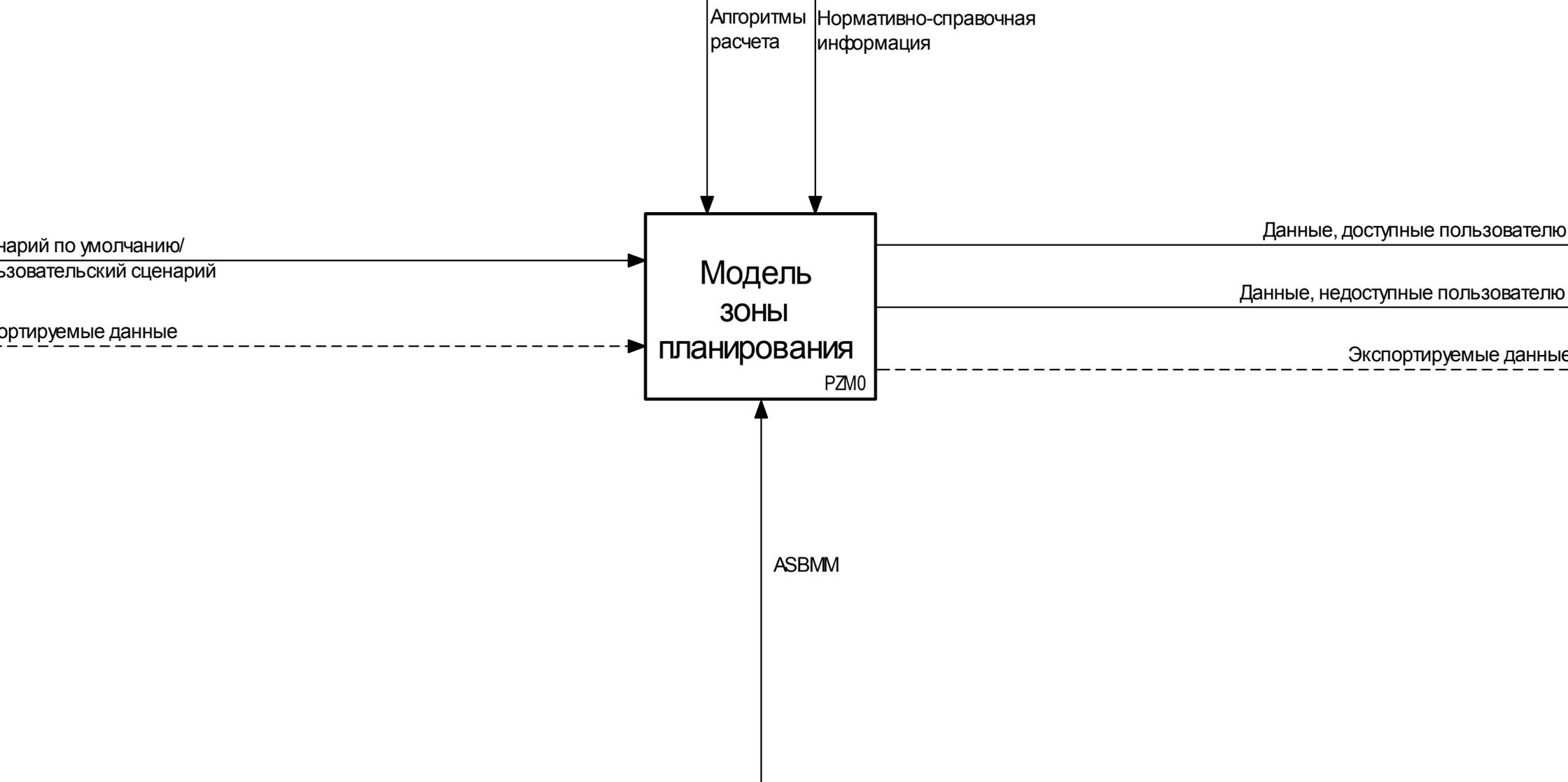
Методологии семейства IDEF

- Методологии семейства IDEF (Integrated DEFinition) применяются для решения задач моделирования сложных систем, позволяют отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах. Широта и глубина анализа процессов в системе определяется самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель излишними данными.
- Методологии создавались в рамках предложенной ВВС США программы компьютеризации промышленности. После опубликования стандарта он был успешно применен в самых различных областях науки, показав себя эффективным средством анализа, конструирования и отображения бизнес-процессов.

Методология функционального моделирования IDEF0

- Методология функционального моделирования IDEF0 применяется для анализа, формализации и описания бизнес-процессов.
- С помощью наглядного графического языка методологии IDEF0 изучаемая система предстает перед разработчиками и аналитиками в виде набора взаимосвязанных функциональных блоков. Описание блока выглядит как «чёрный ящик» с входами, выходами, управлением и механизмом, который постепенно детализируется до необходимого уровня.
- Как правило, моделирование средствами методологии IDEF0 является первым этапом изучения любой системы.

Контекстная диаграмма



ДЕКОМПОЗИЦИЯ КОНТЕКСТНОЙ диаграммы

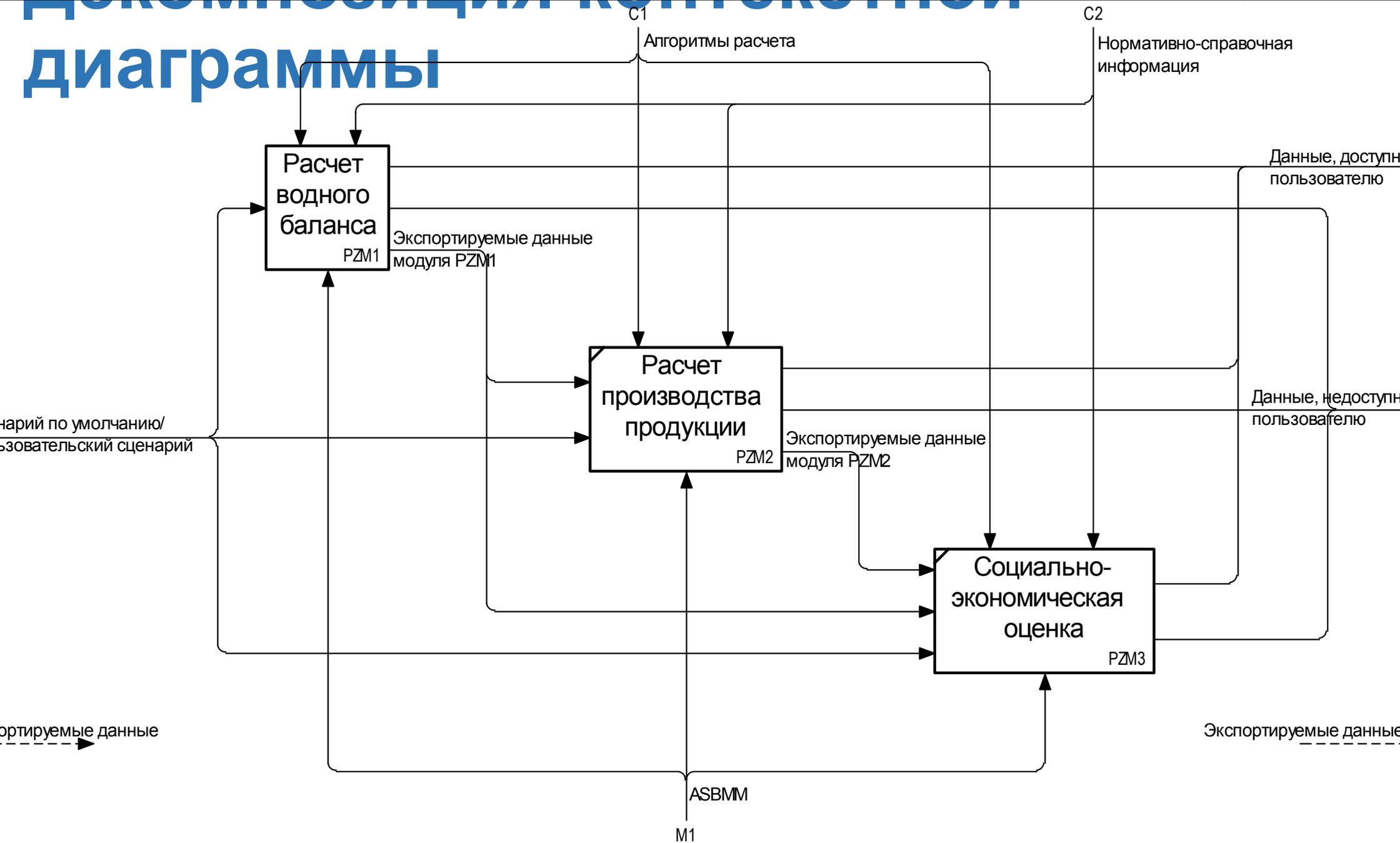
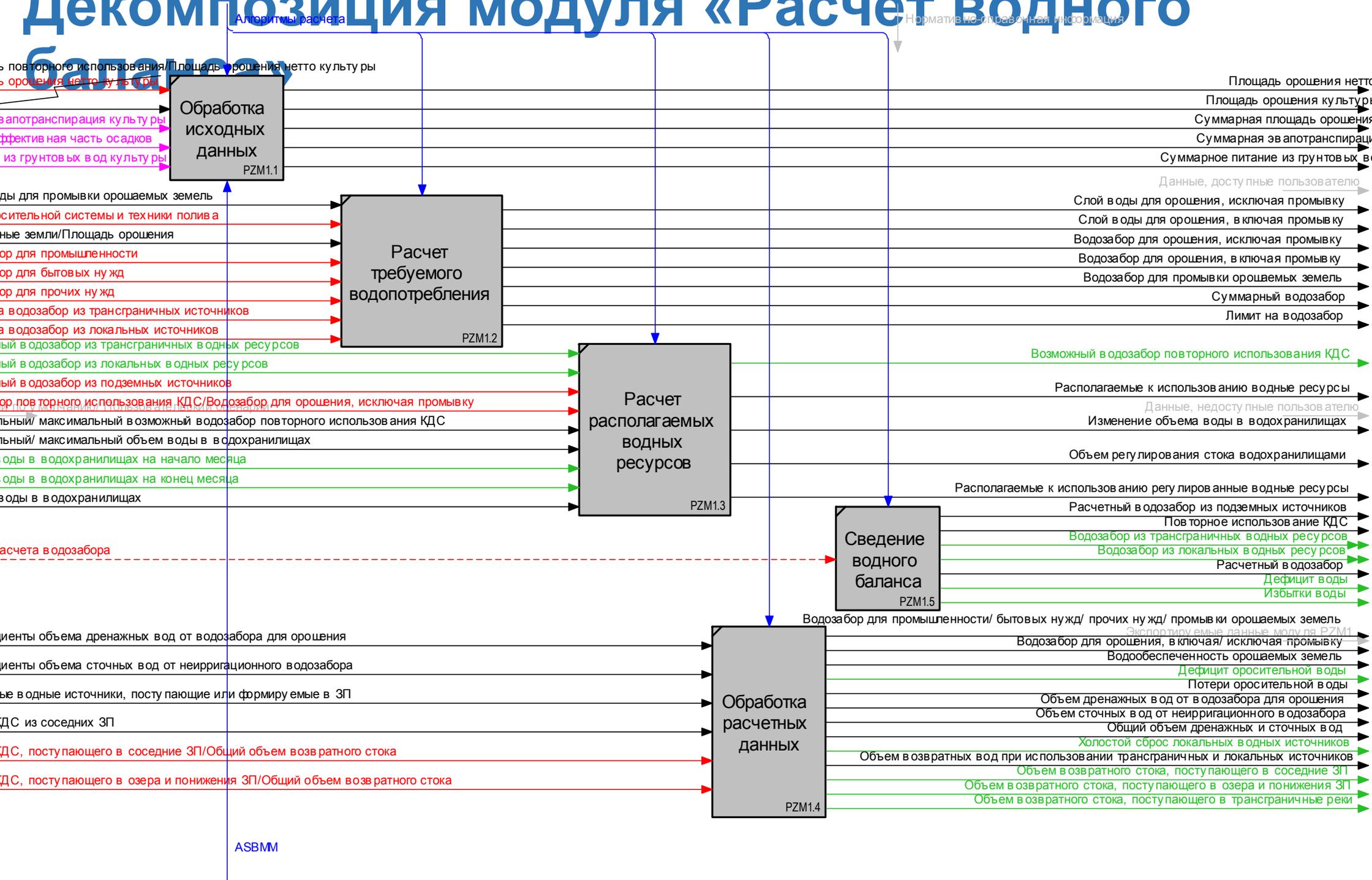


Диаграмма дерева узлов



Обработка
исходных данных
расчет
требуемого
водопотребления
расчет
располагаемых
водных ресурсов
обработка
расчетных
данных
ведение
водного баланса

Декомпозиция модуля «Расчет водного баланса»

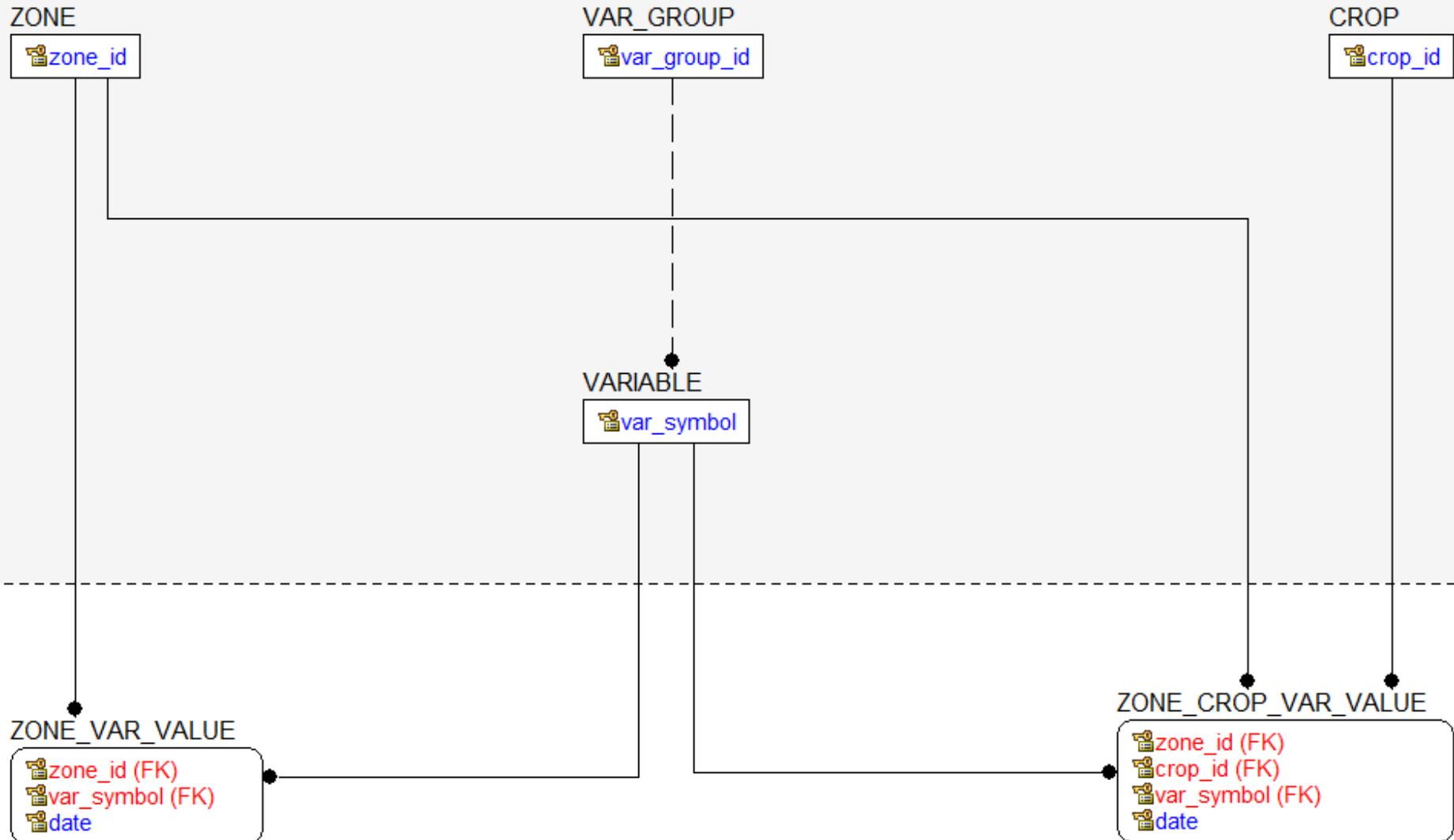


Методология информационного моделирования IDEF1X

- Методология информационного моделирования IDEF1 применяется для моделирования информационных потоков внутри системы, позволяет отображать и анализировать их структуру и взаимосвязи. В настоящее время на основе совершенствования методологии IDEF1 создана её новая версия - методология IDEF1X (IDEF1 Extended).
- Методология IDEF1X применяется для моделирования баз данных на основе модели «сущность-связь». Методология IDEF1X основана на подходе П. Чена и позволяет построить реляционную базу данных.
- Как правило, методология информационного моделирования IDEF1X используется для моделирования реляционных баз данных, имеющих отношение к рассматриваемой системе.

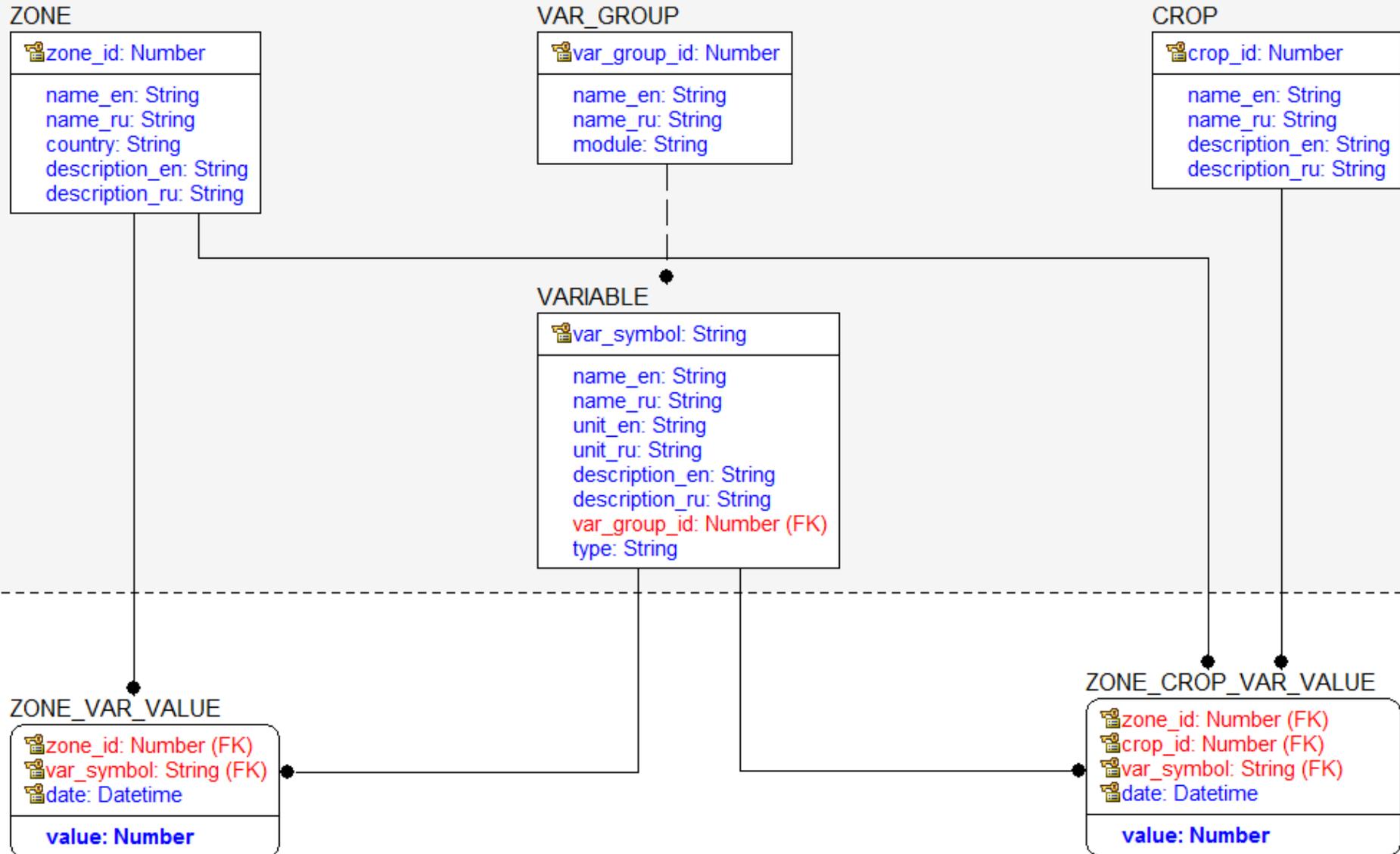
Концептуальная модель базы данных

REFERENCES



Логическая модель базы данных

REFERENCES



Физическая модель базы данных

REFERENCES

ZONE

zone_id: INTEGER NOT NULL

name_en: VARCHAR(30) NOT NULL
name_ru: VARCHAR(30) NOT NULL
country: VARCHAR(10) NULL
description_en: TEXT NULL
description_ru: TEXT NULL

VAR_GROUP

var_group_id: INTEGER NOT NULL

name_en: VARCHAR(100) NOT NULL
name_ru: VARCHAR(100) NOT NULL
module: VARCHAR(30) NULL

CROP

crop_id: INTEGER NOT NULL

name_en: VARCHAR(30) NOT NULL
name_ru: VARCHAR(30) NOT NULL
description_en: TEXT NULL
description_ru: TEXT NULL

VARIABLE

var_symbol: VARCHAR(10) NOT NULL

name_en: VARCHAR(100) NOT NULL
name_ru: VARCHAR(100) NOT NULL
unit_en: VARCHAR(20) NOT NULL
unit_ru: VARCHAR(20) NOT NULL
description_en: TEXT NULL
description_ru: TEXT NULL
var_group_id: INTEGER NOT NULL (FK)
type: VARCHAR(5) NOT NULL

ZONE_VAR_VALUE

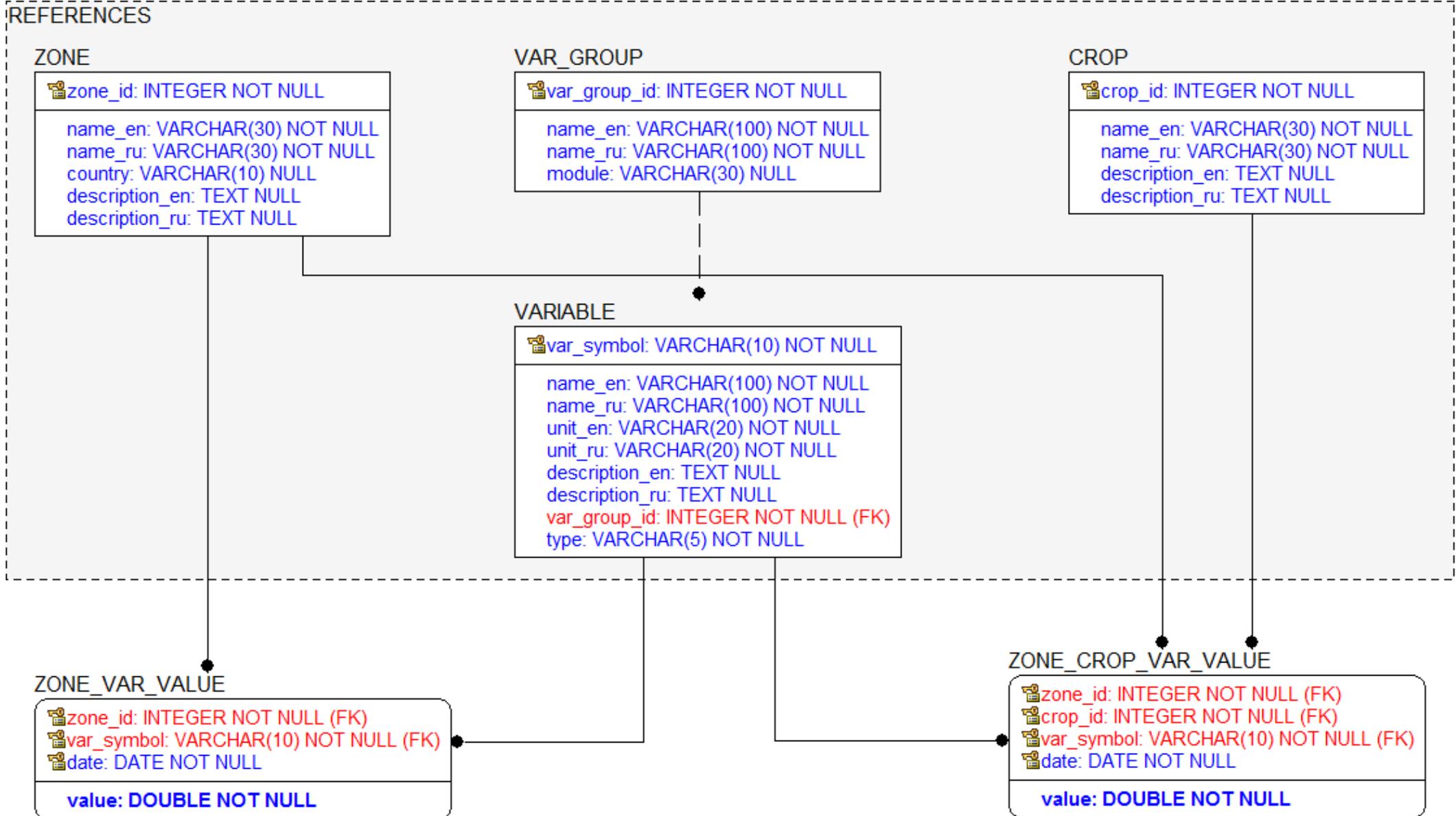
zone_id: INTEGER NOT NULL (FK)
var_symbol: VARCHAR(10) NOT NULL (FK)
date: DATE NOT NULL

value: DOUBLE NOT NULL

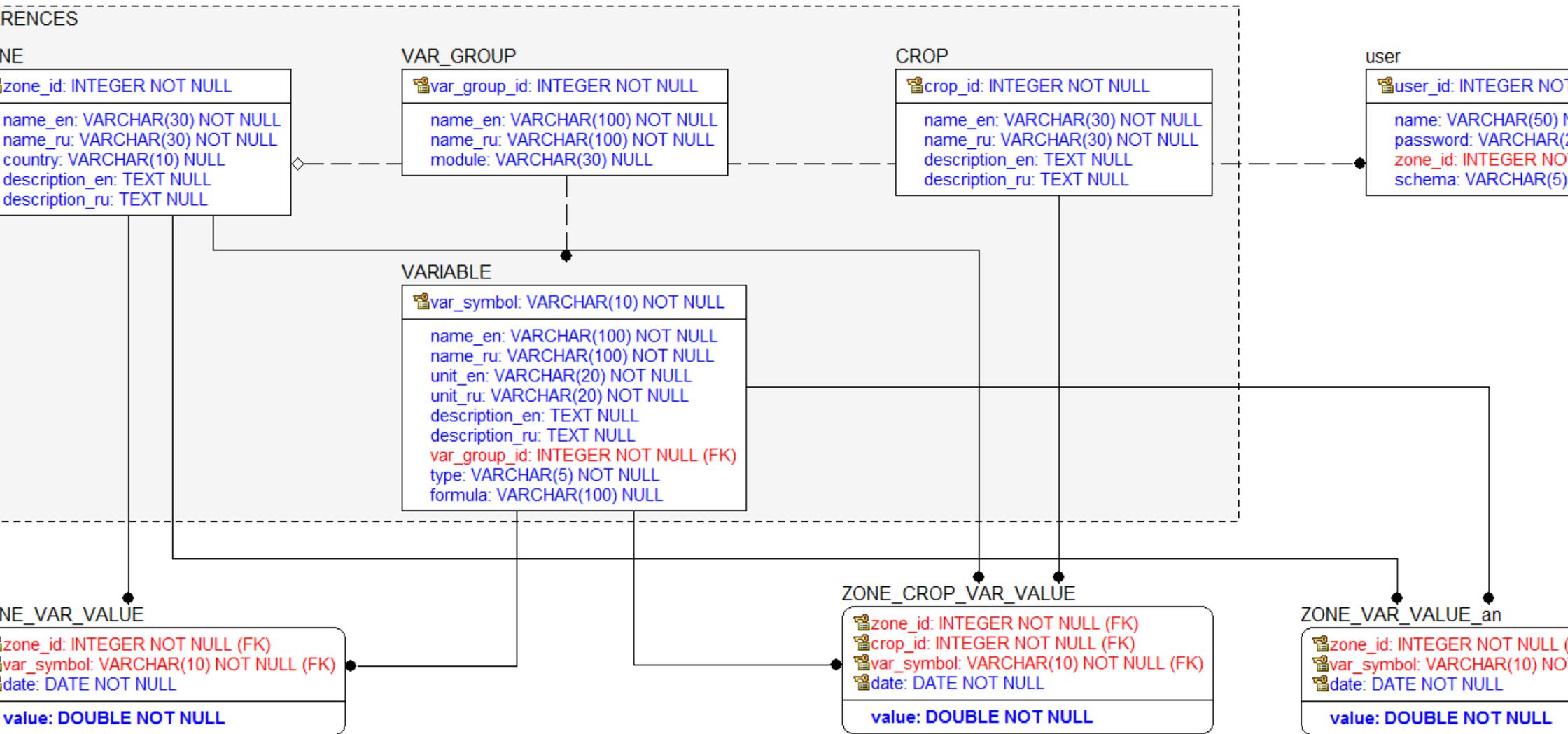
ZONE_CROP_VAR_VALUE

zone_id: INTEGER NOT NULL (FK)
crop_id: INTEGER NOT NULL (FK)
var_symbol: VARCHAR(10) NOT NULL (FK)
date: DATE NOT NULL

value: DOUBLE NOT NULL



Физическая модель базы данных



Средства и методологии разработки серверной части модели

Серверная часть модели реализована в виде хранимых процедур СУБД MariaDB 10.1 (MySQL)

Таблицы (12)

crop	16,0 KiB
user	32,0 KiB
variable	80,0 KiB
var_group	16,0 KiB
var_value_out	240,0 KiB
var_value_out_an	96,0 KiB
var_value_out_mod	96,0 KiB
zone	16,0 KiB
zone_crop_var_value	1,5 MiB
zone_crop_var_value_mod	16,0 KiB
zone_var_value	48,0 KiB
zone_var_value_an	48,0 KiB

Процедуры (17)

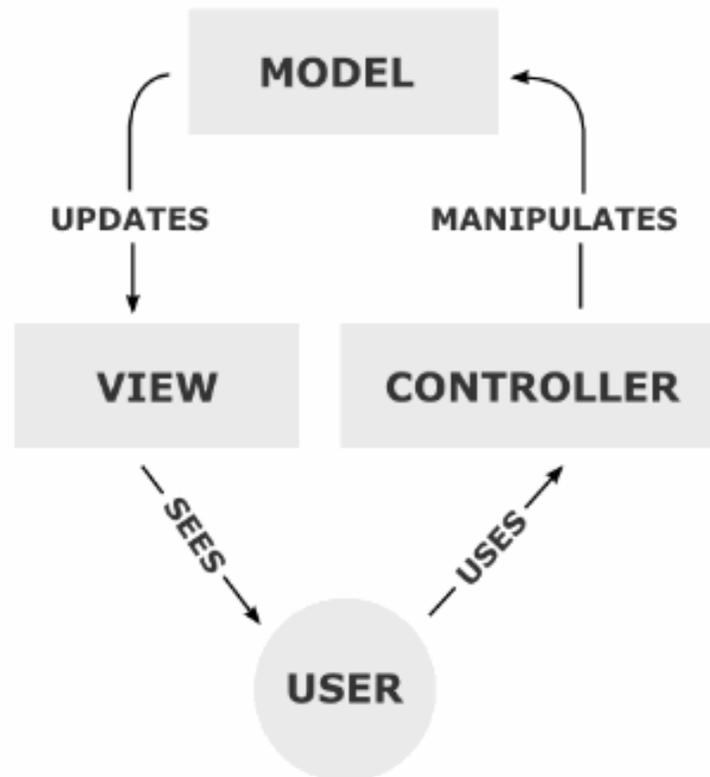
create_out
create_var_value_out
create_var_value_out_an
create_var_value_out_mod
get_crops
get_monthnames
get_type_var_groups
get_user_lang
get_user_zone
get_var_symbols_an
get_var_value_out
get_var_value_out_an
get_var_value_out_mod
get_years
get_zones
set_user_lang
set_user_zone

Описание основных хранимых процедур

Хранимая процедура	<code>create_var_value_*</code>	<code>get_var_value_*</code>
<code>out</code>	Расчет водного баланса	Выбор результатов расчета водного баланса
<code>out_mod</code>	Расчет продукции орошаемого земледелия и социально-экономическая оценка	Выбор результатов расчета
<code>out_an</code>	Анализ расчетных и фактических данных	Выбор результатов анализа
<code>get_*, set_*</code>	Дополнительные процедуры клиентской части модели	

Средства и методологии разработки клиентской части модели

Клиентская часть модели реализована с помощью веб-фреймворка Yii 2.0, использующего парадигму MVC



Описание основных компонентов MVC

Model	Controller		View	
Модель реализована в виде хранимых процедур СУБД	Контроллер SiteController		calculation	Представление результатов расчета водного баланса
	actionCalculation	Метод (контроллер) расчетов модели		calculationmod
	actionAnalysis	Метод (контроллер) анализа расчетных и фактических данных	analysis	Представление результатов анализа

Пример представления результатов расчета водного баланса

зону планирования > **Хорезмская** Расчет модели

уль > **Расчет водного баланса** | Расчет продукции орошаемого земледелия | Социально-экономическая оценка

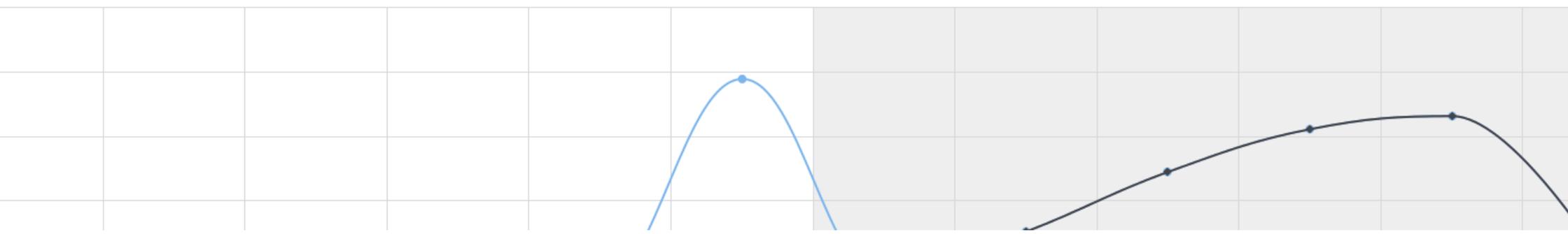
данных > **Входные данные** | Обработка данных | **Расчетные данные**

рологический год > 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | **2014** | 2015

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

ение возвратного стока | Урожайность | Экономика

Индикатор	Ед измерения	Формула	October	November	December	January	February	March	April	May	June	July	August	September	Межвегетация	Вегетация
Водозабор на орошение, включая промывку	млн куб. м/мес	$W_{irrfu}=W-WN_{ind}-WN_{dom}-WN_{oth}$	0.00	0.00	121.10	26.56	58.27	389.11	74.35	151.02	244.26	310.88	331.21	123.68	595.04	1235.40
Водозабор на орошение, исключая промывку	млн куб. м/мес	$W_{irr}=IF(W_{irrfu}-WN_{flu}>0,W_{irrfu}-WN_{flu},0)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.35	151.02	244.26	310.88	331.21	123.68	0.00	1235.40
Коэффициент орошения	млн куб. м/мес	$K_{irr}=W_{irr}/WN_{irr}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	6.00
Дефицит оросительной воды	млн куб. м/мес	$D_{irr}=IF(WN_{irr}-W_{irr}>=0,WN_{irr}-W_{irr},0)$	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
Избыток оросительной воды	млн куб. м/мес	$LO_{irr}=W_{irr}*(1-n)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	52.82	85.43	108.73	115.84	43.26	0.00	432.08



Пример представления результатов расчета продукции орошаемого земледелия

Зона планирования

Главная

Расчет модели

Анализ расчетных данных

Зону планирования > Хорезмская

Расчет модели

Расчет водного баланса | Расчет продукции орошаемого земледелия | Социально-экономическая оценка

Входные данные | Обработка данных | Расчетные данные

По зоне планирования | Хлопчатник | Пшеница | Рис | Кукуруза | Овощи | Сады | Кормовые | Прочие | Приусадебные

Показатель	Ед измерения	Формула	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Потеря культуры	т	$L_{O_c} =$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Потеря урожайности культуры	т/га	$L_{Y_c} =$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Потенциальный урожай	т	$O_c =$	265000.32	225120.00	261284.59	260099.90	258166.68	258166.68
Потенциальный урожай культуры	т	$O_{max_c} =$	265000.32	225120.00	261284.59	260099.90	258166.68	258166.68
Урожайность культуры	т/га	$Y_c =$	2.55	2.40	2.79	2.77	2.75	2.75



Пример представления результатов социально-экономической оценки

ЭКОНОМИКА

Зоны планирования

Главная

Расчет модели

Анализ расчетных данных

Зоны планирования > Хорезмская

Расчет модели

Расчет водного баланса

Расчет продукции орошаемого земледелия

Социально-экономическая оценка

Входные данные

Обработка данных

Расчетные данные

По зоне планирования

Хлопчатник

Пшеница

Рис

Кукуруза

Овощи

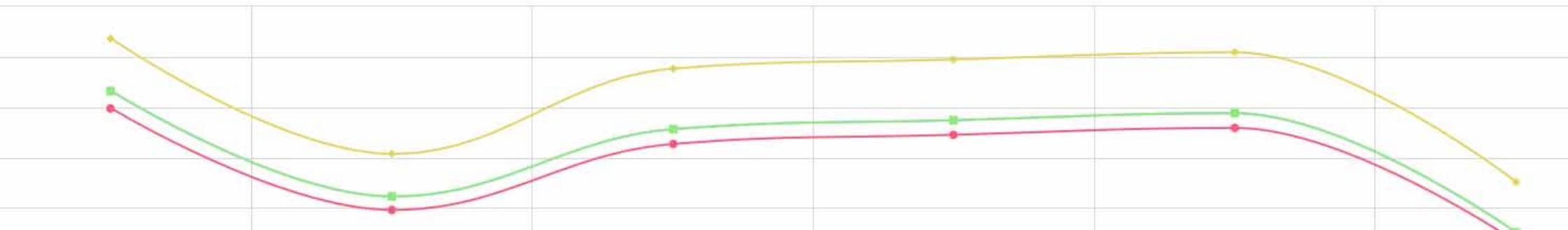
Сады

Кормовые

Прочие

Приусадебные

Показатель	Ед измерения	Формула	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Объем продукции орошаемого земледелия	\$	INC=	432099205.23	222606787.75	356311286.26	374220457.42	388017323.18	150889
Стоимость земли	\$/га	INC_f=	1533.35	1078.00	1554.59	1655.11	1711.44	1188.10
Максимальный доход в орошаемом земледелии	\$	INC_max=	432099205.23	222606787.75	356311286.26	374220457.42	388017323.18	150889
Стоимость оросительной воды	\$/куб. м	INC_w=	255186.31	222748.18	292745.17	303222.88	314082.85	243009
Затраты на орошаемом земледелии	\$	L_INC=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Стоимость производства орошаемого земледелия	\$	VA_irr=	397580965.23	195792907.75	326939066.26	345078277.42	358877663.18	132160
Стоимость производства и переработки орошаемого земледелия	\$	VA_irrp=	536241315.51	307364604.55	476716201.19	494762624.42	508966611.38	251534
Стоимость на человека	\$/чел	VA_irrp_m=	334.92	188.67	288.26	293.78	296.67	0.00



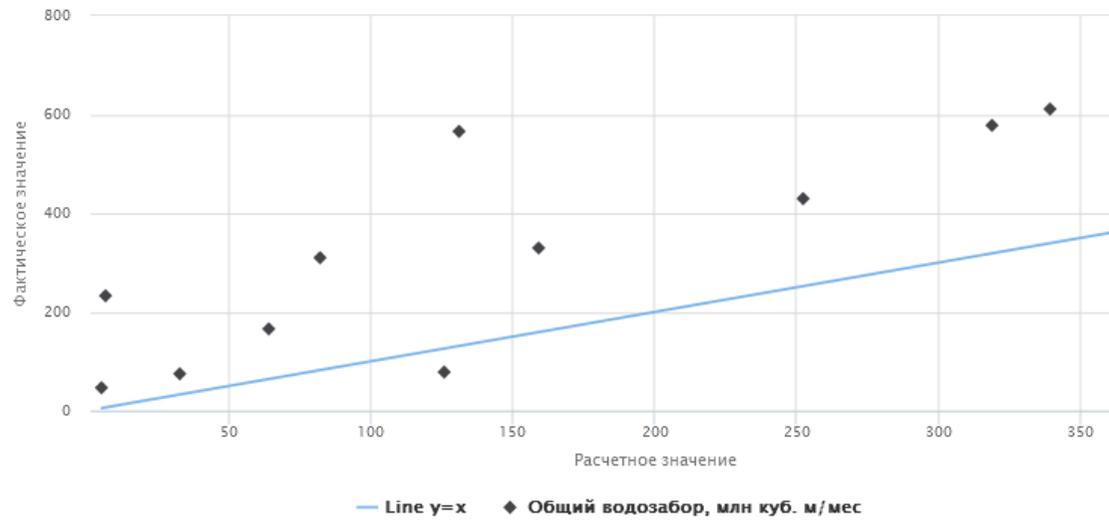
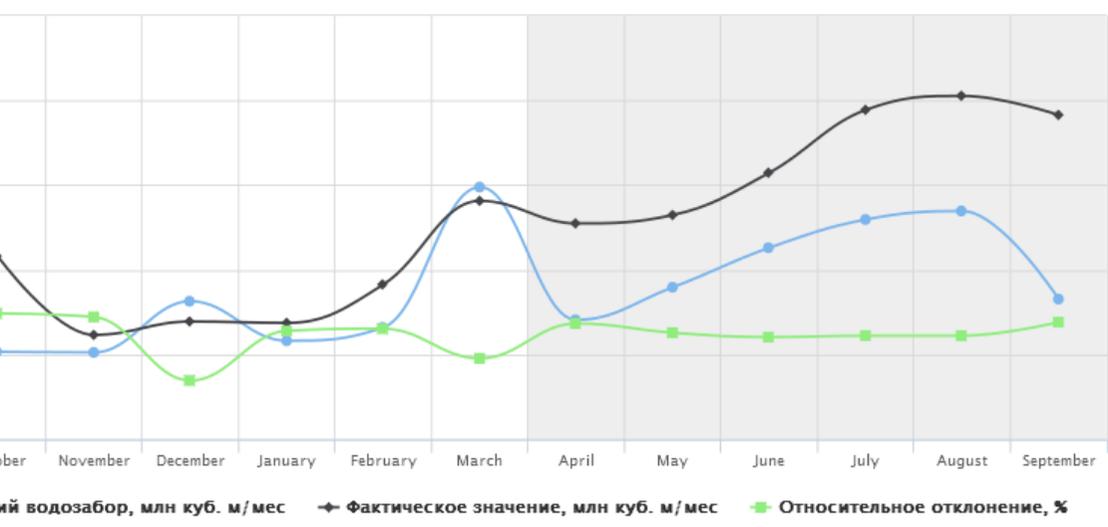
Пример представления результатов анализа расчетных и фактических данных

Зона планирования: Хорезмская

Календарный год: 2010 2011 2012 2013 **2014** 2015

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 - Сарыкаммышское озеро | Объем возвратного стока, поступающего в реки

Индикатор	Ед измерения	Формула	October	November	December	January	February	March	April	May	June	July	August	September	Межвегетация	Вегетация
Общий водозабор	млн куб. м/мес	$W=W_{tr}+W_{loc}+WP_{gr}+WP_{rp}$	6.77	5.15	126.04	32.75	64.34	395.59	82.12	159.07	252.31	319.04	339.17	131.12	630.64	1282.83
Фактическое значение	млн куб. м/мес	$fW=$	232.76	46.46	78.23	74.75	165.72	363.06	309.88	329.63	429.57	578.01	611.17	565.86	960.98	2824.12
Относительное отклонение	%	$rW=(fW-W)/fW$	97.09	88.92	-61.11	56.19	61.18	-8.96	73.50	51.74	41.27	44.80	44.50	76.83	34.38	54.58





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



Спасибо за внимание!

Хафазов Руслан
ruslan.khafazov@gmail.com