



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



## **Research report**

### **2. Research**

#### **2.1 ASBmm adjustment**

Руководитель проекта, проф.

В.А.Духовный

Исполнитель

А.Г.Сорокин

Ташкент, октябрь 2016 г

## Содержание

Введение

1. Водный баланс зон планирования

2. Оценка русловых потерь

3. Внесение изменений в комплекс ASBmm

Заключение

Приложение

## Введение

В отчете приводится часть результатов второго этапа исследований: оценка водного баланса ЗП, оценка русловых потерь Амударьи, а также информация о тех изменениях, которые вносятся в комплекс ASBmm.

### 1. Водный баланс зон планирования

Основная цель составления водных балансов (ВБ) бассейна Амударьи за базовый период времени (2010-2015 гг): выявить особенности формирования водных ресурсов в бассейне, их распределения по территории бассейна и сезонам времени, оценить возвратный сток, определить потери и невязки (неучтенный приток воды или потери). Невязки ВБ в границах зон планирования (ЗП) характеризуют потери водных ресурсов в ЗП, а также неточности в оценке статей ВБ, таких, как: использование местных водных ресурсов, коллекторно-дренажные воды (КДВ), регулирование стока. Невязки ВБ, сведенного по рекам и их участкам, включая водохранилища, характеризуют неточности вычисления бокового притока, а также русловые потери, а на некоторых участках – неучтенный приток в русло реки, а также потери в водохранилищах (на испарение и фильтрацию); для реки Амударьи невязка стока в разрезе отдельных декад или дней может характеризовать неточность расчета изменений объемов воды в русле и пойме реки – “регулирование стока рекой” (динамический фактор). Анализ ВБ в целом по бассейну и его отдельным участкам, ЗП на данных базового периода (2010-2015 гг) позволяет выявлять невязки ВБ и калибровать модель ЗП. Для того, чтобы минимизировать невязки ВБ по ЗП и по участкам рек, необходимо, прежде всего, в статьи ВБ включить функции потерь, отражающие особенности формирования потерь в ЗП и на участках рек, влияние на потери водности отдельных сезонов гидрологического года (смотрите раздел 2 данного отчета, а также отчет по тестированию модели ЗП, Р.Хафазов). Калибровка модели ЗП в настоящее время выполнена на ЗП нижнего течения Амударьи и будет продолжена в 2017 году. Откалиброванная модель ЗП позволит минимизировать ошибки составления ВБ по ЗП на 2016-2055 годы и верно оценивать баланс “водные ресурсы – спрос на воду” для различных сценариев развития ЗП в условиях климатических изменений.

ВБ составлены по отдельным ЗП, в увязке с водохозяйственными районами (ВХР) бассейна Амударьи, по участкам реки Амударья и ее основным притокам (Вахш, Пяндж, Кафирниган, Сурхандарья). Сток рек, не впадающих в реку Амударью, но питающих ЗП (включенные в состав исследований РЕЕР), таких как, Заравшан, Кашкадарья, Мургаб, Теджен, учтены при составлении ВБ ЗП по категории “местные ресурсы”. Реки Афганистана Кокча (левый приток Пянджа) и Кундуз (левый приток Амударьи) учтены в Афганской ЗП. Для составления ВБ (в границах ответственности РЕЕР) бассейн Амударьи был разбит на: i) верхнее, ii) среднее, iii) нижнее течения. Передача водных ресурсов с верхнего течения в среднее по реке Амударья осуществляется по створу выше Гарагумдарьи (водозабора в Каракумский канал), с среднего течения в нижнее – по гидрологическому посту (г/п) Бирата (Дарганата), характеризующему приток в Тюямуюнский гидроузел (ТМГУ). В верхнем течении расположены: 1) Алайская ЗП, входящая в Ошскую область Кыргызстана (KG), 2) Вахшская, Пянджская, Нижне-

Кафирниганская ЗП, входящие в Хатлонскую область Таджикистана (ТJ), 3) Верхне-Кафирниганская, Каратаг-Ширкентская, Гармская ЗП, входящие в Районы Республиканского Подчинения – РРП (ТJ), 4) Горно-Бадахшанская ЗП (ТJ), 5) Сурхандарьинская ЗП (область) Республики Узбекистан (UZ). В среднем течении расположены: 1) Каршинская, Бухарская, Навоийская ЗП (UZ), 2) Лебапская, Марыйская, Ахалская ЗП – Туркменистан (TU). Балканская ЗП (TU) не входит в бассейн реки Амударьи (она относится к бассейну Каспийского моря), но ее требования к стоку Гарагумдарьи (Каракумского канала) учитываются при составлении водного баланса. Каршинская ЗП (UZ) является частью Кашкадарьинской области Республики Узбекистан, зоной нового орошения, питающейся, главным образом, из реки Амударьи по Каршинскому магистральному каналу (КМК). Каршинскую ЗП составляют Мубарекский, Миришкорский, Касансайский, Касбийский, Каршинский, Бахаристанский и Нишанский районы Кашкадарьинской области. Бухарская ЗП (UZ) питается в основном из реки Амударьи по Амубухарскому магистральному каналу (АБМК) и частично из реки Заравшан. Главный источник воды для Навоийской ЗП – река Заравшан и только незначительная часть воды из системы АБМК поступает в Навоийскую ЗП. В нижнем течении расположены: 1) Дашогузская ЗП (TU), 2) Хорезмская ЗП (UZ), 3) Зоны планирования Каракалпакистана – Северная и Южная (UZ). Элликанский, Берунийский, Амударьинский и Туркульские районы Каракалпакистана образуют ЗП Южный Каракалпакистан, остальные районы – Северный Каракалпакистан (UZ).

Важной особенностью водозабора в среднем течении Амударьи является наличие крупнейших магистральных каналов-трансферов (Гарагумдарья, КМК, АБМК), забирающих воду с помощью бесплотинных водозаборов и транспортирующих речную воду на большое расстояние. В сети этих каналов находятся наливные внутрисистемные водохранилища, которые являются ирригационными регуляторами. Такая система позволяет часть воды на орошение забирать из Амударьи в межвегетационный период (октябрь-март), накапливать воду в межсистемных водохранилищах, и потом, в вегетационный период (апрель-сентябрь) сбрасывать в оросительную сеть, к той воде, которая поступает в вегетацию из Амударьи по местным рекам каналам. Водные балансы КМК, АБМК представлены в таблицах 1.8-1.10.

### Русловой баланс

Водный баланс реки Амударьи за базовый период (2010-2015 гг) представлен в таблице 1.1. В таблицах 1.2-1.6 приводятся годовые водные балансы реки Амударьи и ее основных притоков, увязанных между собой, составленных для среднего по водности года и маловодного (года 90 % обеспеченности). Функции возвратного стока (отчет по позиции 2.1 “Оценка русловых потерь и возвратного стока по участкам реки Амударья”, А.Назарий) определены по участкам реки, по стоку коллекторов, впадающих в реку, в зависимости от водозабора из реки; сток коллекторов и водозабора суммировались по зонам планирования. Функции русловых потерь приняты по зависимостям невязок руслового баланса от стока воды в реке в начале балансового участка; получены по данным русловых балансов, составленных за 1991-2016 годы (раздел 2, рисунки 2.3, 2.3а, 2.4, 2.4а). Функции потерь воды в водохранилищах Тюямуюнского гидроузла (ТМГУ) - суммарные потери на испарение и фильтрационный поток, определены от объема воды в водохранилищах (среднего за период), - представлены в разделе 2 на рисунках 2.6 и 2.6а.

Таблица 1.1 Русловой баланс Амударьи за базовый период

Элементы руслового баланса, млн.куб.м	2010-2011			2011-2012			2012-2013			2013-2014			2014-2015		
	окт- мар	апр- сен	год	окт- мар	апр- сен	год	окт- мар	апр- сен	год	окт- мар	апр- сен	год	окт- мар	апр- сен	год
<b>ВЕРХНЕЕ ТЕЧЕНИЕ</b>															
1.Располагаемые водные ресурсы *	1777 3	3357 0	5134 4	1769 4	5321 5	7090 9	2158 9	3935 4	6094 3	1648 6	4240 6	5889 2	1960 7	5220 5	7181 2
2.Водозабор	2281	6082	8364	1975	5817	7791	2135	5572	7707	2101	5679	7780	2088	5925	8013
2.1. Из реки Вахш	2059	4334	6393	1797	4143	5940	1819	3923	5742	1866	4100	5966	1787	4312	6098
2.2. Из реки Пяндж	150	1238	1388	118	1218	1336	247	1171	1419	191	1196	1387	236	1254	1491
2.3. Из реки Кафирниган	72	511	583	60	456	516	69	478	547	44	383	427	65	359	424
2.4. Из Амударьи	322	861	1182	234	692	926	371	696	1068	381	936	1317	338	828	1166
3.Сброс КДВ в Амударью	226	234	460	372	1407	1779	283	493	776	266	448	714	291	821	1112
4.Амударья: створ выше Гарагумдарьи	1571 8	2772 2	4344 0	1609 2	4880 5	6489 7	1973 6	3427 5	5401 1	1465 1	3717 5	5182 6	1781 0	4710 1	6491 1
<b>СРЕДНЕЕ ТЕЧЕНИЕ</b>															
8.Водозабор из Амударьи в Туркменистан	4703	7814	1251 7	4776	9370	1414 6	5023	9241	1426 5	4811	9395	1420 7	5055	1008 5	1514 0
8.1.Гарагумдарья	3399	5566	8964	3620	6913	1053 3	3807	6695	1050 2	3582	6726	1030 8	3777	7366	1114 3
8.2.Лебапская ЗП	1304	2248	3552	1156	2457	3613	1216	2547	3763	1229	2670	3899	1278	2720	3998

9.Водозабор из Амударьи в Узбекистан - всего	3346	5129	8476	3186	5775	8961	3128	5483	8611	3108	5476	8584	3228	5713	8942
9.1.Каршинский магистральный канал	1501	2214	3715	1661	2401	4063	1497	2306	3803	1402	2297	3700	1340	2308	3648
9.2.Аму-Бухарский магистральный канал	1845	2915	4760	1524	3374	4898	1632	3177	4808	1705	3179	4884	1889	3405	5294
10.Сброс КДВ в Амударью - всего	1333	1438	2771	1349	1536	2885	1275	1555	2831	1028	1763	2790	1236	1984	3220
10.1.С Каршинской ЗП (Южный Каршинский)	57	448	505	39	279	317	41	419	461	10	550	560	55	570	625
10.2.С Бухарской ЗП (Парсангкул)	642	282	925	647	494	1142	607	420	1026	441	501	942	573	615	1188
10.3.С Лебапской ЗП	634	708	1341	663	763	1426	627	717	1343	578	711	1289	609	799	1408
11.Русловые потери	494	461	955	518	1429	1947	779	705	1484	429	829	1258	634	1331	1966
расчет по функциям, в %	3	2		3	3		4	2		3	2		4	3	
12.Амударья: створ Бир-Ата (Дарганата)	7622	1209 4	1971 7	7622	3030 4	3792 6	1040 7	1547 1	2587 8	6878	2064 4	2752 3	9192	2977 7	3896 9
13.Невязка баланса: (-) неучтенные потери	-885	- 3662	- 4547	- 1339	- 3464	- 4802	- 1674	- 4931	- 6604	-452	- 2593	- 3045	-937	- 2178	- 3115
в % от стока реки	-6	-13	-10	-8	-7	-7	-8	-14	-12	-3	-7	-6	-5	-5	-5
<b>НИЖНЕЕ ТЕЧЕНИЕ</b>															
14. Амударья: попуск из ТМГУ (в реку и каналы)	7926	1004 6	1797 2	7572	2592 1	3349 3	9793	1583 4	2562 6	6483	1723 9	2372 2	7696	2304 4	3074 0

15.Водозабор в Туркменистан (Дашогуз)	1470	2738	4208	1525	5115	6639	1551	4233	5783	1188	4427	5615	1430	4472	5902
16.Водозабор в Узбекистан	2615	5279	7894	2667	10061	12727	2791	8046	10837	2321	8806	11127	2685	10228	12913
16.1.Хорезмская ЗП	1090	1746	2836	1096	3424	4520	1256	2723	3979	1013	3161	4173	1177	3673	4850
16.2.Каракалпакистан	1525	3533	5058	1570	6637	8208	1535	5323	6858	1309	5645	6954	1508	6555	8063
17.Русловые потери	1564	487	2051	1462	7047	8508	1962	2012	3974	1119	2534	3654	1498	5311	6809
расчет по функциям, в %	24	9		24	33		24	18		22	20		24	29	
18.Амударья: створ Саманбай (приток в Арал)	1866	207	2073	624	5446	6070	2014	470	2484	610	443	1053	499	4357	4856
19.Невязка баланса: (-) неучтенные потери	-411	-1335	-1746	-1295	1747	453	-1475	-1073	-2548	-1244	-1029	-2272	-1584	1323	-261
в % от стока реки	-5	-13	-10	-17	7	1	-15	-7	-10	-19	-6	-10	-21	6	-1
<b>ВСЕГО НЕВЯЗКА ПО РЕКЕ</b>	-1296	-4997	-6293	-2634	1716	4350	3148	6004	9152	1695	3621	5317	2521	-855	3376
в % от стока реки	-7	-15	-12	-15	-3	-6	-15	-15	-15	-10	-9	-9	-13	-2	-5
* Зарегулированный сток Амударьи, за вычетом потерь, контролируемый на трансграничном уровне															

Таблица 1.2 Современный русловой баланс реки Вахш

№	Статьи руслового баланса	Ед.изм	Маловодный год, p=90%	Средний год, p=50%
	БАССЕЙН РЕКИ ВАХШ			
1	Приток к Нурекскому гидроузлу	км3/год	16,84	20,09
2	Регулирование стока в Нурекском водохранилище: (+) наполнение, (-) срабка	км3/год	0,3	0
3	Потери воды в Нурекском водохранилище	км3/год	0,1	0,1
4	Боковой приток	км3/год	0,25	0,30
5	Русловые потери	км3/год	0,08	0,10
6	Водозабор из реки Вахш на участке Нурек - Тигровая балка: 90 % лимита для маловодного года и лимит в год средней водности (Таджикистан)	км3/год	6,44	7,15
7	Водозабор ниже поста Тигровая балка (Таджикистан)	км3/год	0,15	0,15
6	Возвратный сток	км3/год	3,54	3,93
8	Сток реки Вахш: устье	км3/год	13,56	16,82



Таблица 1.3 Современный русловой баланс реки Пяндж

№	Статьи руслового баланса	Ед.изм	Маловодный год, p=90%	Средний год, p=50%
	БАСЕЙН РЕКИ ПЯНДЖ			
1	Река Пяндж: Хирманджой	км3/год	22,34	29,3
2	Сток реки Кокча (естественный приток)	км3/год	5,35	6,65
3	Водозабор из реки Кокча (Афганистан)	км3/год	0,4	0,4
4	Река Кокча: сброс в реку Пяндж	км3/год	4,95	6,25
5	Реки Кызылсу и Яхсу (естественный приток)	км3/год	1,2	2,1
6	Водозабор из реки Пяндж: 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности (Таджикистан)	км3/год	1,53	1,7
7	Водопотребление бассейнов рек Кызылсу и Яхсу (Таджикистан)	км3/год	0,30	0,30
8	Возвратный сток	км3/год	0,84	0,94
9	Русловые потери	км3/год	0,00	0,00
10	Сток реки Пяндж: Нижний Пяндж	км3/год	27,50	36,59

Таблица 1.4 Современный русловой баланс реки Кафирниган

№	Статьи руслового баланса	Ед.изм	Маловодный год, p=90%	Средний год, p=50%
	БАСЕЙН РЕКИ КАФИРНИГАН			
1	Бассейн реки Кафирниган: учтенный приток	км3/год	4,2	5,6
2	Подача в бассейн Сурхандарьи (Каратаг, Ширкент) по Большому Гиссарскому каналу (БГК)	км3/год	0,3	0,3
3	Водозабор Верхне-Кафирниганской ЗП (Таджикистан)	км3/год	1,5	1,5
4	Водозабор Нижне-Кафирниганской ЗП: 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности (Таджикистан)	км3/год	0,9	1
5	Возвратный сток	км3/год	1,08	1,13
6	Русловые потери	км3/год	0,00	0,00
7	Сток реки Кафирниган: устье	км3/год	2,58	3,93

Таблица 1.5 Современный русловой баланс реки Сурхандарья

№	Статьи руслового баланса	Ед.изм	Маловодный год, p=90%	Средний год, p=50%
	БАСЕЙН РЕКИ СУРХАНДАРЬЯ			
1	Бассейн реки Сурхандарья: учтенный приток	км3/год	2,78	3,4
2	Боковой приток	км3/год	0,28	0,34
3	Подача из бассейна реки Кафирниган (река Варзоб) по БГК	км3/год	0,2	0,2
4	Подача из реки Амударья: 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности (Узбекистан)	км3/год	1,413	1,57
5	Водозабор Каратаг-Ширкентской ЗП (Таджикистан)	км3/год	0,4	0,4
6	Водозабор Сурхандарьинской ЗП (Узбекистан)	км3/год	4,043	4,2
	в том числе: из Амударьи	км3/год	1,413	1,57
7	КДС: формирование	км3/год	1,21	1,26
8	Возвратные воды	км3/год	0,97	1,01
7	Потери воды в водохранилищах	км3/год	0,1	0,1
8	Сток реки Сурхандарья: устье	км3/год	1,10	1,82

Таблица 1.6 Современный русловой баланс реки Амударья

№	Статьи руслового баланса	Ед.изм	Маловодный год, p=90%	Средний год, p=50%
	РЕКА АМУДАРЬЯ			
1	Сток реки Вахш: устье	км3/год	13,56	16,82
2	Сток реки Пяндж: Нижний Пяндж	км3/год	27,50	36,59
3	Сток реки Кундуз (естественный приток)	км3/год	5,2	6,2
4	Водозабор из реки Кундуз (Афганистан)	км3/год	1,7	1,7
5	Река Кундуз: сброс в реку Амударья		3,5	4,5
6	Сток реки Кафирниган: устье	км3/год	2,58	3,93
7	Сток реки Сурхандарья: устье	км3/год	1,10	1,82
8	Водозабор из Амударьи в Сурхандарьинскую ЗП: 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности (Узбекистан)	км3/год	1,41	1,57
9	Возвратный сток в Амударью	км3/год	0,24	0,25
10	Сток реки Амударья: приток к среднему течению	км3/год	47,07	62,33
11	Водозабор в Гарагумдарью - ЗП Мары, Ахал, Балкан (Туркменистан): 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности	км3/год	10,377	11,53
12	Водозабор в Каршинский Магистральный канал - Каршинская ЗП (Узбекистан): 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности	км3/год	3,357	3,73
13	Водозабор в Аму-Бухарский канал - Бухарская и Навоийская ЗП (Узбекистан): 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности	км3/год	4,734	5,26
14	Водозабор Лебапскую ЗП (Туркменистан): 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности	км3/год	3,636	4,04

15	Итого водозабор среднего течения Амударьи	км3/год	22,10	24,56
16	Возвратный сток с Лебапской ЗП (Туркменистан)	км3/год	2,55	2,83
17	Возвратный сток с Каршинской ЗП (Узбекистан)	км3/год	0,74	0,45
18	Возвратный сток с Бухарской ЗП (Узбекистан)	км3/год	1,28	1,42
19	Русловые потери	км3/год	2,33	2,35
20	Сток реки Амударья: приток к Тюямуюнскому гидроузлу (ТМГУ)	км3/год	27,19	40,12
21	Регулирование стока в водохранилищах ТМГУ (+) наполнение, (-) срабока	км3/год	-1	0
22	Потери в водохранилищах ТМГУ	км3/год	0,3	0,8
23	Попуск из ТМГУ	км3/год	27,89	39,32
	В том числе: водозабор из ТМГУ	км3/год	5,6	5,6
	попуск в реку	км3/год	22,29	33,72
24	Водозабор в Дошогузскую ЗП: 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности (Туркменистан)	км3/год	5,79	6,43
25	Водозабор в Хорезмскую ЗП: 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности (Узбекистан)	км3/год	4,42	4,91
26	Водозабор в ЗП Республики Каракалпакистан: 90 % лимита в маловодный год и лимит в год средней водности(Узбекистан)	км3/год	7,30	8,11
27	Итого водозабор в низовьях Амударьи	км3/год	17,51	19,45
28	Сброс аварийно-экологических попусков в каналы	км3/год	1,6	1,6
	В том числе: в Дошогузскую ЗП	км3/год	0,4	0,4
	в Хорезмскую ЗП	км3/год	0,8	0,8

	в ЗП Республики Каракалпакистан	км3/год	0,4	0,4
29	Коллекторно-дренажный сток	км3/год	8,24	9,16
	В том числе: Дошогузская ЗП	км3/год	2,89	3,22
	Хорезмская ЗП	км3/год	2,43	2,70
	ЗП Республики Каракалпакистан	км3/год	2,92	3,24
30	Повторное использование КДС на орошение	км3/год	1,59	1,77
	В том числе: Дошогузская ЗП	км3/год	0,41	0,45
	Хорезмская ЗП	км3/год	0,31	0,34
	ЗП Республики Каракалпакистан	км3/год	0,88	0,97
31	Сброс КДС в озера	км3/год	6,65	7,39
	В том числе: Дошогузская ЗП	км3/год	2,49	2,76
	Хорезмская ЗП	км3/год	2,12	2,36
	ЗП Республики Каракалпакистан	км3/год	2,04	2,27
32	Возвратный сток: сброс в Амударью	км3/год	0	0
33	Русловые потери	км3/год	4,01	5,06
34	Сток реки Амударья: приток в Приаралье	км3/год	4,77	13,21
35	Подача речной воды в озера Приаралья	км3/год	2,5	5
36	Потери в Приаралье	км3/год	0,34	0,82
37	Сток реки Амударья: сброс в Большое Аральское море (Восточная часть)	км3/год	1,93	7,39
38	Подача КДС в Приаралье	км3/год	1,63	1,82
	ВСЕГО ВОДОЗАБОР		41,02	45,58
	ВСЕГО ПОДАЧА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НУЖДЫ	км3/год	4,1	6,6
	ВСЕГО КДС	км3/год	13,05	14,11
	в % от водозабора	%	32	31

	ВСЕГО ПОТЕРИ ВОДЫ	км3/год	6,99	9,03
	в % от стока реки Амударьи (сумма 5 рек)	%	15	14

Таблица 7.1 Водный баланс зон планирования Республики Узбекистан

Параметры, млн.куб.м	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Средний
<b>Сурхандарьинская ЗП</b>						
1. Водные ресурсы - всего	4742	4950	4570	4806	5132	4840
1.1 Амударья	1182	926	1068	1317	1166	1132
1.2 Местные реки	3380	3844	3322	3309	3785	3528
1.3 Повторное использование КДВ	80	80	80	80	80	80
1.4 Использование подземных вод	100	100	100	100	100	100
2. Водозабор - всего	3910	3964	4190	3931	4270	4053
2.1 На орошение	3745	3792	4018	3767	4105	3885
2.2 На коммунально-бытовые нужды	125	124	124	124	125	124
2.3 Промышленность	17	17	18	17	18	17
2.5 Прочие потребители	40	48	48	40	40	43
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток: 4.1 Факт	946	2705	827	778	1380	1327
4.2. Расчет	1408	1427	1508	1415	1537	1459
4.3. Отклонение (факт-расчет)	-462	1278	-681	-637	-157	-132
невязка, %	-49	47	-82	-82	-11	-10
5. Передача водных ресурсов - расчет	2239	2413	1889	2291	2399	2246
6. Передача водных ресурсов - расчет по фактическому возврату	1778	3691	1208	1653	2242	2114
7. Сброс по реке в Амударью	1519	3155	1032	1413	1916	1807
8.Сброс КДС в Амударью	258	536	175	240	326	307
<b>Каршинская ЗП</b>						



1. Водные ресурсы - всего	3969	4320	4046	3960	3896	4038
1.1 Амударья	3715	4063	3803	3700	3648	3786
1.2 Местные реки	50	50	50	50	50	50
1.3 Повторное использование КДВ	68	69	65	70	66	68
1.4 Использование подземных вод	136	138	129	141	132	135
2. Водозабор - всего	4526	4596	4301	4689	4400	4502
2.1 На орошение	4028	4090	3828	4173	3916	4007
2.2 На коммунально-бытовые нужды	158	161	151	150	141	152
2.3 Промышленность	317	322	301	328	308	315
2.5 Прочие потребители	23	23	22	38	35	28
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток в реку:						
4.1. Факт	921	1136	1026	936	959	996
4.2. Расчет	996	995	1001	993	999	997
4.3. Отклонение (факт-расчет)	-76	141	25	-57	-40	-1
%	-8	12	2	-6	-4	0
5. Передача водных ресурсов	0	0	0	0	0	0
6. Невязка (5-1+2+3)	557	277	255	728	504	464
%	12	6	6	16	11	10
<b>Бухарская ЗП</b>						
1. Водные ресурсы - всего	5066	5186	5109	5165	5583	5222
1.1 Амударья	4760	4898	4808	4884	5294	4929
1.2 Местные реки	0	0	0	0	0	0
1.3 Повторное использование КДВ	225	208	221	201	209	213
1.4 Использование подземных вод	80	80	80	80	80	80
2. Водозабор - всего	4681	4358	4628	4213	4373	4451

2.1 На орошение	4503	4157	4425	4018	4182	4257
2.2 На коммунально-бытовые нужды	41	52	46	46	46	46
2.3 Промышленность	37	40	38	37	37	38
2.5 Прочие потребители	100	109	119	112	108	110
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток в реку:						
4.1. Факт	1205	1136	1210	1178	1148	1176
4.2. Расчет	1203	1165	1196	1148	1167	1176
4.3. Отклонение (факт-расчет)	2	-29	14	30	-19	0
%	0	-3	1	3	-2	0
5. Передача водных ресурсов	0	0	0	0	0	0
6. Невязка (5-1+2+3), потери (-)	-384	-828	-481	-952	-1210	-771
%	-8	-19	-10	-23	-28	-17
<b>Хорезмская ЗП</b>						
1. Водные ресурсы - всего	2941	4649	4112	4291	4990	4197
1.1 Амударья	2836	4520	3979	4173	4850	4072
1.2 Местные реки	0	0	0	0	0	0
1.3 Повторное использование КДВ	80	104	108	93	115	100
1.4 Использование подземных вод	25	25	25	25	25	25
2. Водозабор - всего	3289	4253	4410	3802	4685	4088
2.1 На орошение	3200	4162	4320	3719	4596	3999
2.2 На коммунально-бытовые нужды	86	88	86	80	85	85
2.3 Промышленность	3	3	3	3	3	3
2.5 Прочие потребители	0	0	1	0	1	0
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток:						
4.1. Факт	2704	3099	2654	2657	3105	2844

4.2. Расчет	2681	2881	2914	2787	2971	2847
4.3. Отклонение (факт-расчет)	23	218	-260	-130	134	-3
%	1	7	-10	-5	4	0
5. Передача водных ресурсов	0	0	0	0	0	0
6. Невязка (5-1+2+3)	348	-396	297	-489	-305	-109
%	11	-9	7	-13	-7	-3
<b>Каракалпакистан</b>						
1. Водные ресурсы - всего	5106	8265	6912	7004	8121	7081
1.1 Амударья	5058	8208	6858	6954	8063	7028
1.2 Местные реки	0	0	0	0	0	0
1.3 Повторное использование КДВ	28	37	34	30	39	33
1.4 Использование подземных вод	20	20	20	20	20	20
2. Водозабор - всего	5935	7788	7249	6285	8135	7078
2.1 На орошение	5554	7399	6851	5910	7720	6687
2.2 На коммунально-бытовые нужды	49	52	55	50	59	53
2.3 Промышленность	325	329	335	320	340	330
2.5 Прочие потребители	7	8	8	5	16	9
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток:						
4.1. Факт	2139	2185	2170	2086	2200	2156
4.2. Расчет	2110	2185	2163	2124	2199	2156
4.3. Отклонение (факт-расчет)	29	0	7	-38	1	0
%	1	0	0	-2	0	0
5. Передача водных ресурсов	0	0	0	0	0	0
6. Невязка (5-1+2+3)	829	-476	337	-719	14	-3
%	14	-6	5	-11	0	0

Таблица 7.2 Водный баланс зон планирования Туркменистана

Параметры, млн.куб.м	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Средний
<b>Мары</b>						
1. Водные ресурсы - всего	10654	12620	12438	12188	13310	12242
1.1 Амударья (Гарагумдаря)	8964	10533	10502	10308	11143	10290
1.2 Местные реки	1363	1790	1611	1550	1835	1629
1.3 Повторное использование КДВ	126	114	125	127	128	124
1.4 Использование подземных вод	202	183	200	203	205	199
2. Водозабор - всего	5184	4705	5154	5233	5263	5108
2.1 На орошение	4272	3818	4251	4306	4327	4195
2.2 На коммунально-бытовые нужды	60	62	75	85	96	76
2.3 Промышленность	820	820	820	820	820	820
2.5 Прочие потребители	32	5	8	22	20	18
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток:						
4.1. Факт	1319	1197	1312	1332	1339	1300
4.2. Расчет	1175	1117	1173	1180	1182	1165
4.3. Отклонение (факт-расчет)	144	80	139	152	157	135
%	11	7	11	11	12	10
5. Переток в соседнюю ЗП по каналу	3606	5706	5107	4822	5718	4992
6. Невязка, потери (-)	-1864	-2208	-2177	-2133	-2329	-2142
% от водозабора	-35,97	-46,94	-42,23	-40,76	-44,26	-42
<b>Ахал</b>						
1. Водные ресурсы - всего	4531	7145	6343	5987	7232	6247

1.1 Амударья (Гарагумдарья)	3606	5706	5107	4822	5718	4992
1.2 Местные реки	689	1196	983	911	1249	1005
1.3 Повторное использование КДВ	91	93	97	97	102	96
1.4 Использование подземных вод	145	149	155	156	164	154
2. Водозабор - всего	3733	3840	3993	4012	4210	3958
2.1 На орошение	3440	3522	3640	3654	3806	3613
2.2 На коммунально-бытовые нужды	249	279	290	320	360	300
2.3 Промышленность	36	36	36	36	36	36
2.5 Прочие потребители	8	3	27	2	8	10
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток:						
4.1. Факт	472	485	504	507	532	500
4.2. Расчет	479	482	485	486	490	484
4.3. Отклонение (факт-расчет)	-8	3	19	21	42	16
%	-2	1	4	4	8	3
5. Переток в соседнюю ЗП по каналу	448	527	525	515	557	514
6. Невязка, потери (-)	-349	-2778	-1824	-1459	-2465	-1775
% от водозабора	-9	-72	-46	-36	-59	-44
<b>Лебап</b>						
1. Водные ресурсы - всего	3597	3663	3813	3950	4049	3814
1.1 Амударья (Гарагумдарья)	3552	3613	3763	3899	3998	3765
1.2 Местные реки	0	0	0	0	0	0
1.3 Повторное использование КДВ	45	49	50	51	52	49
1.4 Использование подземных вод	0	0	0	0	0	0
2. Водозабор - всего	3000	3287	3332	3420	3456	3299
2.1 На орошение	2937	3214	3258	3335	3362	3221

2.2 На коммунально-бытовые нужды	40	45	50	54	59	50
2.3 Промышленность	20	20	20	20	20	20
2.5 Прочие потребители	3	8	4	11	15	8
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток:						
4.1. Факт	1724	1833	1725	1655	1808	1749
4.2. Расчет	1539	1647	1664	1697	1711	1651
4.3. Отклонение (факт-расчет)	185	186	61	-42	97	98
%	11	10	4	-3	5	5
5. Переток в соседнюю ЗП по каналу	0	0	0	0	0	0
6. Невязка (5-1+2+3)	-597	-376	-481	-530	-593	-516
% от водозабора	-20	-11	-14	-16	-17	-16
<b>Дашогуз</b>						
1. Водные ресурсы - всего	4208	6639	5783	5615	5902	5629
1.1 Амударья (Гарагумдаря)	4208	6639	5783	5615	5902	5629
1.2 Местные реки	0	0	0	0	0	0
1.3 Повторное использование КДВ	0	0	0	0	0	0
1.4 Использование подземных вод	0	0	0	0	0	0
2. Водозабор - всего	4160	4845	4150	3986	4140	4256
2.1 На орошение	4140	4834	4125	3959	4114	4235
2.2 На коммунально-бытовые нужды	18	21	23	23	24	22
2.3 Промышленность	2	2	2	2	2	2
2.5 Прочие потребители	0	-12	0	2	0	-2
3. Регулирование водохранилищ	0	0	0	0	0	0
4. Возвратный сток:						
4.1. Факт	2150	2504	2145	2060	2140	2200
4.2. Расчет	2021	2061	2021	2011	2020	2027

4.3. Отклонение (факт-расчет)	129	443	125	49	120	173
%	6	18	6	2	6	8
5. Переток в соседнюю ЗП по каналу	0	0	0	0	0	0
6. Невязка (5-1+2+3)	-48	-1794	-1633	-1629	-1762	-1373
% от водозабора	-1	-37	-39	-41	-43	-32

Таблица 7.3 Водный баланс зон планирования Таджикистана

Параметры, млн.куб.м	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Средний
<b>1. Водные ресурсы Таджикистана</b>	50635	68175	58219	56147	69159	60467
1.1 Сток рек Таджикистана	49915	67455	57499	55427	68439	59747
1.1.1 Вахш	21015	23804	20668	20591	23452	21906
1.1.2 Пяндж	23303	37160	31344	29375	38609	31958
1.1.3 Кафирниган	5598	6490	5487	5462	6378	5883
1.2. Использование подземных вод	720	720	720	720	720	720
1.3. Повторное использование КДВ	0	0	0	0	0	0
<b>2. Водозабор на границах ЗП</b>	8186	7763	7331	7589	8013	7776
2.1 Хатлонская область	6274	5966	5656	5865	6208	5994
2.1.1 Вахшская ЗП	4015	3818	3620	3754	3973	3836
2.1.2 Пянджская ЗП	1380	1312	1244	1290	1366	1319
2.1.3 Нижне-Кафирниганская ЗП	878	835	792	821	869	839
2.2 РРП	1284	1187	1081	1104	1146	1161
2.2.1 Верхне-Кафирниганская ЗП	886	819	746	762	791	801
2.2.2 Каратаг-Ширкентская ЗП	283	261	238	243	252	255
2.2.3 Гармская ЗП	116	107	97	99	103	104
2.3 Горно-Бадахшанская ЗП	628	610	593	620	659	622
<b>3. Распределение водозабора</b>						
3.1 На орошение	6958	6599	6231	6451	6811	6610
3.2 На коммунально-бытовые нужды	470	479	487	496	508	488



3.3 Промышленность	252	239	219	221	217	230
3.5 Прочие потребители	506	446	394	421	477	449
<b>4. Возвратный сток</b>	3111	2950	2786	2884	3045	2955
4.1. Хатлонская область	2489	2360	2229	2307	2436	2364
4.2. РРП	591	560	529	548	579	563
4.3. Горно-Бадахшанская ЗП	31	29	28	29	30	30
<b>5. Амударья</b>						
5.1 БП: Кундуз, Сурхандарья	4378	7572	4781	5219	6088	5608
5.2 Водозабор на участке Кафирниган-Гарагумдарья	1182	926	1068	1317	1166	1132
5.3 Сток реки Амударья выше Гарагумдарьи - расчет	48756	70007	57387	55345	69112	60121
5.4 Сток реки Амударья выше Гарагумдарьи - факт	43440	64877	54011	51826	64911	55813
5.5. Невязка (факт-расчет), потери	-5316	-5130	-3376	-3519	-4201	-4308
% от стока реки	-12	-8	-6	-7	-6	-5

Таблица 1.8 Водный баланс Каршинского магистрального канала (КМК) для года средней водности, период: 2010-2015 гг

Показатель	Ед.изм	Октябрь- Март	Апрель- Сентябрь	Год
1.Водозабор из реки Амударья в КМК (UZ)	млн.куб.м	1700	2700	4400
2.Подача из КМК в Талимарджанское водохранилище	млн.куб.м	700	0	700
3.Попуск из Талимарджанского водохранилища в оросительную сеть	млн.куб.м	200	450	650
4.Наполнение (+), сработка (-) Талимарджанского водохранилища	млн.куб.м	500	-450	50
5.Зарегулированные сток из реки Амударьи (UZ)	млн.куб.м	1200	3150	4350
6.КПД магистральной сети	млн.куб.м	0,72	0,72	0,72
7.Потери из магистральной сети	млн.куб.м	336	567	783
8.Зарегулированные располагаемые к использованию водные ресурсы Амударьи (UZ)	млн.куб.м	864	2583	3567
9.Водозабор Каршинской ЗП на границе районов	млн.куб.м	860	2630	3490
11.Невязка баланса	млн.куб.м	-4	47	-77
в % от водозабора	%	0	2	-2

Таблица 1.9 Водный баланс АмуБухарского магистрального канала (АБМК) для года средней водности, период: 2010-2015 гг

Показатель	Ед.изм	Октябрь-Март	Апрель-Сентябрь	Год
1.Водозабор из реки Амударья в АБМК (UZ)	млн.куб.м	1800	3350	5150
В том числе: Бухарская ЗП	млн.куб.м	1500	2920	4420
Навоийская ЗП	млн.куб.м	300	430	730
2.Наполнение (+), сработка (-) Тудакульского и Куюмазарского водохранилищ	млн.куб.м	180	-150	30
3.Зарегулированные сток из реки Амударья (UZ)	млн.куб.м	1620	3500	5120
4.КПД магистральной сети	млн.куб.м	0,91	0,91	0,91
5.Потери из магистральной сети	млн.куб.м	145,8	315	460,8
6.Зарегулированные располагаемые к использованию водные ресурсы Амударья (UZ)	млн.куб.м	1474,2	3185	4659,2
7.Водозабор из оросительной сети, питающейся водами Амударья, на границах Бухарской и Навоийской ЗП	млн.куб.м	1550	3030	4580
В том числе: Бухарская ЗП	млн.куб.м	1350	2610	3960
Навоийская ЗП	млн.куб.м	200	420	620
8.Невязка баланса	млн.куб.м	-75,8	155	79,2
в % от водозабора	%	-5	5	2

Таблица 1.10 Водный баланс Гарагумдарьи - Каракумского канала (КК) для года средней водности, период: 2010-2015 гг

Показатель	Ед.изм	Октябрь-Март	Апрель-Сентябрь	Год
1.Водозабор из реки Амударья в КК	млн.куб.м	3640	6650	10290
2.Сток реки Мургаб (ТУ)	млн.куб.м	240	1670	1910
3.Сток реки Теджен (ТУ)	млн.куб.м	260	760	1020
4.Подземные воды зоны КК (водозабор)	млн.куб.м	80	320	400
5.Использование возвратного стока	млн.куб.м	0	250	250
6.Итого водные ресурсы (1+2+3+4+5)	млн.куб.м	4220	9650	13870
7.Регулирование стока водохранилищами: наполнение (+), сработка (-)	млн.куб.м	-600	600	0

8.Потери в КК	млн.куб.м	1055	2413	3468
9.Потери в водохранилищах Мургаба и Теджена	млн.куб.м	90	140	230
10.Потери в водохранилищах КК	млн.куб.м	120	280	400
11.Располагаемые к использованию водные ресурсы, зарегулированные водохранилищами (6-7-8-9-10)	млн.куб.м	3555	6218	9773
12.Водозабор ЗП Мары (на границе)	млн.куб.м	1955	3155	5110
13.Водозабор ЗП Ахал (на границе)	млн.куб.м	1420	2540	3960
14.Подача воды по КК в ЗП Балкан	млн.куб.м	182	333	515
15.Всего водозабор (12+13+14)	млн.куб.м	3557	6028	9585
16.Невязка баланса (11-15)	млн.куб.м	-2	190	188
В % от стока	%	0	3	2

Таблица 1.11 Сравнение расчетных и фактических значений возвратного (коллекторного) стока, поступающего в Амударью с Каршинской ЗП

Показатель	Период	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Средний
Сток Каршинского канала, млн.куб.м	окт-мар	1501	1661	1497	1402	1340	1480
	апр-сен	2214	2401	2306	2297	2308	2305
	окт-сен	3715	4063	3803	3700	3648	3786
Возвратный сток в реку Амударью с Каршинской ЗП - расчет, млн.куб.м	окт-мар	55	114	53	34	8	53
	апр-сен	427	439	433	432	433	433
	окт-сен	482	553	486	466	441	486
Возвратный сток в реку Амударью с Каршинской ЗП - факт, млн.куб.м	окт-мар	57	102	50	30	10	50
	апр-сен	448	479	419	391	369	421
	окт-сен	505	581	469	421	379	471
Отклонение: Факт-Расчет, млн.куб.м	окт-мар	2	-12	-3	-4	2	-3
	апр-сен	22	39	-13	-41	-64	-11
	окт-сен	24	28	-17	-45	-62	-15
Отклонение: Факт-Расчет, %	окт-мар	3	-12	-7	-14	16	-3
	апр-сен	5	8	-3	-11	-17	-4
	окт-сен	5	5	-4	-11	-16	-4

Таблица 1.12 Сравнение расчетных и фактических значений возвратного (коллекторного) стока, поступающего в р. Амударью с Бухарской ЗП

Показатель	Период	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Средний
Сток Аму-Бухарского канала, млн.куб.м	окт-мар	1845	1524	1632	1705	1889	1719
	апр-сен	2915	3374	3177	3179	3405	3210
	окт-сен	4760	4898	4808	4884	5294	4929
Возвратный сток в реку Амударью с Бухарской ЗП - расчет, млн.куб.м	окт-мар	711	606	641	666	726	670
	апр-сен	484	558	527	527	564	532
	окт-сен	1196	1165	1168	1192	1289	1202
Возвратный сток в реку Амударью с Бухарской ЗП - факт, млн.куб.м	окт-мар	679	647	607	657	772	672
	апр-сен	428	549	516	501	615	522
	окт-сен	1107	1196	1123	1158	1387	1194
Отклонение: Факт-Расчет, млн.куб.м	окт-мар	-32	41	-34	-9	46	2
	апр-сен	-56	-9	-11	-26	51	-10
	окт-сен	-89	32	-45	-34	97	-8
Отклонение: Факт-Расчет, %	окт-мар	-5	6	-6	-1	6	0
	апр-сен	-13	-2	-2	-5	8	-3
	окт-сен	-8	3	-4	-3	7	-1

## Водный баланс зон планирования и крупных каналов

Водный баланс зон планирования за базовый период (2010-2015 гг) представлен в таблицах 1.7.1, 1.7.2, 1.7.3. Ниже приводится описание особенностей водного баланса зон планирования. Приводятся данные о внутрисистемных водохранилища, а также о структуре управления водными ресурсами. В таблицах 1.8-1.10 приводятся водные балансы крупных магистральных каналов – КМК, АБМК и Гарагумдарьи (Каракумского канала).

### Зоны планирования Таджикистана

Зоны планирования (ЗП) Таджикистана находятся в верхнем течении Амударьи и сгруппированы по крупным водохозяйственным районам (ВХР), согласно водохозяйственному районированию, выполненному для Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Амударьи (Средазгипроводхлопок, 1984). В верхнем течении Амударьи, в Пянджском ВХР находятся Пянджская ЗП и Горно-Бадахшанская ЗП, в Вахшском ВХР – Вахшская и Гармская ЗП. В Вахшском ВХР находится также Алайская ЗП (Кыргызстан). В Кафирниганском ВХР находится Верхнее и Нижнее Кафирниганские ЗП. Таджикская ЗП Каратаг-Ширкент относится к Сурхандарьинскому ВХР. Самый крупный орошаемый район Таджикистана расположен в Вахшской долине, он включает Вахшскую и Гармскую ЗП. Пянджский орошаемый район включает Кулябскую, Пархар-Чубекскую и Горно-Бадахшанскую оросительные системы. Кафирниганский орошаемый район охватывает бассейн реки Кафирниган (верхняя и нижняя зоны), - здесь орошаемое земледелие наиболее развито в Гиссарской и Нижне-Кафирниганской долинах. Из бассейна реки Кафирниган осуществляется переброска стока по Большому Гиссарскому каналу в Таджикскую зону бассейна Сурхандарьи (Каратаг-Ширкентская ЗП).

В среднем, за 2010-2015 гг, водные ресурсы, поступающие в ЗП Таджикистана оцениваются в 60 млрд.куб.м, водозабор составляет 7.8 млрд.куб.м, возвратный сток – около 3 млрд.куб.м. Водный баланс сводится с значительной невязкой (потерями воды) - 4.3 млрд.куб.м, или 5 % от стока реки Амударья в створе выше водозабора в Гарагумдарью (Каракумский канал).

### Зоны планирования Республики Узбекистан

Зоны планирования Республики Узбекистан находятся в верхнем, среднем и нижнем течениях, - в Сурхандарьинском ВХР находится Сурхандарьинская ЗП, в Каршинском ВХР – Каршинская ЗП, в Бухарском ВХР - Бухарская и часть Новойской ЗП, в ВХР Низовья – Хорезмская и Каракалпакские ЗП.

### Сурхандарьинская зона планирования

Сурхандарьинская ЗП составляет Узбекскую часть Сурхан-Шерабадского ВХР. Источники орошения – река Сурхандарья и ее притоки, река Шерабад и река Амударья. Орошаемые земли расположены в долинах рек Сурхандарьи и Шерабада. Распределение водных ресурсов в Сурхандарьинской ЗП осуществляется следующими УИС: Тупаланг-Коратог, Сурхон-Шерабад, Аму-Занг. Водозабор из реки Амударья осуществляется УИС Аму-Занг. Сток рек Сурхандарья и Шерабад распределяется УИС Сурхон-Шерабад и Аму-Занг, сток реки Тупаланг – УИС Тупаланг-Коратог. В моделях проекта PEER сток Тупаланг, Сурхандарья, Шерабад учитывается как местный (локальный) ресурс, а

водозабор из Амударьи – трансграничный, на который накладывается лимит в размере 1200 млн.куб.м. В Сурхандарьинской ЗП расположены: Южносурханское, Тупалангское, Дегрезское, Учкызылское и Актепинское водохранилища, с суммарным полезным объемом 1.4 млрд.куб.м. На территории Сурхандарьинской ЗП расположен Сурхандарьинский артезианский бассейн, имеющий ресурс подземных вод объемом около 1 млрд.куб.м воды, 1/10 часть которого используется.

Водные ресурсы Сурхандарьинской ЗП оцениваются (2010-2015 гг) в 4.8 млрд.куб.м воды, водозабор составляет 4.1 млрд.куб.м, возвратный сток – 1.5 млрд.куб.м. Подача воды из Сурхандарьинской ЗП в реку Амударью (речной и коллекторный сток) оценивается в 2.1 млрд.куб.м.

#### Каршинская зона планирования

Каршинская ЗП – зона нового орошения Кашкадарьинской области Узбекистана (Каршинская степь), питается водами реки Амударья по Каршинскому Магистральному Каналу. Сток канала регулируется Талимарджанским водохранилищем, имеющем полезную емкость 1.4 млрд.куб.м. Водоохранилище наполняется в октябре-марте на объем 500 млн.куб.м и сбрасывается в оросительную сеть в вегетацию объемом 450 млн.куб.м. Распределение водных ресурсов реки Амударья в Каршинской ЗП осуществляется следующими УИС: КМК, Миришкор, Яккабог-Гузюр.

Объем водных ресурсов Каршинской ЗП (2010-2015 гг) оценивается в 4 млрд.куб.м, водозабор составляет 4.5 млрд.куб.м, возвратный сток – 1 млрд.куб.м. Водный баланс сводится с положительной невязкой (неучтенным притоком) в 0.5 млрд.куб.м.

#### Бухарская и Навоийская зоны планирования

Бухарская ЗП питается водами реки Амударьи по Аму-Бухарскому Магистральному каналу (АБМК), Навоийская – водами реки Заравшан, и в незначительной степени, АБМК. Распределение водных ресурсов в Бухарской ЗП осуществляется Аму-Бухарским Бассейновым управлением ирригационных систем (БУИС) и Управлениями ирригационных систем (УИС): Аму-Каракул, Шахруд-Дустлик, Хархур-Дооба, Тошрабад-Жилвон. Подача воды из реки Амударья в Навоийскую ЗП осуществляется Аму-Бухарским БУИС, и входящим в его структуру УИС Тошрабад-Уртачул.

Современный водозабор из реки Амударьи по АБМК оценивается в 5 млрд.куб.м, из которых в Бухарскую ЗП подается 4.5 млрд.куб.м (остальная часть – в Навоийскую ЗП). В Бухарской ЗП регулирование стока осуществляется Тудакульским и Куюмазарским водохранилищами, имеющими суммарный полезный объем в 850 млн.куб.м воды. Средний за 2010-2015 годы объем водных ресурсов Бухарской ЗП оценивается в 5.2 млрд.куб.м, водозабор составляет 4.4 млрд.куб.м. Потери воды (рассчитанные по невязке баланса) оцениваются приблизительно в 800 млн.куб.м.

#### Хорезмская и Каракалпакские зоны планирования

Хорезмская ЗП (Хорезмский оазис) расположен на левом берегу реки Амударья в ее нижнем течении, орошается из водохранилищ Тюямуюнского гидроузла (ТМГУ) и из русла реки. Распределение водных ресурсов в Хорезмской ЗП осуществляется межгосударственными и национальными каналами, УИС: Ташсака, Полван-Газават, Шават-Кулават и Карамази-Клычбай. Водные ресурсы Хорезмской ЗП, в среднем за 2010-2015 гг, оцениваются в 4.2 млрд.куб.м, возвратный сток составляет 2.8 млрд.куб.м.

ЗП Каракалпакистана (Каракалпакский оазис) обеспечиваются водой из ТМГУ (Южная зона) и из реки Амударья (Северная зона). Распределение водных ресурсов в Северной и



Южной ЗП Каракалпакистана осуществляется Нижнеамударьинским БУИС и шестью УИС. Регулирование стока осуществляется водохранилищами ТМГУ (проектный полезный объем 5.2 млрд.куб.м) и Междуреченским водохранилищем (400 млн.куб.м). Водные ресурсы ЗП Каракалпакистана оцениваются (2010-2015 гг) в 7.1 млрд.куб.м, возвратный сток – в 2.2 млрд.куб.м. Водообеспеченность ЗП зависит от поступления воды по реке Амударья к ТМГУ и его эффективной работы. В ЗП Каракалпакистана расположена система озер Южного Приаралья, представляющая собой водные экосистемы, поддерживаемые сбросами из оросительной и коллекторной сети. Сброс воды с ЗП Северный Каракалпакистан осуществляется по реке Амударья и коллекторам в Восточную часть Большого Аральского моря.

#### Зоны планирования Туркменистана

В рамках проекта РЕЕР водный баланс составлен для следующих зон планирования Туркменистана: в среднем течении Амударьи – Лебап, Мары, Ахал (зона планирования Балкан учтена в балансе Гарагумдарьи), в нижнем течении – Дашогуз. Лебапская ЗП относится к Туркменскому прибрежному ВХР, Мары, Ахал – к Каракумскому ВХР, а Дашогуз – к ЗП Низовья. Управление водными ресурсами в ЗП в Туркменистане соответствует уровню управления вelayатов (областей): в Ахалской ЗП управление осуществляется “Ахалсувходжалыгы”, в Марьинской ЗП – “Мургапсувходжалыгы” (г.Мары), в Лебапской ЗП – “Лебапсувходжалыгы” (г.Туркменабад), в Дашогузской ЗП – “Дашогузсувходжалыгы” (г.Дашогуз).

#### Зоны планирования Гарагумдарьи

Основной источник орошения зоны Гарагумдарьи (до границы с Балканом) – река Амударья и местные реки Мургаб, Теджен. Устойчивое обеспечение оросительной водой Марьинской и Ахалской ЗП осуществляется Гарагумдарьей и рядом водохранилищ. В Марьинской ЗП на Гарагумдарье расположено Хаузханское водохранилище, с полезным объемом 0.5 млрд.куб.м, на реке Мургаб (Марьинская ЗП): Сарыязинское (0.25 млрд.куб.м), Ташкепринское (0.15 млрд.куб.м) и ряд других водохранилищ, с суммарной полезной емкостью 0.46 млрд.куб.м. На Гарагумдарье на территории Лебапской ЗП расположено крупнейшее водохранилище Туркменистана “15 лет независимости Туркменистана” (ранее – Зеидское), с накопленным полезным объемом воды в 1.1 млрд.куб.м. В Ахалской ЗП на Гарагумдарье расположены: Копетдагское (0.52 млрд.куб.м), Данатинское (0.39 млрд.куб.м), Мадлусское (0.65 млрд.куб.м) водохранилища, а на реке Теджен (Ахалская ЗП) – Достлукское (1 млрд.куб.м) и другие меньшего объема водохранилища. В целом, регулирующая емкость всех водохранилищ Туркменистана в зоне Гарагумдарьи (до границы с Балканом) оценивается в 4.9 млрд.куб.м, что достаточно для перераспределения водных ресурсов с межвегетационного периода на вегетацию, в целях орошения.

Крупнейшие оазисы зоны Гарагумдарьи – Мургабский и Тедженский, расположены в бассейнах рек Мургаб и Теджен. Оазисы отделены песками пустыни Каракум, и значительная часть Гарагумдарьи расположена в песках, что сказалось на значительных потерях воды. В Марьинской ЗП (согласно водному балансу) теряется около 2.1 млрд.куб.м воды, в Ахалской ЗП – 1.8 млрд.куб.м.

#### Лебапская и Дашогузская зоны планирования

Лебапская ЗП – средне-амударьинский, прибрежный Туркменский ВХР, занимает долину по обоим берегам реки Амударьи в ее среднем течении. Единственный крупный источник оросительной воды – река Амударья. Водные ресурсы ЗП оцениваются (2010-2015) в 3.8 млрд.куб.м, возвратный сток – в 1.7 млрд.куб.м. Коллекторный сток Лебапской ЗП в

настоящее время сбрасывается, главным образом, в Амударью, но в перспективе будет отведен в систему коллекторов Золотого Озера. Дашогузская ЗП – самый северный оазис Туркменистана, расположена в низовьях Амударьи, питается водами реки из ТМГУ и из русла реки посредством ряда межгосударственных каналов.

Территория ЗП имеет рельеф равнины, пересеченной сетью каналов и коллекторов, которые являются продолжением гидротехнических сооружений Узбекистана. Крупнейшие коллектора – Озерный и Дарьялыкский, отводят коллекторную воду с территории Хорезма (Узбекистан) и Дашогуза в Сарыкамышское озеро. Водные ресурсы Дашогузской ЗП оцениваются (2010-2015 гг) в 5.6 млрд.куб.м. Водный баланс сводится к большим потерям воды – в 1.4 млрд.куб.м (32 % от водозабора).

Детальный водохозяйственный баланс зон планирования (по отраслям экономики и источникам водных ресурсов) за 2010-2015 гг приводится в отчете по тестированию модели зоны планирования (Р.Хафазова). Там же дано сравнение расчетных значений водопотребления (рассчитанного через нормы потребления и орошаемые площади с/х культур) с данными фактического потребления воды.

Для составления руслового баланса реки Амударья на перспективу (2016-2055 гг) необходимо уметь рассчитывать объемы возвратного стока, поступающего в реку по коллекторам. По сценариям в нижнем течении Амударьи и с левого берега среднего течения сбросы по коллекторам будут прекращены, с правого берега среднего течения коллекторный сток будет поступать с Каршинской и Бухарской ЗП. В таблицах 1.11 и 1.12 приводятся результаты тестирования линейных функций, позволяющих рассчитывать возвратный сток с Каршинской и Бухарской ЗП в зависимости от объема водозабора из Амударьи по Каршинскому и Аму-Бухарскому магистральным каналам.

Для примера, приведем зависимости возвратного стока (Y) от водозабора (X) для Бухарской ЗП (смотрите отчет А.Назарий):

- период с апреля по сентябрь  $Y = 0.162 * X + 11.96, \quad R^2 = 0.62$

- период с октября по март  $Y = 0.328 * X + 106.21, \quad R^2 = 0.61$

Сравнение расчетных и фактических значений возвратного стока, сбрасываемого в реку Амударью с Каршинской и Бухарской ЗП показывает, что расчет по линейным зависимостям дает приемлемый результат: среднее за 2010-2015 гг отклонение фактических значений от расчетных в вегетацию составляет 3...4 %, в межвегетационный период - 0...3 %. Сравнение расчетных и фактических значений возвратного стока, формируемого в зонах планирования, показало следующее. В среднем за 2010-2015 гг, в ЗП Республики Узбекистан годовые объемы возвратного стока отличаются от расчетных значений на 1...10 %, в ЗП Туркменистана – на 3...10 %.

## Выводы

1. Русловой баланс реки Амударья, составленный по данным 2010-2015 гг был сведен с годовыми невязками в 5...15 % от стока реки, что свидетельствует о неучтенных потерях в реке. В низовьях реки годовые невязки изменялись в пределах 1...10 %.

2. Водный баланс Каршинского магистрального канала, рассчитанный по данным 2010-2015 гг, сведен с отрицательными годовыми невязками в 2%, что свидетельствует о незначительных неучтенных потерях в канале; Каракумский канал (Гарагумдарья) и Аму-Бухарский магистральный канал сведены с положительными невязками в 2 % (неучтенная приточность). В вегетационный период невязка для всех каналов положительная 2...5 %.

3. Наименьшие отрицательные невязки водного баланса (в среднем за 2010-2015 гг), указывающие на наличие потерь стока, наблюдаются в ЗП Узбекистана в нижнем течении реки Амударья (- 3 % от водозабора) – Хорезм, Каракалпакистан. Для Сурхандарьинской и Каршинской ЗП (Узбекистан) невязка составляет -10 %, для Лебапской ЗП (Туркменистан) -16 %. Наибольшие отрицательные невязки наблюдаются в Дашогузе (Туркменистан) – 32 %, а также в зоне Гарагумдарьи (Каракумского канала): в Мары – 42 % от водозабора и в ЗП Ахал – 44 %. Суммарные потери (рассчитанные по невязкам) в оросительной сети Гарагумдарьи до границы с Балканом оцениваются приблизительно в 4 млрд.куб.км.

4. Выполненные исследования позволили составить современный русловой баланс реки Амударья, увязанный с русловыми балансами рек Вахш, Пяндж, Кафирниган, Сурхандарья. Баланс показывает, что современные требования на водозабор в каналы выполнимы для среднего по водности года, при этом подача в Арал составляет 7.4 млрд.куб.м воды. Для маловодного года необходима 10 % урезка водозабора в каналы, при этом подача в Арал сокращается до 1.9 млрд.куб.м. Расчетные потери в русловом балансе по реке Амударья оцениваются в 14 % для среднего по водности года и в 15 % - для маловодного года.

## **2. Оценка русловых потерь**

### Методика расчета

Оценка русловых потерь реки Амударья выполнялась многими авторами, по различным методикам, на основании фактических (измеренных) составляющих руслового баланса (РБ). Можно выделить два основных подхода расчета потерь. Первый подход – построение динамической модели руслового баланса, где в качестве отдельных элементов выделяются русловые потери (на испарение с водной поверхности, на фильтрацию); такая модель, как правило, рассчитывает изменение объемов воды в русле реки на расчетных участках (динамический фактор), поэтому, в расчетных значениях потерь динамический фактор не учитывается. Примерами таких моделей являются компьютерные модели, разработанные в НПО САНИИРИ (Сорокин А.Г., 2002] и НИЦ МКВК (Сорокин А.Г., 2014). Модели используются для различных задач планирования распределения водных ресурсов Амударья в качестве инструмента научных оценок, но официально не признаны как единый инструмент расчета потерь в регионе, и не получили должного распространения в странах бассейна. Второй подход – оценка потерь методом РБ для участков реки, - в этом случае потери оцениваются суммарно, без выделения фильтрационной составляющей и потерь на испарение, как выявленная невязка РБ; при таком подходе, как правило, потери включают и динамический фактор (величины изменения объемов воды в русле); качество оценок потерь стока по РБ зависит от схемы расчета – выделения характерных временных периодов (подъем, спад паводка, межень) и характерных участков реки, близких по условиям трансформации стока, а также достоверности данных (при недостоверных данных в потери могут быть включены неучтенные водозаборы или (со знаком минус) неучтенная боковая приточность).

Влияние динамического фактора (изменения объема воды в русле) на русловые потери можно показать на фактическом РБ июля 2015 года. Относительные потери воды на участке реки г/п Келиф – г/п Бирата (Дарганата), в % от стока реки в г/п Келиф, в 1-ю и 2-ю декады июля 2015 года составили около 20 %, в третьей декаде они снизились до 3 %.

Резкое снижение относительных потерь в третьей декаде можно объяснить следующим образом: в 1-й и во 2-й декадах на участке происходил подъем уровней воды в реке, вызванный ростом расхода воды в г/п Келиф, и часть стока была аккумулирована в русле реки (что было отражено в потерях); в третьей декаде паводок стабилизировался, и расходы даже несколько уменьшились, - в потерях это отразилось некоторой их компенсацией за счет сработки воды, накопленной в русле в предыдущей декаде.

После ввода в эксплуатацию Тюямуюнского гидроузла (ТМГУ), в середине 80-х годов, когда водохранилища ТМГУ были заполнены и изменился режим реки Амударьи в низовьях, встала задача расчета РБ реки и потерь воды в водохранилищах и ниже ТМГУ в реке. Такие исследования, имеющие мощную экспедиционную базу, проводились с середины 80-х до середины 90-х в САНИИРИ; исследования включали натурные измерения, их обработку и компьютерное моделирование процессов формирования потерь (Сорокин А.Г., 2002). Использование в моделях САНИИРИ фильтрационных зависимостей, морфометрических зависимостей позволили рассчитывать потери из реки для любого по водности года, сезона, месяца. Гипотеза о наличии фильтрационной составляющей потерь подтверждается многими исследованиями, в том числе Проскураковым А.К. (1953), Светитским В.П. (1985), Альтшулем А.Х. (1989).

Модельные исследования РБ САНИИРИ были продолжены в НИЦ МКВК, было показано, что основной объем фильтрационных потерь наблюдается на участках Керки – Ильчик и Тюямуюн – Кипчак; на участке Ильчик – Бирата (Дарганата) выявлена постоянная фильтрационная приточность в русло реки.

#### Оценка потерь по результатам исследований прошлых лет

В 60-х годах прошлого столетия В.Шульц (1965) оценил годовые потери воды из реки Амударьи в  $7.6 \text{ км}^3$ . В проектных проработках Среднеазиатского отделения Гидропроекта (1971) к Генеральной схеме комплексного использования водных ресурсов р.Амударьи потери из реки (для условий среднемноголетнего стока) были оценены в  $7.8 \text{ км}^3$ , в том числе на участке Керки – Чатлы в  $6.6 \text{ км}^3$  (на испарение приходится  $4.7 \text{ км}^3$ ). В начале 80-х годов при уточнении схемы комплексного использования Амударьи оценка потерь была снижена (Средазгипроводхлопок, 1984) – для маловодного года потери в реке приняты всего в  $2.9 \text{ км}^3$ , в том числе в низовьях  $1.96 \text{ км}^3$  (или 7 % от стока реки в створе г/п Тюямуюн).

Расчеты, выполненные НИЦ МКВК на данных до 1990 года показывают, что в среднем течении реки Амударья, на участке Келиф-Бирата (Дарганата) при расходах Амударьи менее 500 куб.м/с средние потери за месяц не превышают 2..6 %, в условиях прохождения расходов более 500 куб.м/с потери меняются в пределах 1..4 %. В нижнем течении расчетные потери выше: при расходах менее 500 куб.м/с потери могут достигать 12..17 %, при расходах более 500 куб.м/с потери меняются в пределах 6..14 %.

#### Оценка АБР

Оценка потерь по проекту Азиатского Банка Развития “RETA 6163 – Совершенствование управления совместными водными ресурсами в Центральной Азии” является результатом совместной работы стран бассейна – в ней участвовали эксперты из Региональной и Национальных Рабочих Групп ([www.cawater-info.net/reta/](http://www.cawater-info.net/reta/)).

В рамках проекта RETA 6163 для периода 1989 - 2006 были составлены подекадные русловые балансы по участкам Келиф-Дарганата, Тюямуюн-Кипчак, Кипчак-Саманбай. Потери выражены в % от стока (или расхода) в начале расчетного участка, даны в ожидаемом диапазоне (Max, Min) для маловодного, многоводного нормального по водности года, для двух временных периодов: апрель-сентябрь, октябрь-март.

По оценкам проекта RETA, для участка Тюямуюн-Саманбай при расчетах РБ и распределении водных ресурсов величину русловых потерь рекомендуется принимать: за период октябрь-март в пределах 16...20 %, за апрель-сентябрь – в пределах 14...17 %. Для участка Келиф – Дарганата рекомендуемые максимальные значения потерь определены в 1.5...2 %.

#### Анализ данных БВО “Амударья”

В феврале 2011 года во исполнении протокольного решения 54-го заседания МКВК, от 14-15 января 2010 года в г. Шымкенте, со стороны НИЦ МКВК была организована Комиссия с целью анализа данных БВО “Амударья”. В Комиссии приняли участие ведущие специалисты БВО “Амударья”, НИЦ МКВК и его национальных филиалов. Комиссией на основании представленных материалов БВО “Амударья” был выполнен анализ русловых потерь на балансовых участках реки Амударья Келиф-Дарганата, Дарганата-Тюямуюн, Тюямуюн-Кипчак, Кипчак-Саманбай для лет различной водности в разрезе межвегетационных и вегетационных периодов за 1989/1990 – 2009/2010 годы. Величины водозаборов государств были подтверждены Актами сверок, которые хранятся в БВО.

Комиссией был составлен сводный русловой баланс реки Амударья за 2007/2008 – 2009/2010 годы и определены невязки руслового баланса. В таблице 2.1 приводятся значения невязок, полученных при сведении руслового баланса, которые можно отнести к потерям воды (знак “-”) или неучтенной приточности на участках (знак “+”).

Таблица 2.1. Невязки руслового баланса реки Амударья за 2007/2008 – 2009/2010 годы

Участок	Наименование составляющих баланса	2007-2008	2008-2009	2009-2010
1. г/п Келиф – г/п Дарганата, L = 552 км	Сток р. Амударья - г/п Келиф, млн.куб.м	36209	52245	71359
	Сток р. Амударья - г/п Дарганата, млн.куб.м	17919	26634	47219
	Средний сток на участке, млн.куб.м	27064	39440	59289
	<b>Невязка</b> руслового баланса, млн.куб.м	<b>+ 404</b>	<b>- 4737</b>	<b>- 4509</b>
	в % от стока р. Амударьи по г/п Келиф	<b>+ 1.1</b>	<b>- 9.1</b>	<b>- 6.3</b>
	в млн.куб.м на 1 км реки	<b>+ 0.73</b>	<b>- 8.6</b>	<b>- 8.2</b>
2. г/п Дарганата - г/п Тюямуюн, L = 161 км	Сток р. Амударья - г/п Дарганата, млн.куб.м	17919	26634	47219
	Сток р. Амударья - г/п Тюямуюн, млн.куб.м	12261	18396	37304
	Средний сток на участке, млн.куб.м	15090	22515	42262
	<b>Невязка</b> руслового баланса, млн.куб.м	<b>- 845</b>	<b>- 1822</b>	<b>- 3121</b>
	в % от стока р. Амударьи по г/п Дарганата	<b>- 4.7</b>	<b>- 6.8</b>	<b>- 6.6</b>
	в млн.куб.м на 1 км реки	<b>- 5.2</b>	<b>- 11.3</b>	<b>- 19.4</b>
3. г/п Тюямуюн - г/п Кипчак, L = 167 км	Сток р. Амударья - г/п Тюямуюн, млн.куб.м	12261	18396	37304
	Сток р. Амударья - г/п Кипчак, млн.куб.м	6573	11570	28658
	Средний сток на участке, млн.куб.м	9417	14983	32981
	<b>Невязка</b> руслового баланса, млн.куб.м	<b>- 3835</b>	<b>- 3603</b>	<b>- 4685</b>
	в % от стока р. Амударьи по г/п Тюямуюн	<b>- 31.3</b>	<b>- 19.6</b>	<b>- 12.6</b>
	в млн.куб.м на 1 км реки	<b>- 23</b>	<b>- 21.6</b>	<b>- 28.1</b>
4. г/п Кипчак - г/п Саманбай, L = 68 км	Сток р. Амударья - г/п Кипчак, млн.куб.м	6573	11570	28658
	Сток р. Амударья - г/п Саманбай, млн.куб.м	651	1973	16152
	Средний сток на участке, млн.куб.м	3612	6772	22405
	<b>Невязка</b> руслового баланса, млн.куб.м	<b>- 1480</b>	<b>- 1743</b>	<b>- 2143</b>
	в % от стока р. Амударьи по г/п Кипчак	<b>- 22.5</b>	<b>- 15.1</b>	<b>- 7.5</b>
	в млн.куб.м на 1 км реки	<b>- 21.8</b>	<b>- 25.6</b>	<b>- 31.5</b>

Анализ невязок руслового баланса Амударьи за 2007/2008 – 2009/2010 годы показывает следующее:

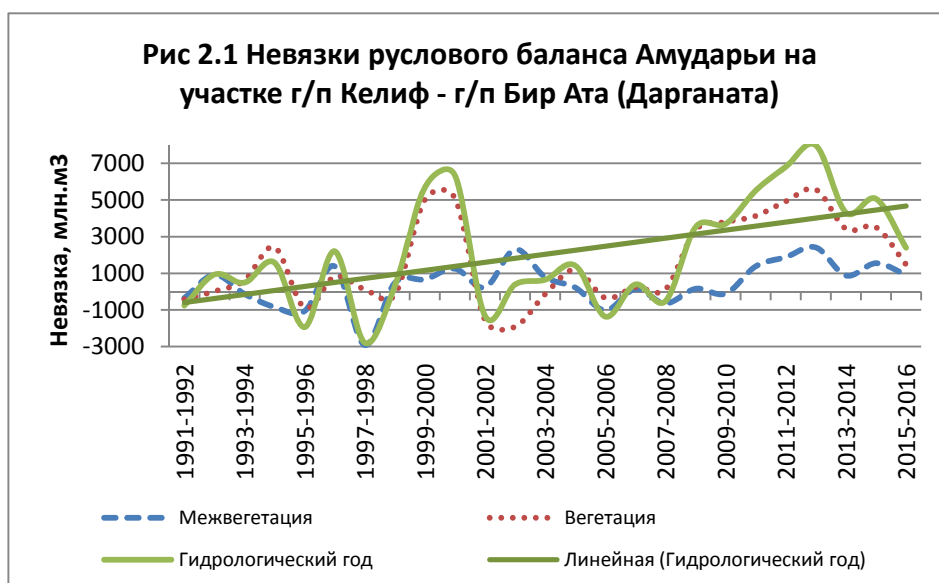
- На первом участке (Келиф - Дарганата), в среднем течении Амударьи относительная невязка руслового баланса находилась в пределах + 1.1 ... - 9.1 %, наименьшее значение отрицательной невязки (потери) наблюдалось в многоводном 2009 – 2010 году, в маловодном 2007 – 2008 году зафиксирован неучтенный приток

в русло; в среднем за 2007/2008 – 2009/2010 годы невязка (потери) составили – 4.8 %, - это в 2.4 раза больше, чем максимальные значения потерь, рассчитанные в проекте RETA,

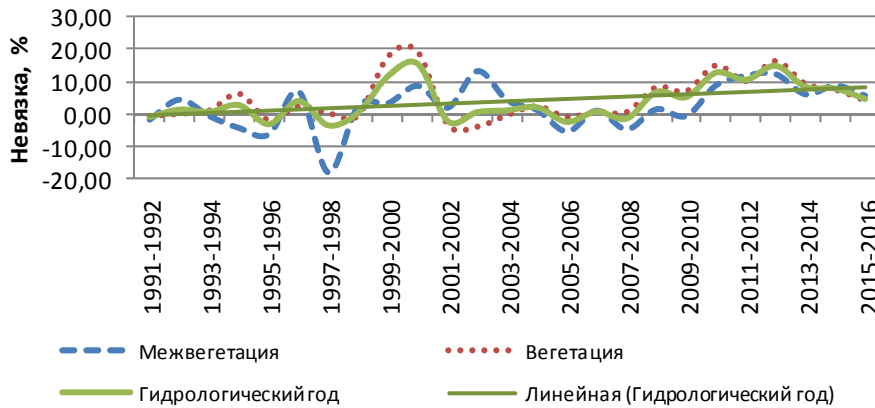
- На втором участке (Дарганата - Тюямуюн), в месте расположения Тюямуюнского гидроузла относительная невязка руслового баланса находилась в пределах - 4.7 ... - 6.8 %, наименьшие значения отрицательной невязки (потери) наблюдались в многоводном 2009 – 2010 году и в маловодном 2007 – 2008 годах,
- На третьем участке (Тюямуюн - Кипчак), в нижнем течении Амударьи относительная невязка руслового баланса была наибольшей и достигала в маловодный год 31.3 %, в средний по водности год – 19.6 % и в многоводный – 12.6 %; на четвертом участке (Кипчак - Саманбай) потери несколько ниже (- 7.5 % ... - 22.5 %); - по результатам проекта RETA в низовьях Амударьи максимальное значение невязки (потерь) оценивается в 20 %,
- Удельные (на 1 км) невязки (русловые потери) растут вниз по течению и с увеличением расходов воды в реке; - если в среднем течении (Келиф - Саманбай) невязки изменяются в пределах + 0.73 ... - 8.2 млн.куб.м на 1 км реки, то в низовьях (участок Кипчак – Саманбай) уже достигают - 21.8 ... - 31.5 млн.куб.м на 1 км.

#### Оценка невязок стока реки Амударья за последние годы

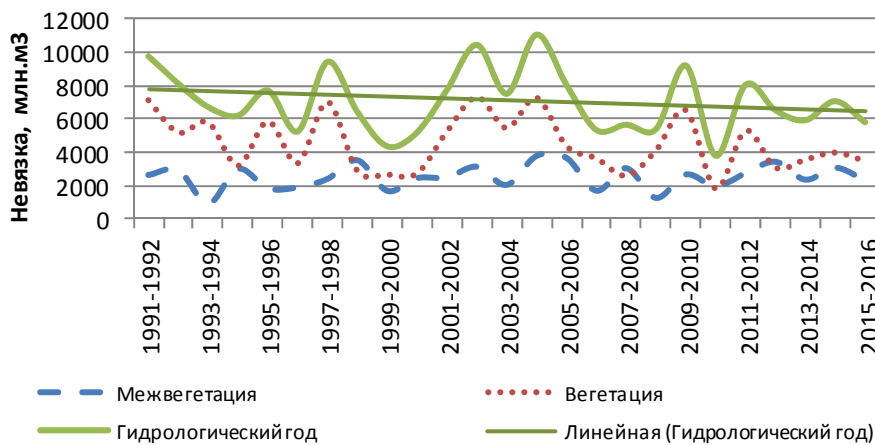
Для уточнения русловых потерь Амударьи за последние годы в рамках проекта PEER были составлены русловые балансы по участкам в разрезе сезонов гидрологических лет (октябрь – март, апрель - сентябрь) за 1991 – 2016 годы и рассчитаны невязки, отнесенные на потери стока. Получены зависимости русловых потерь от стока реки Амударья в начале участков. Результаты представлены на рисунках 2.1 – 2.4.



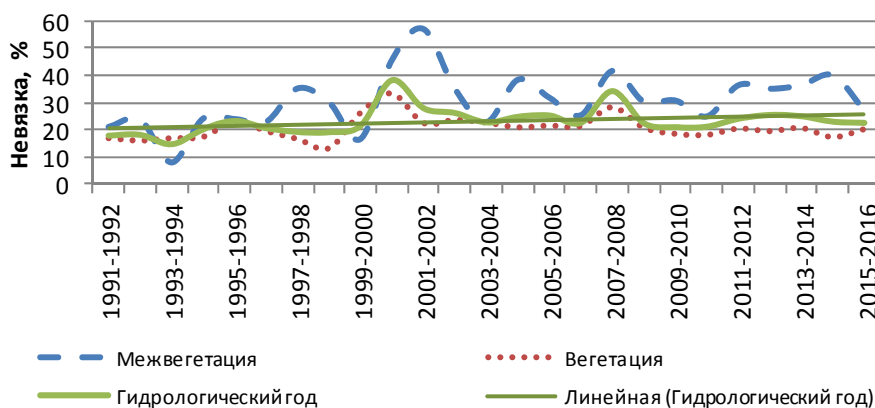
**Рис 2.1а Невязки руслового баланса Амударьи на участке г/п Келиф - г/п Бир Ата (Дарганата), в % от стока реки по г/п Келиф**



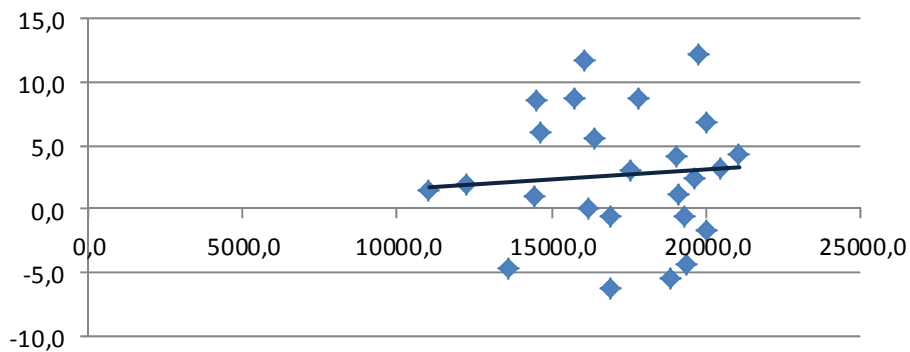
**Рис 2.2 Невязки руслового баланса Амударьи на участке г/п Туямуюн - г/п Саманбай**



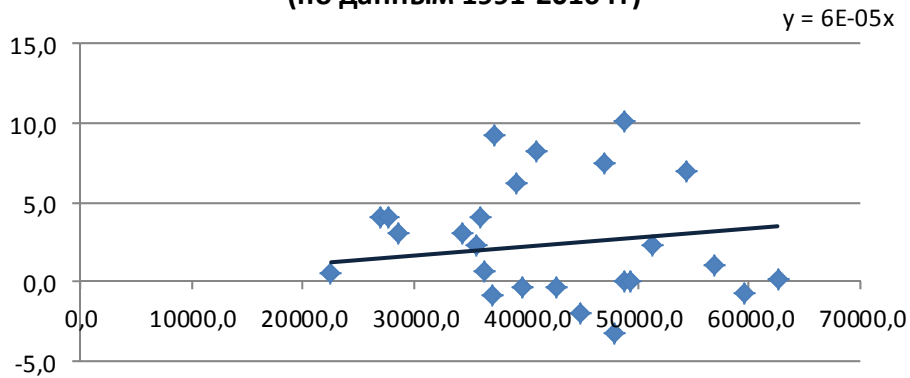
**Рис 2.2а Невязки руслового баланса Амударьи на участке г/п Туямуюн - г/п Саманбай, в % от попуска из ТМГУ**



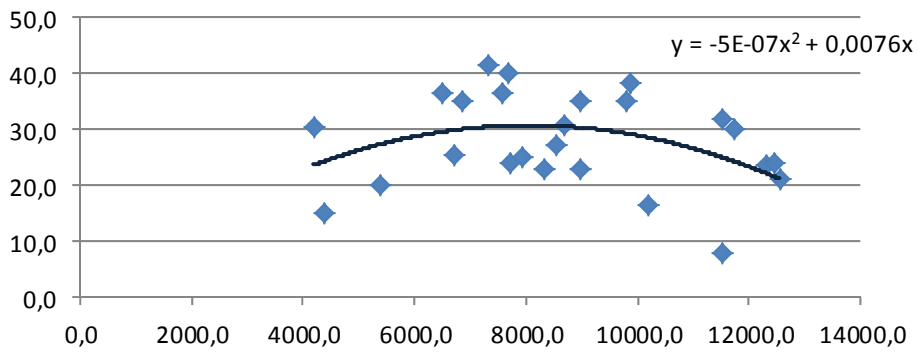
**Рис 2.3. Зависимость невязки руслового баланса на участке Келиф - Бир-Ата (Y, %) от стока Амударьи в створе Келиф (X, млн.куб.м) за октябрь - март (по данным 1991-2016 гг)**



**Рис 2.3а. Зависимость невязки руслового баланса на участке Келиф - Бир-Ата (Y, %) от стока Амударьи в створе Келиф (X, млн.куб.м) за апрель - сентябрь (по данным 1991-2016 гг)**

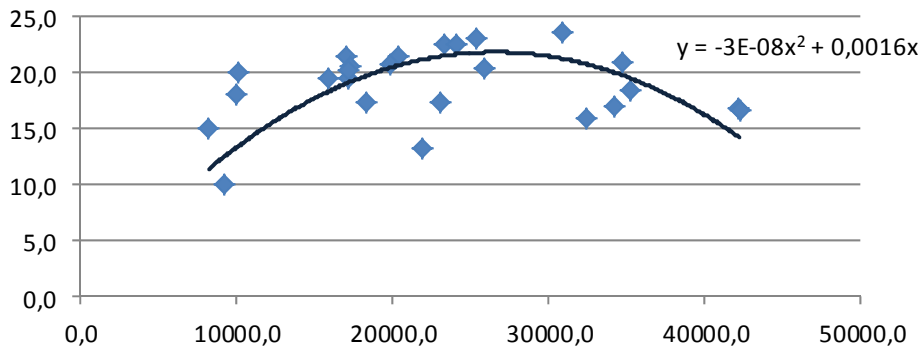


**Рис 2.4. Зависимость невязки руслового баланса на участке Тюямуюн - Саманбай (Y, %) от стока Амударьи в нижнем бьефе ТМГУ (X, млн.куб.м) за октябрь - март (по данным 1991-2016 гг)**

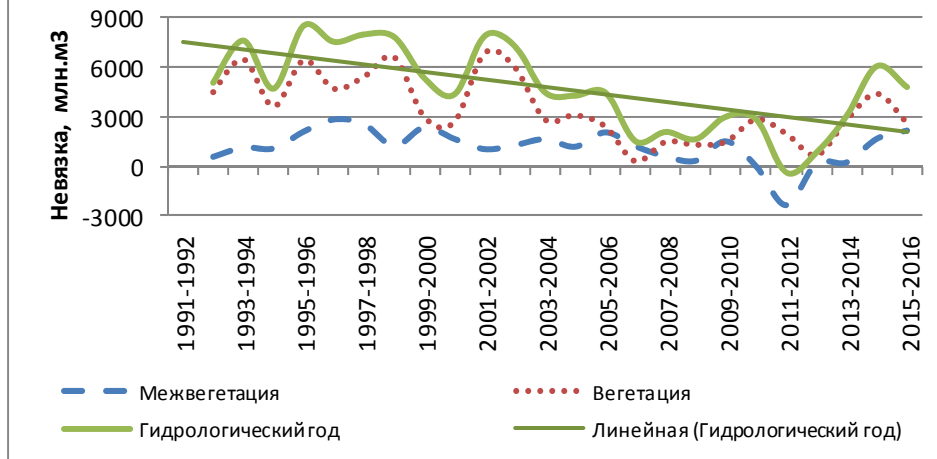




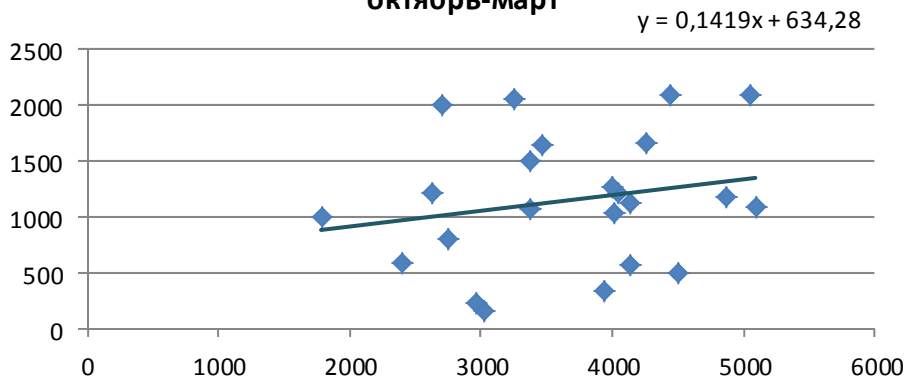
**Рис 2.4а. Зависимость невязки руслового баланса на участке Тюямуюн - Саманбай (Y, %) от стока Амударьи в нижнем бьефе ТМГУ (X, млн.куб.м) за апрель - сентябрь (по данным 1991-2016 гг)**

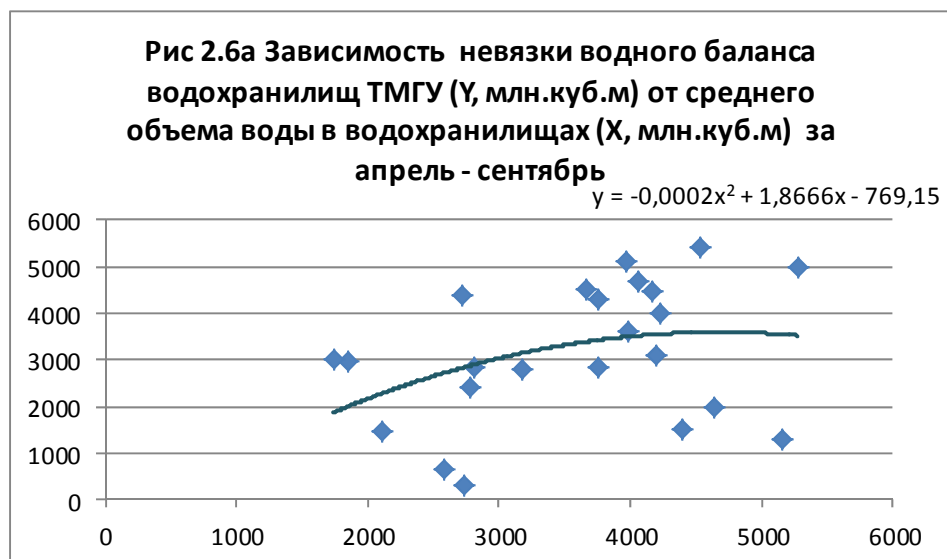


**Рис 2.5 Невязки водного баланса на участке Бир-Ата - г/п Тюямуюн**



**Рис 2.6 Зависимость невязки водного баланса водохранилища ТМГУ (Y, млн.куб.м) от среднего объема воды в водохранилищах (X, млн.куб.м) за октябрь-март**





Для участка реки г/п Бир-Ата – г/п Тюямуюн, на котором расположены водохранилища Тюямуюнского гидроузла (ТМГУ), зависимости невязок водного баланса (потерь) от стока Амударьи в начале участка (Бир-Ата) не найдены. Потери воды из наливных водохранилищ ТМГУ (Капарас, Султансанджар, Кошбулак) зависят от сезона и испаряемости с водной поверхности водохранилищ, а для Руслового водохранилища – от его наполнения: при полном водохранилище (отметки 128...130 м) происходят фильтрационные потери воды из водохранилища (с частичным выклиниванием в реку в нижнем бьефе плотины), а при пустом водохранилище (отметки 116...120 м) – фильтрационный приток в водохранилище из подземных горизонтов. Невязка водного баланса на этом участке зависит не только от потери воды на испарение и фильтрацию, но и точности (достоверности) учета стока реки Амударья по притоку к Русловому водохранилищу (г/п Бир-Ата и водозабор на участке Бир-Ата – приток к ТМГУ). На рисунке 2.5 показана динамика невязок водного баланса на участке ТМГУ с трендом на значительное снижение невязок за период 1991/1992 – 2015/2016 гг.

### Выводы и рекомендации

1. В среднем течении реки Амударья (участок г/п Келиф – г/п Бир-Ата) за период 1991/1992 – 2015/2016 наблюдался тренд на увеличение невязок руслового баланса, как в вегетационный, так и межвегетационный периоды. Иллюстрация тренда приводится на рисунках 2.1, 2.1а (положительные значения невязок соответствуют потерям стока, а отрицательные – неучтенной приточности). В среднем за период положительные невязки руслового баланса в межвегетацию составили 2.4 %, а в межвегетацию 4.6 % от стока реки Амударья в створе Келиф. Однако в отдельные годы невязки достигали: 14.9 % (2010 – 2011 г), 16.2 % (2012 – 2013 г). Рост невязок в среднем течении нельзя отнести только на рост русловых потерь, - возможная причина роста невязок руслового баланса – снижение достоверности данных по стоку реки Амударья на границе среднего и нижнего течений, в створе Бир-Ата (Дарганата). Как показывают исследования прошлых лет, русловые потери на этом участке изменяются в пределах 2...9 %, не более.

2. Средняя за период 1991/1992 – 2015/2016 гг невязка стока в нижнем течении Амударьи (участок г/п Тюямуюн – г/п Саманбай) составила: за межвегетационный период 30.6 % от

объема попуска из ТМГУ, за вегетацию 20.6 %. Наблюдается тренд на снижение годовых невязок в абсолютных значениях с 8 до 6.5 куб.км (смотрите рисунки 2.2, 2.2а), что свидетельствует не о снижении русловых потерь, а об улучшении учета стока в низовьях, как результате эффективной работы Комиссии по низовьям, решающей текущие проблемы и задачи распределения стока из ТМГУ и реки. По рекомендациям проекта РЕТО в вегетационный период потери стока не должны превышать 17 %, а в межвегетацию 20 %, что близко к фактическим невязкам руслового баланса последних 5 лет.

3. При расчете водных балансов реки Амударья в рамках проекта PEER рекомендуется использовать полученные зависимости невязок (потерь) на участке от стока реки в начале участка: для среднего течения (участок г/п Келиф – г/п Бир-Ата) – линейные зависимости, показывающие незначительный рост потерь в вегетацию и межвегетацию (в пределах 1...4 %) по мере роста расходов воды в реке (рисунки 2.3, 2.3а), а для нижнего течения (участок г/п Тюямуюн – г/п Саманбай) – полиномиальные зависимости 2-й степени, дающие снижение потерь (в %) в маловодные и многоводные периоды (рисунки 2.4, 2.4а), в пределах 20...30 % для межвегетации и 10...22 % для вегетации.

4. Для участка реки г/п Бир-Ата – г/п Тюямуюн в среднем за период 1991/1992 – 2015/2016 гг невязки оцениваются в 1.2 куб.км в межвегетацию и 3.5 куб.км в вегетационный период, что выше расчетных потерь приблизительно в 2 раза. За последние 5 лет годовые невязки составляют 3...2 куб.км, что близко к расчетным. Расчет потерь воды на участке Бир-Ата – г/п Тюямуюн при составлении русловых балансов рекомендуется осуществлять по зависимостям, представленным на рисунках 2.6 и 2.6а, за вычетом водозабора на участке г/п Бир-Ата – приток к Русловому водохранилищу. Для межвегетационного периода – это линейная зависимость невязок водного баланса водохранилищ ТМГУ от среднего объема воды в водохранилищах, для вегетационного периода - полиномиальная зависимость 2-й степени. Потери, рассчитанные подобным образом, оцениваются для маловодных лет в 1.5...2.5 куб.км, в многоводные – 3.0...3.5 куб.км.

5. В рамках проекта PEER специалисты БВО “Амударья” (А.Назарий, отчет по позиции 2.1) выполнили оценку русловых потерь реки Амударьи за 1989/1990 – 2015/2016 годы – смотрите таблицу 2.2. Данная оценка находится в пределах значений функций удельных потерь  $Y(X)$ , рекомендованных для составления русловых балансов нижнего течения (рис 2.4, 2.4а). Для среднего оценка БВО дает завышенные значения для вегетационного периода на 20 % по сравнению с рекомендуемой функцией  $Y(X)$  (рис. 2.3, 2.3а).

Таблица 2.2 Средние значения русловых потерь Амударьи периода 1989/90... 2015/16 гг,

Участок реки Амударьи	Средние потери за октябрь-март, %	Средние потери за апрель-сентябрь, %	Средние потери за, октябрь-сентябрь, %
г/п Келиф – г/п Бир-Ата (Дарганата)	3.1	5.5	4.6
г/п Тюямуюн - г/п Кипчак	13.3	18.1	16.2
г/п Кипчак - г/п Саманбай	20.2	12.3	14.1

## **Внесение изменений в комплекс ASBmm**

Изменения в комплексе ASBmm, предусмотренные проектом PEER, включают:

- Совершенствование модели зоны планирования - переосмысление функционирования объектов и системы в целом, уточнение отдельных функций, внесения новых факторов и переменных, улучшение алгоритмов водного баланса (А.Сорокин, Р.Хафазов),
- Совершенствование гидроэнергетической модели (Д.Сорокин),
- Адаптацию WEB-интерфейса – выделение базового периода и периода оценки сценариев (2016-2055 гг), улучшение меню пользователя, улучшение структуры БД (Р.Тошпулатов).

Все изменения и дополнения, вносимые в ASBmm проектом PEER, соответствуют требованиям методологии моделирования сложных систем (Function Modeling) и информационных потоков (Information Modeling), разработанной в США.

В данном разделе приводится описание модели зоны планирования, описание совершенствования гидроэнергетической модели и интерфейса приводятся в отдельных отчетах.

### Модули и блоки модели зоны планирования

Усовершенствованная модель зоны планирования включает следующие модули:

- Расчет водного баланса (B1),
- Расчет производства продукции орошаемого земледелия (B2),
- Социально-экономическая оценка (B3)

Модуль “Расчет водного баланса” (В1) включает следующие блоки:

В1.1 Блок “Обработка исходных данных”

В1.2 Блок “Расчет требуемого водопотребления”

В1.3 Блок “Расчет располагаемых к использованию водных ресурсов”

В1.4 Блок “Сведение водного баланса и определение расчетного водопотребления”

В1.5 Блок “Обработка и вывод расчетных данных”

Модуль “Расчет производства продукции орошаемого земледелия” (В2) включает:

В2.1 Блок “Обработка исходных данных”

В2.2 Блок “Расчет потенциальной продукции орошаемого земледелия”

В2.3 Блок “Расчет продукции орошаемого земледелия и потерь продукции”

В2.4 Блок “Обработка и вывод расчетных данных”

Модуль “Социально-экономическая оценка” (В3) включает:

В3.1 Блок “Обработка исходных данных”

В3.2 Блок “Расчет дохода от реализации продукции орошаемого земледелия”

В3.3 Блок “Расчет добавленной стоимости”

В3.4 Блок “Расчет социально-экономических показателей”

В3.5 Блок “Обработка и вывод расчетных данных”

### Переменные

- Эндогенные переменные (Endogenous) - определяются моделью
- Экзогенные переменными (Exogenous) - исходные данные пользователя (вводимые через интерфейс), данные из БД - сценарии, результаты расчета других моделей, справочная информация, "параметры" в терминах GAMS

Индексы и массивы описывают: временные периоды, зоны планирования, источники водных ресурсов, потребителей водных ресурсов, с/х культуры. Индексы обозначаются в скобках после переменных.

Индексом месяца в гидрологическом году (который начинается с 1 октября) является  $m$ , а индекса месяца в календарном году  $n$ , индексом гидрологического года является  $y$ , а календарного года  $t$ , индексом зоны планирования является  $z$ , с/х культуры  $c$ , потребители водных ресурсов (сектора) обозначаются  $j$ , источники воды  $i$ .

Соответственно массивы обозначаются:  $M, N, Y, T, Z, J, I, C$ . В массивах  $Y$  и  $T$  выделяются: базовые периоды (сравнения) -  $Yb, Tb$  и “прогноза” -  $Yf, Tf$ .

Где:  $M = \{\text{oct}, \dots, \text{sep}\}$ ,  $N = \{\text{jan}, \dots, \text{dec}\}$ ,  $Y = \{2010/2011, \dots, 2049/50\}$ ,

$Yb = \{2010/2011, \dots, 2014/15\}$ ,  $Yf = \{2015/2016, \dots, 2049/50\}$ ,  $T = \{2011, \dots, 2050\}$ ,

$Tb = \{2011, \dots, 2016\}$ ,  $Tf = \{2016, \dots, 2050\}$ ,

$Z = \{\text{зоны планирования бассейна Амударьи}\}$ ,

$J = \{\text{irr, ind, dom, fis}\}$ ,  $I = \{\text{tra, loc, und, dra}\}$ ,  $C = \{\text{cot, whe, ric, mai, veg, orc, for, oth, hom}\}$ .

Типы данных:

Исходные данные (D1) включают:

- D1.1 Управляющие воздействия (данные пользователя)
- D1.2 Сценарии, тренды и справочные данные из БД
- D1.3 Рабочие параметры модели, которые являются только частью кода
- D1.4 Расчетные данные, импортируемые из других модулей PZm
- D1.5 Расчетные данные, импортируемые из других моделей

Выходные данные (D2) включают:

- D2.1 Расчетные данные, используемые в данном модуле PZm
- D2.2 Расчетные данные, экспортируемые в другие модули PZm
- D2.3 Расчетные данные, экспортируемые в другие модели
- D2.4 Расчетные данные, доступные пользователю (через интерфейс)
- D2.5 Расчетные данные, недоступные пользователю

Расчет водозабора в зону планирования (модуль водного баланса) осуществляется по двум схемам:

Scheme # 1 – первоначальное удовлетворение требований из трансграничных водных источников

Scheme # 2 - первоначальное удовлетворение требований из местных водных источников

В таблице 3.1 приводятся элементы массивов модели зоны планирования. Перечень переменных и алгоритмы приводятся в Приложении к данному отчету.

Таблица 3.1 Элементы массивов модели зоны планирования

Обозначение	Наименование	Пояснения
<b>C = { }</b>	<b>Crops</b>	<b>Элементы массива “ с/х культуры”</b>
cot	Cotton	Хлопчатник
whe	Wheat	Пшеница

ric	Rice	Рис
mai	Maize	Maize for grain / Кукуруза на зерно
veg	Vegetables	Овощные: картофель, томаты, корнеплоды, бобовые, бахчевые
orc	Orchards	Orchards and grapes / Фруктовые сады и виноградники
for	Forage	Forage crops / Кормовые: corn silage / кукуруза на силос, alfalfa / люцерна
oth	Other	Прочие: другие зерновые и технические – oil crops / масличные, сахарная свекла, табак и др.
hom	Homestead	Приусадебные
	Double crops	Повторные; в массив 9 культур не входят, но учитываются через повышающие коэффициенты для: а) овощных (морковь, маш, бобовые, редька и др.), б) кормовых культур и с) риса. Засеваются после уборки пшеницы.
<b>I = { }</b>	<b>Water sources</b>	<b>Элементы массива “источники водных ресурсов”</b>
tra	Transboundary	Трансграничные водные ресурсы
loc	Local	Локальные водные ресурсы
und	Underground	Источники подземных вод
dra	Drainage	Коллекторно-дренажные воды
<b>J = { }</b>	<b>Sectors</b>	<b>Элементы массива “потребители водных ресурсов”</b>
irr	Irrigation	Ирригация
ind	Industry	Промышленность
dom	Domestic	Коммунально-бытовой сектор
fis	Fisheries	Рыбное хозяйство и прочие потребители воды
<b>Z = { }</b>		<b>Элементы массива “зоны планирования (ЗП)”</b>
gar	Garm	Гармская ЗП, Tajikistan, - элемент К_1 в WAm ASBmm
vah	<b>Vahshkaya</b>	<b>Вахшская ЗП</b> , Tajikistan, - элемент К_2 в WAm ASBmm
pya	<b>Pyandjskaya</b>	<b>Пянджская ЗП</b> , Tajikistan, - элемент К_3 в WAm ASBmm
gba	Gorno-Badakhshanskaya	Горно-Бадхшанская ЗП, Tajikistan, - элемент К_4 в WAm ASBmm
uka	<b>Up_Kafirnigan</b>	<b>Верхне-Кафирниганская ЗП</b> , Tajikistan, - элемент К_5 в WAm ASBmm
dka	<b>Down_Kafirnigan</b>	<b>Нижне-Кафирниганская ЗП</b> , Tajikistan, - элемент К_6 в WAm ASBmm
ksh	Karatag-Shirkent	Каратаг-Ширкентская ЗП, Tajikistan, - элемент К_7 в WAm ASBmm
sur	<b>Surhandarya</b>	<b>Сурхандаринская ЗП</b> , Uzbekistan, - элемент К_8 в WAm ASBmm
mar	<b>Mary</b>	<b>Марыйская ЗП</b> – Марыйская область, Turkmenistan, - элемент К_9 в WAm ASBmm
aha	<b>Ahal</b>	<b>Ахалская ЗП</b> – Ахалская область, Turkmenistan, - элемент К_10 в WAm ASBmm. Допущение: объем воды, поступающий по Каракумскому каналу в Балканскую область (бассейн Каспийского моря), учитывается в Ахалской ЗП (а также площади с/х угодий, орошаемых этой водой).
leb	<b>Lebap</b>	<b>Лебапская ЗП</b> , Turkmenistan, - элемент К_11 в WAm ASBmm
kas	Kashkadarya	Кашкадарьинская ЗП, Uzbekistan, - элемент К_12 в WAm ASBmm
kar	<b>Karshi</b>	<b>Каршинская ЗП</b> , Uzbekistan, - элемент К_13 в WAm ASBmm
zar	Zarafshan	Зарафшанская ЗП, Tajikistan, - элемент К_14 в WAm ASBmm

sam	Samarkand	Самаркандская ЗП, Uzbekistan, - элемент К_15 в WAm ASBmm
nav	Navoyi	Навоийская ЗП, Uzbekistan, - элемент К_16 в WAm ASBmm
buh	<b>Buhara</b>	<b>Бухарская ЗП</b> , Uzbekistan, - элемент К_17 в WAm ASBmm
hor	<b>Horezm</b>	<b>Хорезмская ЗП</b> , Uzbekistan, - элемент К_18 в WAm ASBmm
skk	Karakalpak-South	ЗП Южный Каракалпакистан, Uzbekistan, - элемент К_19 в WAm ASBmm
nkk	<b>Karakalpak-North</b>	<b>ЗП Северный Каракалпакистан</b> , Uzbekistan, - элемент К_20 в WAm ASBmm
tas	<b>Tashauz</b>	Дошоузская ЗП, Turkmenistan, - элемент К_21 в WAm ASBmm
ala	Alayskaya	Алайская ЗП, Kyrgyzstan, - элемент К_22 в WAm ASBmm
afg	Afganskaya	Афганская ЗП, Afghanistan, - элемент К_22 в WAm ASBmm

## Заключение

## Литература

- 1 Сорокин А.Г., Каюмов О.А., 2002. Динамическая модель трансформации стока р.Амударьи в среднем течении. Водные ресурсы Центральной Азии (Материалы научно-практической конференции, посвященной 10-летию МКВК), Алматы, стр.154-158.
- 2 Сорокин А.Г. и др., 2014. Численное моделирование динамики стока реки Амударья. Сборник научных трудов НИЦ МКВК, вып. 14, Ташкент, стр.86-91.
- 3 САО Гидропроект, 1971. Генеральная схема комплексного использования водных ресурсов р.Амударьи, Ташкент.
- 4 Средазгипроводхлопок, 1984. Уточнение схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов р.Амударьи, Ташкент.
- 5 Проскуряков А.К., 1953. Водный баланс р.Амударьи на участке от г. Керки до г. Нукус. Гидрометеоиздат.
- 6 Светитский В.П., 1985. Провести исследования и составить современный и на перспективу до 2000 года ВХБ бассейна Аральского моря. Отчет о НИР, САНИИРИ, Ташкент.
- 7 Милькис Б.Е., Чолпанкулов Э.Д. и др., 1974. Потери стока р.Амударьи на испарение на участке Верхне-Амударьинский – Чатлы. Труды САНИИРИ, вып.132, Ташкент.
- 8 Альтшуль А.Х. и др., 1989. Русловой водный баланс низовьев р.Амударья. Водные ресурсы, № 6, стр. 27-33.
- 9 Шульц В.Л., 1965. Реки Средней Азии. Гидрометеоиздат.



## **Приложение к разделу 2.1 ASBmm adjustment**