



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



Заключительный семинар по проекту PEER  
«Инструменты и рекомендации по адаптации управления трансграничными водными  
ресурсами бассейна Амударьи к климатическим изменениям и вызовам будущего»  
31 января – 1 февраля 2018 г. Ташкент, Узбекистан

Сессия 2. Основные результаты проекта PEER

Проект PEER и комплексный инновационный подход к оценке:  
введение в проект, методология и инструменты исследований,  
сценарии

Анатолий Сорокин, начальник отдела научных исследований НИЦ МКВК

[sda.sic.icwc@gmail.com](mailto:sda.sic.icwc@gmail.com)



Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным изменениям климата"



**Заказчик:** Агентство США по международному развитию (ЮСАИД).

**Исполнитель:** Научно-информационный центр МКВК

**Со-исполнители:** БВО «Амударья», аналитическое агентство «Ynanch-Vera» Туркменистан. К участию в проекте привлечены отдельные эксперты из Узбекистана, Таджикистана и США.

**Администрирует реализацию проекта** Национальная академия наук США (NSF).

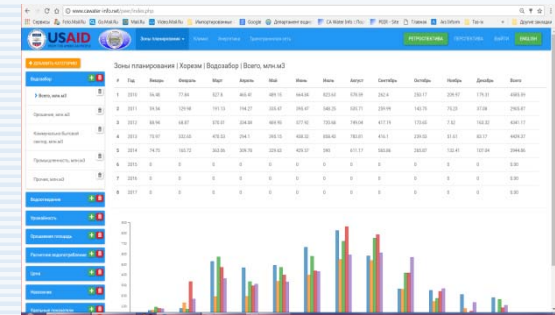
**Проект выполняется в рамках четвертого цикла программы «Партнерство для усиленного вовлечения в исследования» (PEER)** при поддержке Агентства США по международному развитию (ЮСАИД).

**Сроки реализации:** 1 ноября 2015 г. - 31 декабря 2017 г.

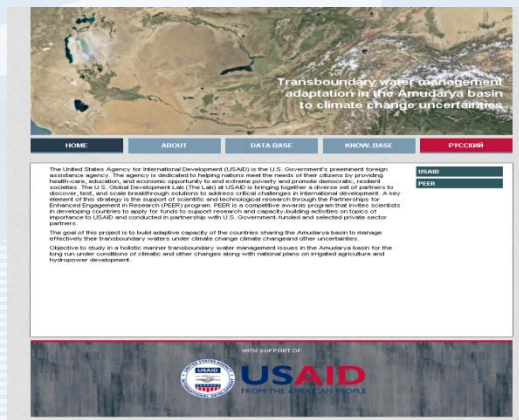
**Цель проекта** - комплексное исследование вопросов

управления водными ресурсами трансграничных рек бассейна Амударьи на перспективу в условиях климатических и иных изменений в увязке с национальными планами развития орошаемого земледелия и гидроэнергетики.

**Проект реализован в 4 этапа:** подготовительный период, исследования, численные эксперименты, распространение результатов



База Данных проекта PEER



Web-site.  
<http://cawater-info.net/projects/peer-amudarya/>



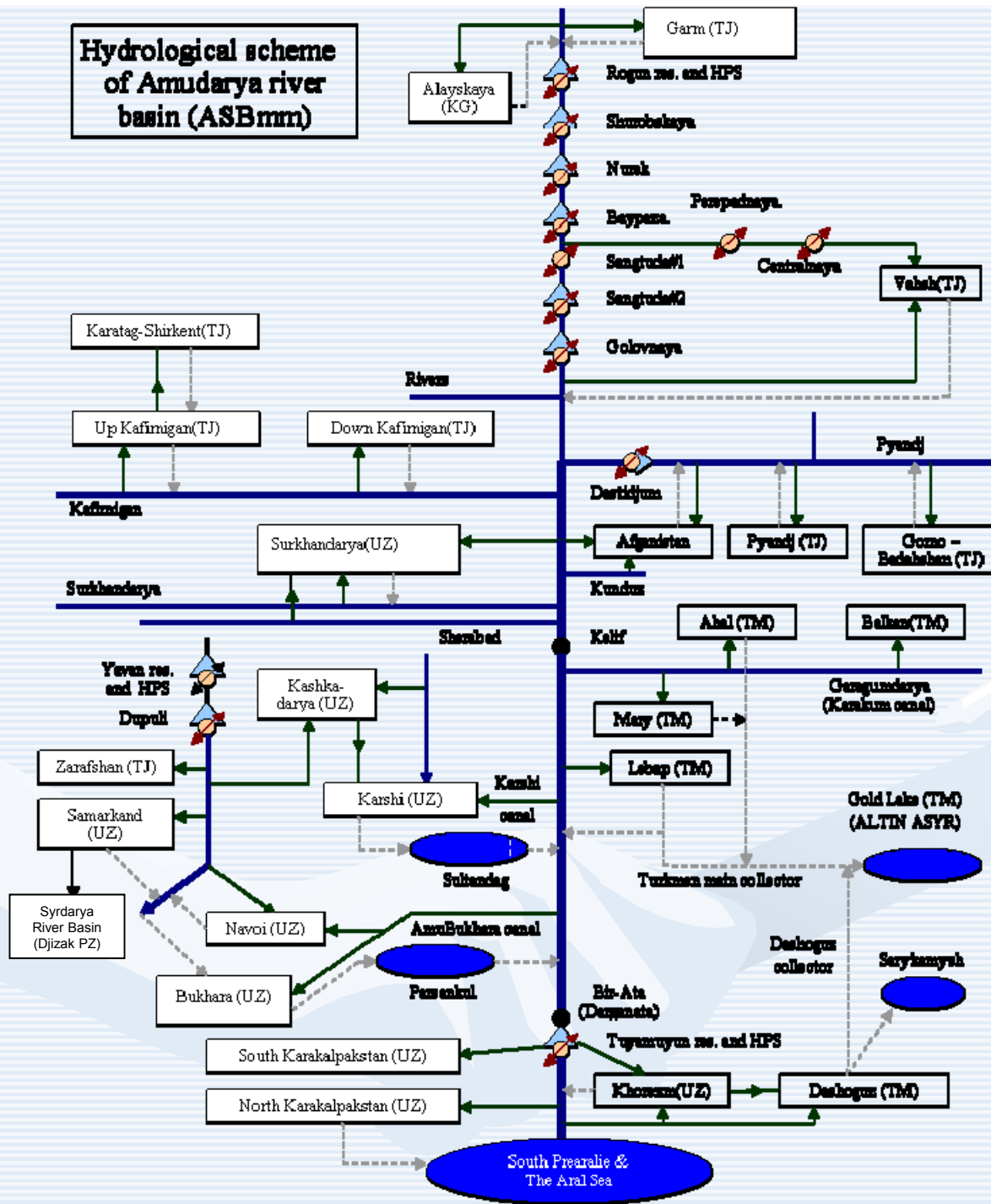
Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



## Методология:

- районирование бассейна и выделение объектов для исследования,
- анализ ИУВР и постановка задач,
- использование системного подхода, как метода решения проблем (задач), в котором делаются попытки построить копии реальной ситуации в будущем (модели + сочетание сценариев) с тем , чтобы в результате численных экспериментов получить понимание возможного развития бассейна и его отдельных территорий (оценку)
- имитационное моделирование + оптимизация,
- исследование альтернатив (режимы ГЭС, социально-экономические сценарии),
- исследование негативных и позитивных последствий влияния климатических изменений,
- поиск эффективных региональных решений на основе сотрудничества,
- разработка рекомендаций по адаптации управления водными ресурсами к изменению климата

# Hydrological scheme of Amudarya river basin (ASBmm)



## Объекты исследования

1. Реки – сток рек, элементы руслового баланса
2. Водохранилища и ГЭС – режимы, энергетический баланс
3. Орошаемые площади и с/х культуры в пределах ЗП – требования на воду, продуктивность оросительной воды и 1га, режим орошения

**ЗП** – зона планирования, адм.область страны или часть ее





**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным изменениям климата"



# Planning Zones of the Amudarya basin

Зоны планирования Хатлонской области Республики Таджикистан



Зоны планирования Районы РТ подчинения Республики Таджикистан



Зоны планирования Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областей Республики Узбекистан



Бухарская и Навоийская ЗП (области) Республики Узбекистан



Зоны планирования Туркменистана Территория влияния Гарагумьдарьи (Каракумского канала)



Расположение метеостанций в бассейне реки Амударьи (Низовья)







Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



## Задачи:

1. разработка расчетного инструмента (модели),
2. информационное обеспечение (данные, БД),
3. проведение исследований и численных экспериментов
  - моделирование рядов стока рек
  - моделирование режимов ГЭС & водохранилищ, энергетического баланса
  - моделирование водопотребления с/х культур
  - моделирование руслового баланса рек (потери, КДС, подача в Арал и др.)
  - моделирование водного баланса и продуктивности зон планирования
4. комплексная оценка воздействия климата и других факторов на бассейн
5. правовая и институциональная оценка
6. разработка рекомендаций
7. распространение результатов проекта



В рамках проекта разработана компьютерная модель расчета водопотребления областей стран бассейна – PZm (<http://cawater-info.net/pzm/basic/web>), что позволило оценить влияние климата во взаимодействии с различными сценариями водохозяйственного, аграрного, экологического и энергетического развития стран бассейна.

Модель создана в соответствии с требованиями семейства методологий моделирования сложных систем IDEF (Integrated Computer-Aided Manufacturing), разработанной в США.

Выполнено усиление информационно-программного web-комплекса ASBmm – модели бассейна Аральского моря (<http://asbmm.uz>) включением в нее PZm.



Здравствуйте, admin

[Перейти на главную](#)

[Выйти](#)

### Выбор стратегии пользователя (Справка)

Рус / [Eng](#)

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО СИСТЕМЕ



## Информация о проекте



Название: test 2

Задача 2: Оценка водопотребления и ...

## Отчеты

У вас еще нет отчетов.

[Управление отчетами »](#)

ВЫБОР ЗОНЫ ПЛАНИРОВАНИЯ	ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТА ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ	ВЫБОР СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СЦЕНАРИЯ
<input type="text" value="Хорезмская"/>	<input type="text" value="75%"/>	<input type="text" value="BAU"/>
		<input checked="" type="checkbox"/> С учетом инноваций

Расчет модели



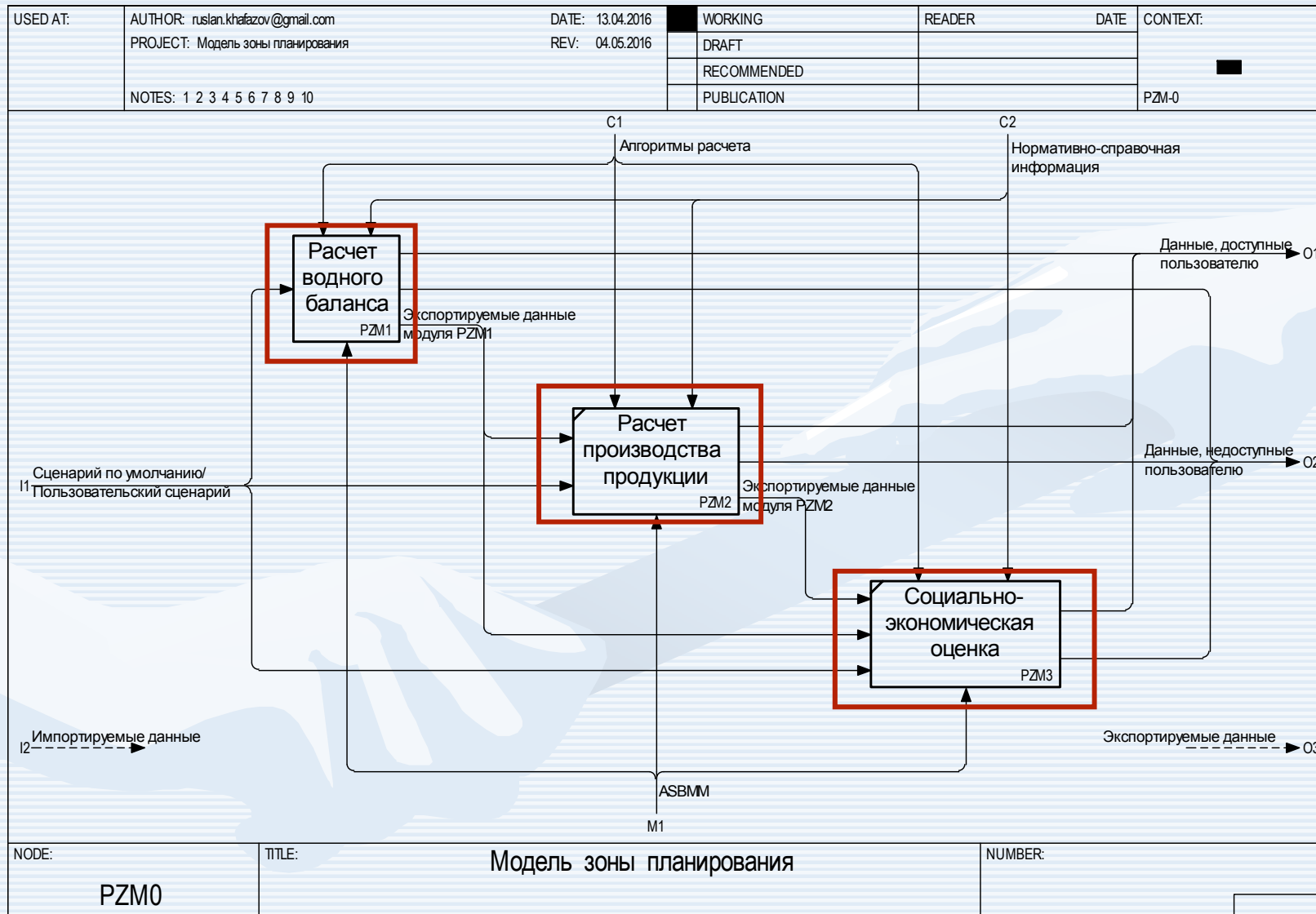


**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



# Decomposition diagram for Planning Zone model



# PZm Interface: output data, water balance indicators

Главная x Model calculation x

www.asbmm.uz:2016/index.php?site%2Fcalculation&type=out&var\_group\_id=0

Select planning zone > **Khorezm** Model calculation

Select module > **Water balance** Agricultural yield Socio-economic assessment

Select data type > Input data Data processing **Output data**

Select hydrological year > 2010 2011 2012 2013 **2014** 2015

Select group > **All indicators** Estimated water use and water deficit Estimated water withdrawal from transboundary and local sources Estimated water withdrawal for irrigation Generation of return flow Distribution of return flow Yield Economics

Total 18 items.

Name	Unit	Formula	October	November	December	January	February	March	April	May	June	July	August	September	Non Growing	Growing	Year Sum
Total water withdrawal	Mm3/month	$W=W_{tr}+W_{loc}+WP_{gr}+WP_{rp}$	2.99	8.52	126.04	32.75	64.34	399.99	212.00	334.15	430.06	469.28	484.58	228.34	634.63	2158.41	2793.04
Water deficit	Mm3/month	$D=IF(WN-W>=0,WN-W,0)$	0.00	0.00	307.25	359.07	327.12	0.00	0.00	41.63	0.00	0.00	0.00	0.00	993.44	41.63	1035.07
Water excess	Mm3/month	$E=IF(W-WN>=0,W-WN,0)$	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	0.00
Water withdrawal from local sources	Mm3/month	$W_{loc}=IF(WP_{loc}<=WN-WP_{gr}-WP_{rp}+V_r-W_{tr},WP_{loc},WN-WP_{gr}-WP_{rp}+V_r-W_{tr})$	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
Water withdrawal from transboundary sources	Mm3/month	$W_{tr}=IF(WP_{tr}<=WN-WP_{gr}-WP_{rp}+V_r-W_{tr},WN-WP_{gr}-WP_{rp}+V_r)$	2.99	8.52	126.04	32.75	64.34	399.99	212.00	334.15	430.06	469.28	484.58	228.34	634.63	2158.41	2793.04
Available water for irrigated land	Mm3/month	$K_{irr}=W_{irr}/WN_{irr}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	5.89	5.89
Irrigation water deficit	Mm3/month	$D_{irr}=IF(WN_{irr}-W_{irr}>=0,WN_{irr}-W_{irr},0)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.63	41.63
Irrigation water losses	Mm3/month	$LO_{irr}=W_{irr}*(1-n)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.91	114.02	147.47	159.68	165.77	78.00	0.00	736.85	736.85
Irrigation water withdrawal, excluding leaching	Mm3/month	$W_{irr}=IF(W_{irrfu}-WN_{irrfu}>0,W_{irrfu}-WN_{irrfu},0)$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	205.60	325.99	421.63	456.55	473.97	223.01	0.00	2106.75	2106.75
Irrigation water withdrawal, including leaching	Mm3/month	$W_{irrfu}=W_{irr}-WN_{ind}-WN_{dom}-WN_{oth}$	0.00	0.00	118.08	30.03	61.98	389.11	205.60	325.99	421.63	456.55	473.97	223.01	599.20	2106.75	2705.95
Amount of drainage water generated from irrigation water use	Mm3/month	$W_{dr}=W_{irrfu}*a_{dr}+W_{irrfu}*b_{dr}+c_{dr}$	98.20	98.20	140.87	109.05	120.60	238.82	199.25	236.94	266.87	277.80	283.25	204.70	805.74	1468.81	2274.55
Amount of return water	Mm3/month	$W_{ret}=W_{drwas}+W_{h}+E$	101.14	103.64	146.06	111.87	123.25	245.34	203.74	242.22	272.27	285.15	289.64	208.70	831.30	1501.72	2333.02
Amount of wastewater from non-irrigation water use	Mm3/month	$W_{was}=a_{was}*(WN_{ind}+WN_{dom}+WN_{oth})+b_{was}$	2.94	5.44	5.19	2.81	2.65	6.51	4.48	5.28	5.40	7.35	6.39	4.00	25.54	32.90	58.44
Idle discharge from local water sources	Mm3/month	$W_{h}=IF(WR_{loc}-W_{loc}>=0,WR_{loc}-W_{loc},0)$	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	0.00
Total amount of drainage water and wastewater	Mm3/month	$W_{drwas}=W_{dr}+W_{was}$	101.14	103.64	146.06	111.87	123.25	245.34	203.74	242.22	272.27	285.15	289.64	208.70	831.30	1501.72	2333.02
Amount of return water discharged into lakes and depressions	Mm3/month	$W_{drl}=K_{drl}*(W_{ret}+W_{drfrom}-WP_{rp})$	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
Amount of return water discharged into rivers	Mm3/month	$W_{dtr}=K_{dtr}*(W_{ret}+W_{drfrom}-WP_{rp})$	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
Amount of return water flowing to neighboring PZs	Mm3/month	$W_{dto}=K_{dto}*(W_{ret}+W_{drfrom}-WP_{rp})$	4.76	5.54	54.13	16.65	4.76	33.27	14.45	12.36	12.21	24.33	29.42	21.17	119.11	113.94	233.05

© SIC ICWC 2017

9:53 29.03.2017



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



## Модель оптимизации состава с/х культур

- Расчет валового сбора продукции, полученной на орошаемых землях (для каждой с/х культуры) и потерь продукции при дефицитах воды (в тоннах и \$),
- Расчет кормов (в тоннах и кормовых единицах) и их распределение для мясного и молочного животноводства,
- Расчет молочной и мясной продукции, полученных с пастбищ и с орошаемых земель (в тоннах и \$ ),
- Расчет продуктов питания (в тоннах и калориях) и баланса калорий,
- Расчет добавленной стоимости, получаемой в орошаемом земледелии в пределах ЗП, а также в секторах переработки и сфере услуг (в \$)

Для **оптимизации** могут быть использованы различные схемы назначения граничных, начальных условий и следующие критерии:

- максимум валового сбора продукции, полученной на орошаемых землях,
- максимум отношения валового сбора (в \$) к объему используемой воды (м<sup>3</sup>) или величине орошаемой площади (га), на 1 человека
- максимум добавленной стоимости, получаемой в орошаемом земледелии (\$),
- минимум стандартного квадратичного отклонения удельных производственных показателей продуктов питания от нормы продовольственной корзины принятой для Центрально Азиатского региона



Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным изменениям климата"



## Гидроэнергетическая модель включает компьютерные программы:

1. Оптимизации работы Нурекской ГЭС, - реализована в системе GAMS;
2. Расчета работы Нурекской ГЭС и выработки электроэнергии на Вахшском каскаде - реализована в MS Excel.

2019-2020	oct	nov	dec	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	avg	sep	oct-mar	apr-sep	oct-sep
Inflow, mcm	763	578	498	437	409	579	1161	1829	3344	3857	3321	1729	3263	15241	18505
Rule Curve	0,99	0,96	0,87	0,73	0,65	0,58	0,57	0,61	0,72	0,82	0,94	0,99	0,80	0,78	0,79
Res.vol. 1, mcm	10537	10485	10094	9175	7716	6871	6131	6025	6448	7610	8667	9936	9146	7469	8308
Res.vol. 2, mcm	10485	10094	9175	7716	6871	6131	6025	6448	7610	8667	9936	10469	8412	8193	8302
Avg.Res.vol, mcm	10511	10290	9635	8445	7293	6501	6078	6236	7029	8139	9302	10202	8779	7831	8305
Avg.Res. H, m	911	908	901	887	874	866	861	863	872	884	897	907	891	881	886
Outflow, mcm	815	969	1418	1895	1254	1318	1267	1407	2181	2800	2053	1196	7670	10903	18573
Outflow, m3/s	304	374	529	708	519	492	489	525	841	1045	766	461	488	688	588
dH = H-Hout, m	266	263	255	241	229	220	215	217	225	237	250	262	246	234	240
K	8,59	8,61	8,67	8,76	8,84	8,90	8,93	8,92	8,87	8,79	8,70	8,62	9	9	9
Qhps_, m3/s	304	374	529	708	519	492	489	525	841	1045	766	461	488	688	588
N, MWh	695	847	1169	1493	1049	964	940	1016	1677	2174	1669	1040	1036	1419	1228
Enurek, mkwth	517	610	870	1111	705	717	677	756	1207	1617	1241	749	4529	6248	10777
Evahsh, mkwth	185	212	272	340	267	257	256	270	392	471	363	245	1533	1997	3530
E, mkwth	702	821	1142	1451	972	974	933	1026	1599	2088	1605	994	6062	8245	14307
q = Out / Enur, m/kwth	1,58	1,59	1,63	1,71	1,78	1,84	1,87	1,86	1,81	1,73	1,65	1,60	1,69	1,75	1,72



Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



## Адаптация ASBmm в рамках проекта PEER:

- Совершенствование пользовательского интерфейса ASBmm
- Разработка и включение в ASBmm новой модели ЗП, дополненную новыми для пользователя возможностями
- Адаптация модели распределения водных ресурсов к новому интерфейсу ASBmm + гидроэнергетическая модель Вахшского каскада ГЭС
- Интеграция в ASBmm модели оптимизации состава с/х культур ЗП



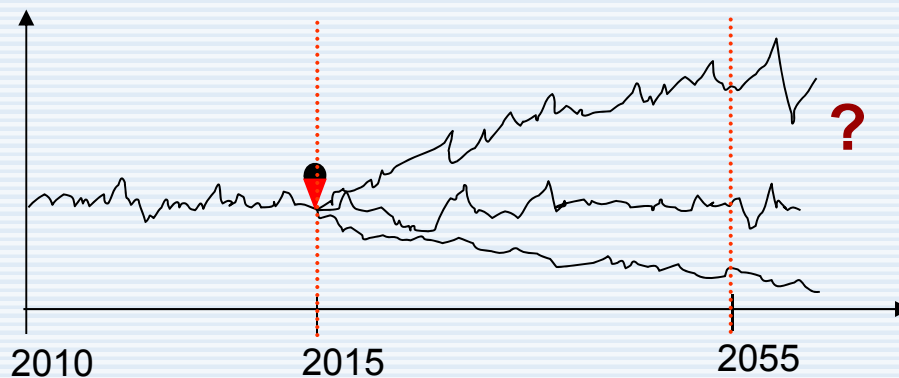


**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



## СЦЕНАРИИ



**7.**Требования **Афганистана** – рост водозабора на 3 км<sup>3</sup> по сравнению с современным уровнем

**8.**Прекращение сброса КДВ в Амударью со стороны Туркменистана (**сценарий озера "Золотого века"**)

**9.**Ограничение: водозабор их Амударьи – не выше современных лимитов

**10.**Требование Приаралья 8 км<sup>3</sup> для среднего по водности года

**1.**Влияние климата учтено по сценарию **REMO 0406 / A1B** – данные проекта **CAWa (GFZ, University of Wurzburg)**

**2.**Расчет водопотребления с/х культур – по климатическим данным сценария **REMO 0406**

**3.**Ряды стока рек смоделированы по сценарию продолжения существующих естественных циклов + **поправка на климат**

**4.**Состав с/х культур определен по сценариям **BAU** (сохранение существующих тенденций), **FSD** (продовольственная безопасность), **ESA** (ориентация на экспорт)

**5.****Внедрение инноваций** (капельное орошение и др.) – по сценариям **BAU, FSD, ESA**

**6.**Сценарии работы Нурекской ГЭС – по режимам: **энергетический** (max э/э в зимнее время), **энерго-ирригационный** (max э/э за год)



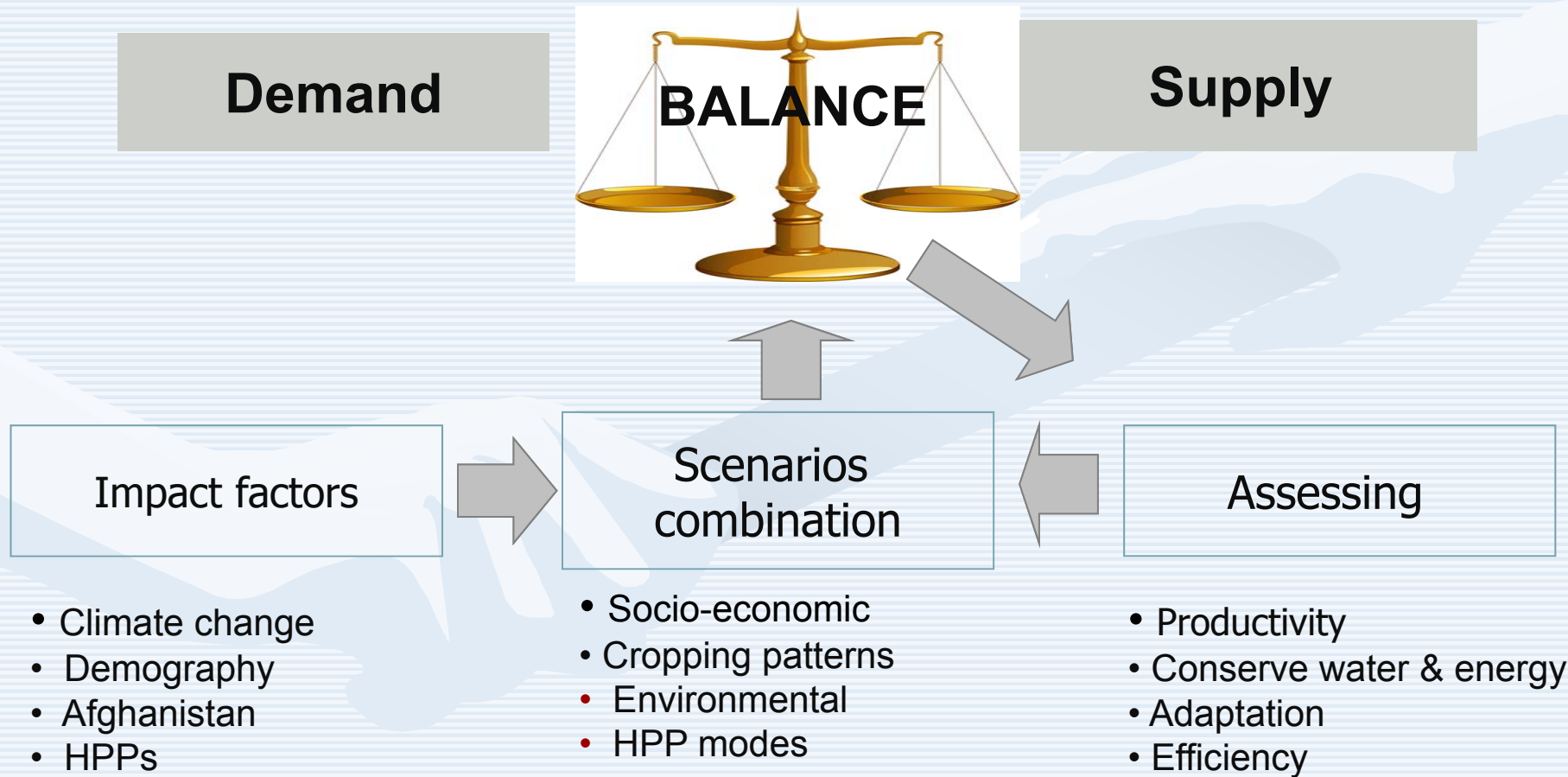
**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным изменениям климата"



# Scenarios investigation scheme

## Provision with Water & Energy





Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным изменениям климата"

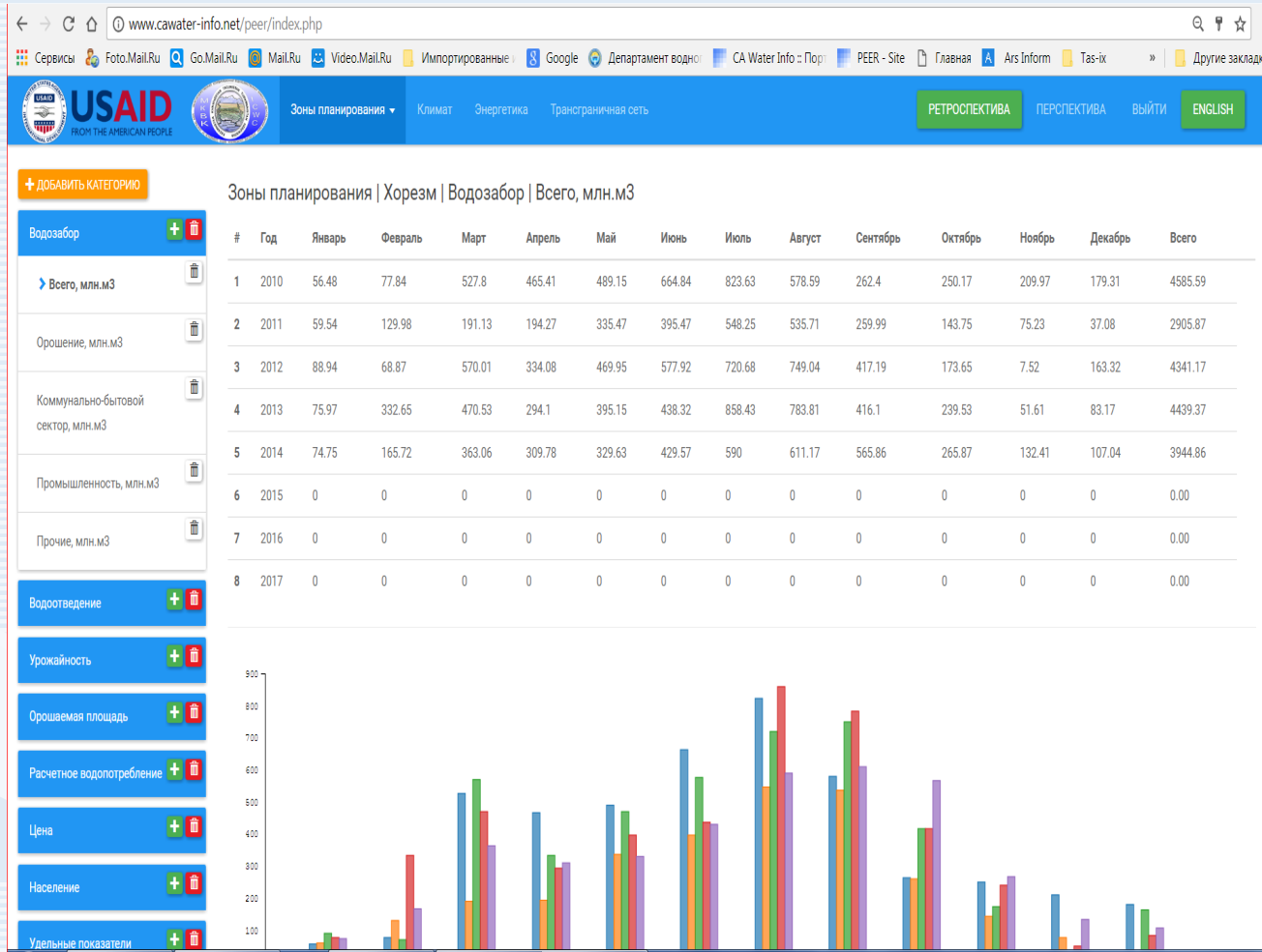


Климатические сценарии и сценарии стока рек	Сценарии размещения с/х культур и внедрения инноваций (капельное орошение и др.)	Режимы Нурекской ГЭС		Требования /ограничения		
		Энергетический	Энерго-ирригационный			
Климат 2010-2015 г, сток рек - по продолжению существующего цикла	BAU	Case 1a	Case 2a	Афганистан	Озеро "Золотого века"	Приаралье
	FSD	Case 1b	Case 2b			
	ESA	Case 1c	Case 2c			
REMO 0406	BAU	Case 3a	Case 4a			
	FSD	Case 3b	Case 4b			
	ESA	Case 3c	Case 4c			



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



## База Данных

Информация из БД проекта PEER может быть использована широким кругом заинтересованных лиц, начиная от студенческой аудитории до специалистов, занимающихся перспективным планированием и построением сценариев развития отдельных зон, стран и бассейна в целом.

БД расположена на сервере НИЦ МКВК и доступна в интернете по адресу <http://cawater-info.net/peer>.



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Проект PEER - "Адаптация управления водными ресурсами  
трансграничных вод бассейна Амударьи к возможным  
изменениям климата"



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

