



Проект ПРООН/ГЭФ

**Снижение трансграничной деградации
в бассейне реки Кура Аракс**

Аналитический обзор по гидрологии





ПРОЕКТ ПРООН/ГЭФ
**СНИЖЕНИЕ
ТРАНСГРАНИЧНОЙ
ДЕГРАДАЦИИ
В
БАССЕЙНЕ РЕКИ КУРА АРАКС**

Аналитический обзор по гидрологии

Тбилиси, Грузия – Баку, Азербайджан – Ереван, Армения
Сентябрь 2013 г.



АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР 1 ГИДРОЛОГИИ

Аналитический обзор по гидрологии для бассейна реки Кура Аракс, выполненный в рамках проекта ПРООН/ГЭФ "Снижение трансграничной деградации в бассейне реки Кура Аракс", сосредоточен на предоставлении обновленного обзора имеющейся информации по водным ресурсам в бассейне реки Кура Аракс, в частности гидрологии рек и подземных вод.

Информация, представленная в Аналитическом обзоре по гидрологии, в значительной степени получена из общедоступных источников, собранных командой проекта ПРООН/ГЭФ в тесном сотрудничестве с национальными экспертами стран проекта - Армении, Азербайджана и Грузии. Дополнительная вспомогательная информация была получена от соответствующих национальных учреждений мониторинга, ответственных за мониторинг водных ресурсов.

Аналитический обзор по гидрологии предоставляет основную базовую информацию относительно анализа приоритетных экологических проблем, связанных с гидрологией, которые являются трансграничными по своему характеру. Оценка воздействий (как экологических, так и социально-экономических) трансграничных гидрологических проблем и определение организационных, правовых и политических вопросов, которые необходимо решать, интегрирована в обновленном Трансграничном Диагностическом Анализе (ТДА). Обновленный ТДА, как всесторонний анализ трансграничных проблем, обеспечивает реальную основу для разработки рекомендуемых вариантов в Стратегической Программе Действий (СПД) в сторону улучшения экологической ситуации и обеспечения устойчивого развития бассейна реки Кура Аракс.

Мнения, представленные в данном документе, необязательно совпадают или отражают точку зрения Организации Объединенных Наций, Программы развития ООН, Управления Организации Объединенных Наций по обслуживанию проектов, Глобального экологического фонда, или стран проекта Армении, Азербайджана, Грузии, но являются только мнениями авторов и исследователей этого доклада.

Общая информация

<i>Название Проекта</i>	Снижение трансграничной деградации в бассейне реки Кура Аракс
<i>Финансирование</i>	Глобальный экологический фонд
<i>Учреждение по реализации программы</i>	ПРООН Программа Развития Организации Объединенных Наций
<i>Организация-исполнитель</i>	Управление Организации Объединенных Наций По Обслуживанию Проектов
<i>Главный технический советник/ координатор проекта</i>	Д-р Мэри М. Мэттьюз
<i>Редакторы Доклада</i>	Харальд Льюмменс и Мэри М. Мэттьюз
<i>Ведущий автор</i>	Тим Ханнан
<i>Вклад</i>	Вахтанг Геладзе, Тамуна Гугушвили, Лилит Арутюнян, Фарда Иманов, Тигран Калантарян, Харальд Льюмменс, Мэри Мэттьюз, Асиф Вердиев, Беник Закарян.
<i>Предлагаемая ссылка</i>	Ханнан Т., Льюмменс Х. и М. Мэттьюз, 2013 г. Аналитический обзор по гидрологии. Проект ПРООН/ГЭФ «Снижение трансграничной деградации в бассейне реки Кура Аракс», Тбилиси-Баку-Ереван, 2013, 30 стр.

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ.....	6
2	ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.....	7
2.1	Описание бассейна	7
2.2	Климат	8
3	ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАСЕЙНА РЕКИ КУРА АРАКС	10
3.1	Поверхностные воды.....	10
3.1.1	Река Кура в Грузии	10
3.1.2	Река Аракс в Армении	11
3.1.3	Река Кура в Азербайджане	12
3.1.4	Общие ресурсы поверхностных вод бассейна Кура Аракс	13
3.2	Подземные воды.....	14
3.3	Основные структуры водных ресурсов.....	15
3.4	Использование воды	17
4	ИЗМЕНЕНИЯ В РЕЧНЫХ СТОКАХ	20
4.1	Межгодовые изменения	20
4.2	Сезонные изменения в стоке реки	24
5	ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.....	29
6	ЛИТЕРАТУРА.....	30

СПИСОК АББРЕВИАТУР И СОКРАЩЕНИЙ

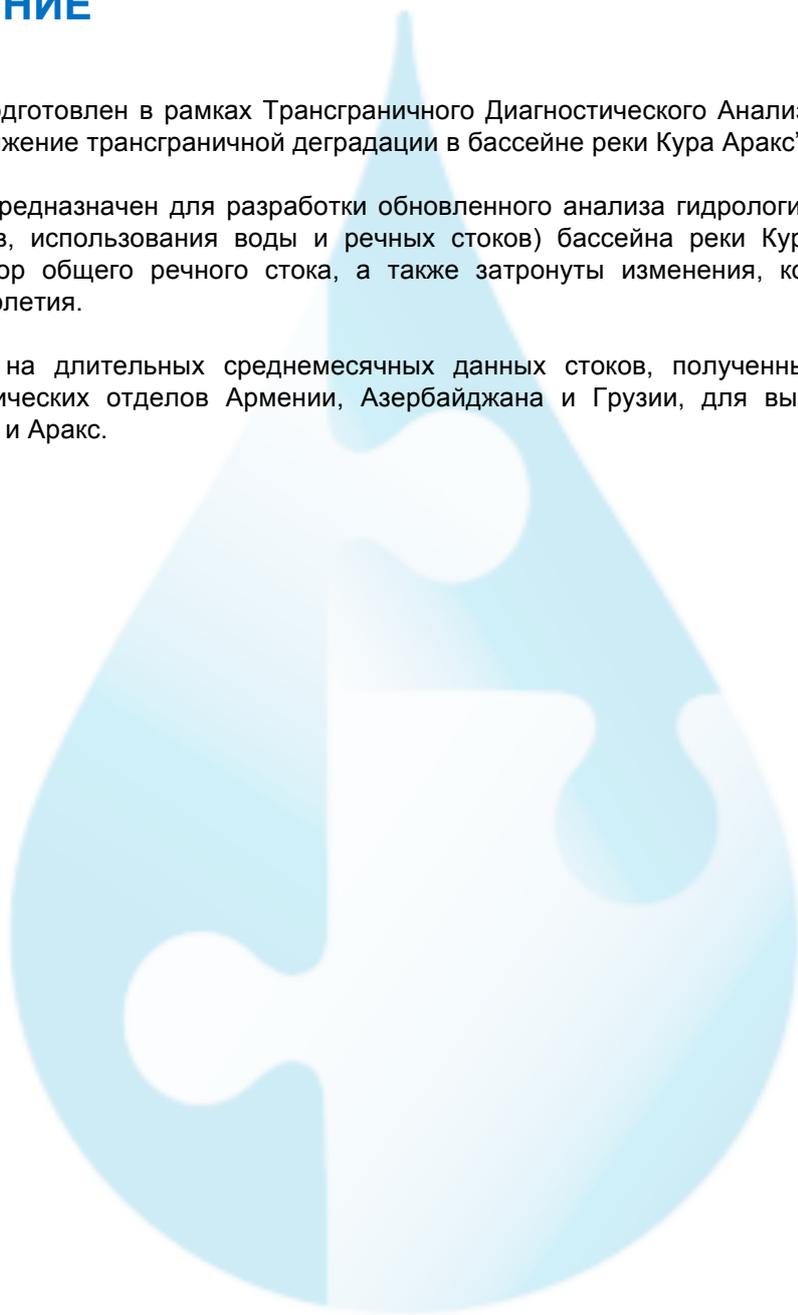
АБР	Азиатский банк развития
АМ	Армения
АМ-МОП	Министерство охраны природы Армении
АрмСтат	Национальная статистическая служба Республики Армения
АЗ	Азербайджан
АЗ-МСХ	Министерство сельского хозяйства Азербайджана
АЗ-МЭПР	Министерство экологии и природных ресурсов Азербайджана
АЗ-НВС	Азербайджанская Национальная Водная стратегия
АзерСтат	Государственный комитет по статистике Азербайджанской Республики
ФАО	Организация ООН по продовольствию и сельскому хозяйству
ГР	Грузия
ГЭФ	Глобальный экологический фонд
ГР-МООСПР	Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Грузии
ГР-МООС	Министерство охраны окружающей среды Грузии
ГУМ	Глобальный уровень моря
ВВПВР	Внутренние Возобновляемые Поверхностные Водные Ресурсы
ИУВР	Интегрированное управление водными ресурсами
АО	Акционерное общество
Млн. м ³	Million cubic meters
МВт	Мегаватт
ГР-НАОС	Национальное агентство окружающей среды Грузии
СПД	Стратегический план действий
СИДА	Шведское агентство развития международного сотрудничества
ВНС	Второе национальное сообщение
ТГ	Трансграничный
ТДА	Трансграничный диагностический анализ
ПРООН	Программа развития Организации Объединенных Наций
ЕЭК ООН	Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций
РКИК ООН	Рамочная Конвенция ООН об изменении климата
ЮНОПС	Управление ООН по обслуживанию проектов
ВБ	Всемирный банк

1 ВВЕДЕНИЕ

Этот документ подготовлен в рамках Трансграничного Диагностического Анализа (ТДА) для проекта ПРООН/ГЭФ “Снижение трансграничной деградации в бассейне реки Кура Аракс”.

Данный доклад предназначен для разработки обновленного анализа гидрологических особенностей (водных ресурсов, использования воды и речных стоков) бассейна реки Кура Аракс. В докладе представлен обзор общего речного стока, а также затронуты изменения, которые произошли в течение почти столетия.

Анализ основан на длительных среднемесячных данных стоков, полученных от национальных гидрометеорологических отделов Армении, Азербайджана и Грузии, для выбранных станций по течению рек Кура и Аракс.



2 ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

2.1 Описание бассейна

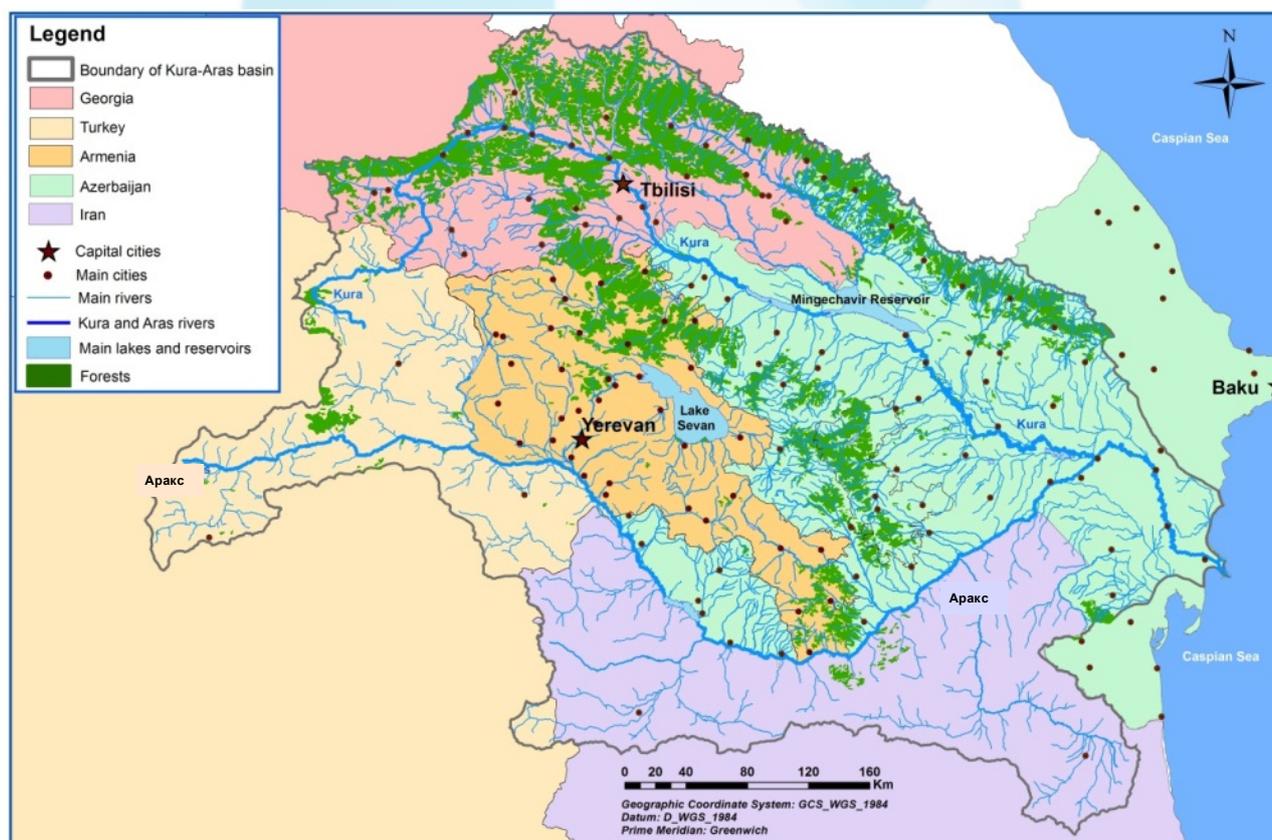
Бассейн реки Кура Аракс занимает 190190 км² и находится на территории 5 стран, как указано в таблице 2.1. Доля бассейна стран проекта ПРООН/ГЭФ Кура Аракс - Армении, Азербайджана и Грузии - составляет 65.4%. На рисунке 2.1 показана карта бассейна реки Кура Аракс с ключевыми особенностями – указаны страны, города, реки и лесные районы.

Таблица 2.1 Доли стран в бассейне реки Кура Аракс

Страна	Общая площадь страны в 2010 (км ²) *	Площадь страны в бассейне (км ²) **	% в стране	% в бассейне
Армения	29740	29740	100,0	15,6
Азербайджан	86600	60020	69,3	31,6
Грузия	69700	34560	49,6	18,2
Турция	783560	28790	3,7	15,1
Иран	1745150	37080	2,1	19,5
Всего	2714750	190190	7,0	100,0

Примечания: * Источник: Всемирный банк (2012); ** Источник: ФАО (2009).

Рисунок 2.1 Карта Южного Кавказа с изложением бассейна реки Кура Аракс



Подготовлен проектом ПРООН/ГЭФ по бассейну Кура Аракс в 2012 году.

Бассейн реки Кура является основным бассейном на Южном Кавказе, общая длина основного русла составляет 1515 км. Кура начинается в Турции и течет через Грузию и Азербайджан, впадает в Каспийское море в районе Нефтчала (Азербайджан). Многочисленные крупные, средние и малые притоки, включая трансграничные (ТГ), впадают в реку Кура в Грузии и в Азербайджане, в том числе:

- В Грузии: Паравани, Потсховистскали (ТГ: Турция)б Лиахви, Арагви, Дебед/Храми (ТГ: Армения).
- В Азербайджане: Дебед/Храми (ТГ: Армения через Грузия), Агстев/Агстафачай (ТГ: Армения), Алазани/Ганик (ТГ: Грузия), Иори/Кабирри (ТГ: Грузия), Аракс (ТГ: Турция, Армения, Иран).

Река Аракс является основным притоком реки Кура, она имеет длину 1,070 км, и тоже начинается в Турции. Вниз по течению, река образует границу между Арменией и Турцией, Арменией и Ираном и Азербайджаном и Ираном до впадения реки Кура рядом с Сабирабаде (Азербайджан). Трансграничные притоки реки Аракс включают в себя:

- В Армении: Ахурян (ТГ: Турция), Раздан, Арпа (ТГ: Азербайджан), Воротан/Базарчай (ТГ: Азербайджан), Вохчи/Охчу (ТГ: Азербайджан)..

2.2 Климат

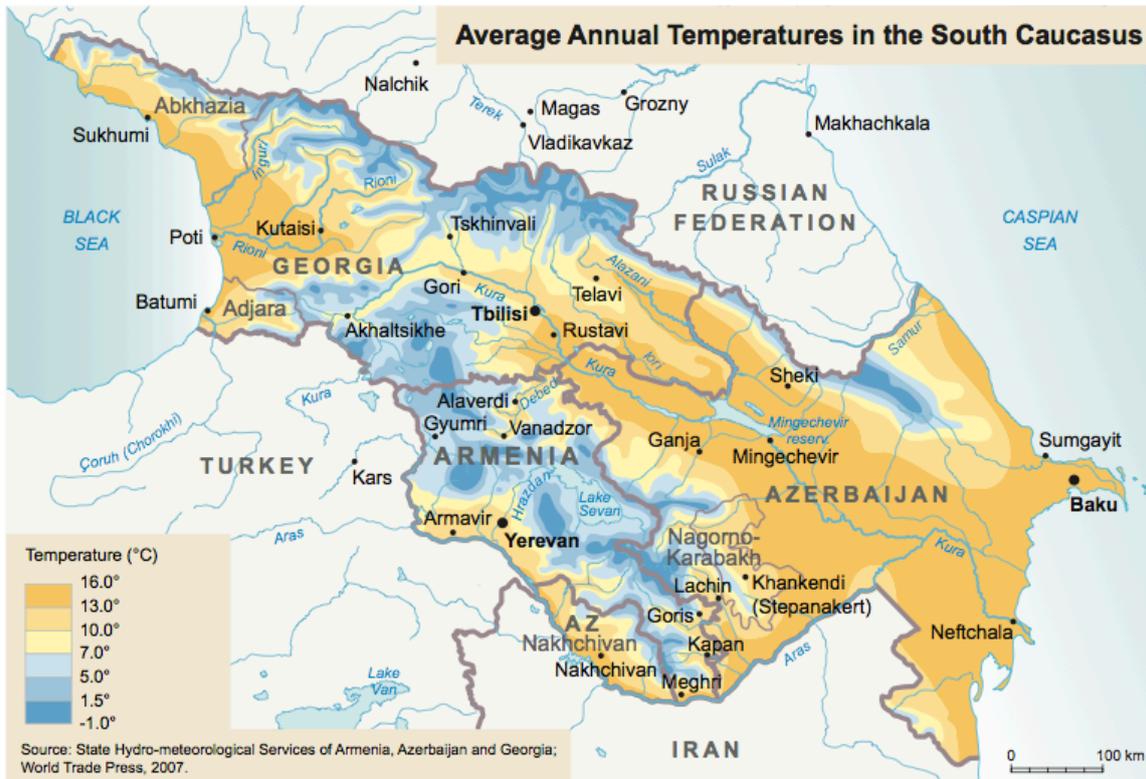
Рельеф региона Южного Кавказа, включая бассейн реки Кура Аракс, характеризуется Большим Кавказским хребтом на севере, западной и восточной Закавказской низменностью, характерной горными и низменными равнинами, южным хребтом Малого Кавказа, побережьем Черного моря на западе и побережьем Каспийского моря на востоке. Рельеф варьируется на высоких горных пиках до 5600 м над уровнем моря на Большом Кавказе, в низменности около -27 м над уровнем моря на побережье Каспийского моря. Большая часть региона находится выше 1000 м над уровнем моря.

Климат - температура и осадки - значительно варьируется в регионе Южного Кавказа, из-за воздействия высоты, а также сдерживающего воздействия Черного и Каспийского морей. Главный Кавказский хребет защищает регион от более холодного воздуха, сходящего с севера.

Рисунок 2.2 показывает изменение среднегодовой температуры в регионе. Высота над уровнем моря имеет наибольшее влияние на температуру: прохладные места - в возвышенностях, а теплые – в низких местах и вблизи морских побережий. В возвышенных участках на северо-западе Куры Аракса в Грузии и Азербайджане, а также в горах Малого Кавказа, климат типичный умеренный горный, с среднегодовой температурой от 2°C до 4°C, а абсолютные минимумы и максимумы достигают соответственно -42°C и +42°C. На высотах выше 2500 м среднегодовая температура обычно падает в среднем ниже 0°C. Возвышенности Восточной Грузии, Западного Азербайджана и Центральной Армении сухие континентальные, среднегодовая температура достигает 11°C - 13°C. Лето теплое, средняя температура июля колеблется от 15°C до 20°C, а зимой холодно, средняя температура января колеблется от -4°C до -7°C. Далее на востоке, на низменных равнинах Азербайджана, между слиянием рек Кура и Аракс и Каспийского моря, среднегодовая температура достигает 15°C - 16°C. Зима, как правило теплая, в январе температура достигает около 0°C, а лето жаркое, со средней температурой около 22°C.

Рисунок 2.3 показывает изменение среднего годового количества осадков в регионе. Осадки также находятся под влиянием высоты, с направлениями снижения влажности с северо-запада, побережье Черного моря, к юго-востоку, приближаясь к берегам Каспийского моря. Осадки в районе Большого Кавказского хребта колеблются в пределах 1200-2000 мм, с наблюдаемым абсолютно максимальным годовым количеством осадков 4100 мм на юго-западе Грузии (область Аджарии). На Малом Кавказе осадки колеблются в пределах 800-1200 мм, в дальнейшем сокращаются до ежегодно 300-800 мм на возвышенностях южной Грузии, Армении и западной части Азербайджана, до самого низкого уровня 200-250 мм в Араратской долине в Западной Армении. Низкое количество осадков наблюдается также на восточных низменных равнинах Куры Аракса в Азербайджане, колеблются от 200 до 350 мм.

Рисунок 2.2 Пространственное изменение среднегодовой температуры в странах бассейна реки Кура Аракс, Армении, Азербайджана и Грузии



Источник: ЗОИ (2011).

Рисунок 2.3 Пространственное изменение среднегодовых осадков в странах бассейна реки Кура Аракс, Армении, Азербайджана и Грузии



Источник: ЗОИ (2011).

3 ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАСЕЙНА РЕКИ КУРА АРАКС

3.1 Поверхностные воды

3.1.1 Река Кура в Грузии

Грузия имеет обилие пресной воды - реки, озера и родники, благодаря горной территории страны и обилию осадков. Средняя годовая величина осадков в Грузии составляет 1338 мм, а средний годовой объем осадков составляет $93,3 \text{ км}^3$, равный годовому объему возобновляемой пресной воды на душу населения 14000 м^3 (GE-MENR, 2009).

Есть более 26000 рек общей длиной канала около 60000 км, 99,5% которых составляют реки длиной менее 25 км. Из них большинство составляют короткие горные реки со средней длиной 2,3 км. Из-за горной природы Грузии, очень мало рек имеют большую длину канала или большой размер бассейна - только 273 рек имеют длину более чем 25 км (GE-MENR, 2009).

Грузию можно разделить на два гидрологические бассейна: бассейн Черного моря на западе и бассейн Каспийского моря на востоке страны. Около 8000 рек впадают в грузинскую часть бассейна Каспийского моря, либо через Россию - Терек и Андийское, или через Куру по территории Азербайджана в Каспийское море (ГР-МООС, 2012). Бассейн Черного моря значительно богаче водными ресурсами, при этом около 75% общих Внутренних Возобновляемых Поверхностных Водных Ресурсов (ВВПВР) Грузии генерируется там, $42,5 \text{ км}^3$ в год против $14,4 \text{ км}^3$ в год в бассейне Каспийского моря (ФАО, 2009).

Реки в Грузии имеют хороший потенциал для всех видов водопользования, особенно для развития гидроэнергетики и рыболовства из-за высоких склонов канала и высокой скорости стока. С точки зрения трансграничных вод, Грузия находится как и вверх по течению, так и вниз по течению, так как вода поступает в Грузию из Турции и Армении, а вытекает из Грузии - непосредственно в Черное море, или косвенно в Каспийское море через Россию или Азербайджан.

Среднегодовой суммарный сток речной сети в Грузии составляет приблизительно 61 км^3 , порожденный в верховьях Турции и Армении ($8,3 \text{ км}^3$), а также внутри страны ($52,7 \text{ км}^3$) (ГР-МООСПР, 2009). Двумя реками бассейна Куры в Грузии, которые исходят из Турции, являются Кура (Мтквари в Грузии), и Поцхови, а Дебед поступает из Армении, объединяясь с рекой Храми до пересечения границы в Азербайджане. В Грузии тремя главными реками бассейна Куры являются сама Кура, Алазани (названная Ганых в Азербайджане) и Иори (названная Кабирри в Азербайджане). Кура, Иори и Алазани, а также Дебед-Храми текут стоком вниз через границу в Азербайджан, входят в водохранилище Мингечевир. Комбинирование различных источников, некоторые ключевые особенности трансграничных рек в Грузии, в том числе оценка среднегодовых трансграничных водных стоков представлены в таблице 3.1. На основе притока из Турции и Армении, и оттока в Азербайджане ежегодный ВВПВР для грузинской части бассейна Куры оценивается в $9,37 \text{ км}^3$. Следует отметить, что представленные данные те же, что наблюдались в течение последних 50 лет, в период активного человеческого водозабора. Таким образом, установленный фактический общий сток в Азербайджан, вероятно, ниже, чем в период предварительного промышленного развития.

Есть 860 преимущественно небольших озер ($<1 \text{ км}^2$) в Грузии, общей площадью 175 км^2 , содержащих общий объем 400 млн. м^3 . Крупные озера в бассейне реки Кура в Грузии включают озеро Паравани, которое имеет крупнейшую площадь, $37,5 \text{ км}^2$, и озеро Табацкури, которое содержит наибольший объем воды – $0,22 \text{ км}^3$ (ГР-МООСПР 2009). Некоторые озера в бассейне реки Кура в Грузии являются трансграничными - озеро Карцахи ($26,3 \text{ км}^2$) с Турцией, озеро Джандара/Джандаргол ($12,5 \text{ км}^2$; 54280 млн. м^3) с Азербайджаном.

Количество ледников на территории Грузии составляет 734, с общей площадью 511 км^2 . Ледники накопили 30 км^3 льда, из которого в среднем 5% участвует в ежегодной циркуляции воды, или $1,5 \text{ км}^3$ (ГР-МООСПР, 2009).

Таблица 3.1 Компоненты поверхностных вод бассейна Кура Аракс - Грузия

Бассейн	Грузия км ² (%)	Трансграничные страны ^a			ТГ приток (млрд. км ³)	ТГ отток (млрд. км ³)
		Армения км ² (%)	Азербайджан км ² (%)	Турция км ² (%)		
Кура					0,91 ^b	6,22 ^c
Потсховистскали	1331 (72,3)			509 (27,7)	0,25 ^b	n/a
Дебед-Храми	4470 (53,5)	3790 ^a (45,4)	80 (1,1)		0,92 ^b	1,63 ^b
Алазани /Ганик	6700 (58,5)		4755 (41,5)		n/a	3,50 ^d
Иори / Кабири	4645 (83,4)		610 (11,6)		n/a	0,10 ^d
				Всего	2,08	11,45
				ВВПВР	9,37	

Источник: ^a ЕЭК ООН, 2007 год; ^b ФАО (2009); ^c Данные, предоставленные ГР-МООСПР- НАОС для станции Тбилиси, периода 1970-2010 годов, ^a ГР-МООСПР (2009).

3.1.2 Река Аракс в Армении

Реки Армении являются притоками основных рек Южного Кавказа - Аракса и Куры, около 74% Армении является частью бассейна Аракса, и 24% - бассейна Куры (ФАО, 2009). Основными притоками, которые впадают в реку Аракс, являются Ахурян, Мецмор, Раздан, Азат, Веди, Арпа, Воротан, Вохчи, Мегри. Основными притоками, впадающими в реку Кура, являются Дебед, Агстев, Ахум, Тавуш, Хндзурт (ПРООН/СИДА, 2005).

Таблица 3.2 Компоненты Поверхностных вод бассейна Кура Аракс - Армения

Бассейн	Армения км ² (%)	Трансграничные страны ^a				ТГ приток (млрд. км ³)	ТГ отток (млрд. км ³)
		Грузия км ² (%)	Азербайджан км ² (%)	Турция км ² (%)	Иран км ² (%)		
Аракс	22560 (22)	0	18140 (18)	19500 (19)	41800 (41)	2,51 ^{c, d}	5,01 ^a
Ахурян	2784 (28,7)			6916 (71,3)			n/a
Агстев	770 (30,8)		1730 (69,2)			n/a	0,29 ^c
Дебед	3790 (92,4)	310 (7.6)				n/a	1,04 ^c
Арпа	2080 (79)		550 (21)			n/a	0,53 ^c
Воротан	2030 (36)		3620 (64)			n/a	0,69 ^b
Вохчи	788 (67)		387 (33)			n/a	0,37 ^b
					Всего	2,51	7,93
					ВВПВР	5,42^e	

Источник: ^a ЕЭК ООН (2007); ^b ФАО (2009); ^c Данные, представленные АМ-МОП, период 1955-2010; ^d включает воды из бассейна Ахуряна внутри Армении, оценивается 0,39 км³ в год (ФАО, 2009); ^e ВВПВР нуждается в корректировке для внутренней порожденной поверхностной воды в бассейне Ахурян (0,39 км³) и стока на озере Севан (0,265 км³, ФАО (2009)), составив в общей сложности 6,08 км³ в год.

Как и Грузия, Армения также находится как и вверх по течению, так и вниз по течению. Аракс является основной рекой в Армении, входящий в Армению из Турции. Аракс первоначально образует границу между Турцией и Арменией и, далее вниз по течению, между Исламской Республикой Ираном и Арменией до впадения в Азербайджан. В Армении имеются приблизительно 9500 основных малых и средних рек, с общей протяженностью 23000 км, все присоединены либо к реке Кура, либо к Араксу. Из них 379 рек составляют около 10-100 км в длину, и семь, а именно Ахурян (186 км), Дебед (176 км), Воротан (178 км), Раздан (146 км), Агстев (121 км), Арпа (128 км) и Мецамор-Касах, длиннее, чем 100 км (ФАО, 2009). Густота речной сети колеблется от 0 до 2,5 км/км².

Приток из Турции из объединенного Ахуряна и Аракса оценивается в 2,51 млрд. кубометров/год, на основе среднемесячных наблюдений на гидрологической станции Сурмалу, рядом с притоком реки Аракс и Ахурян на период 1964-2010. Общий отток из притоков Куры - через Грузию или Азербайджан - оценивается в 1,33 миллиардов кубических метров в год, а в Аракс в 6,60 млрд. кубометров/год (ФАО, 2009), для общего оттока из Армении 7,93 млрд. кубометров. На основе различных источников, некоторые ключевые особенности трансграничных рек в Армении представлены в таблице 3.2, в том числе оценка среднегодовых трансграничных водных стоков, а также ВВПВР.

Самым большим озером в Армении является озеро Севан, которое является одним из самых высоких пресноводных озер в мире. В 2012 году уровень воды в озере составлял около 1900 м над уровнем моря, площадь 1276,6 км² и объем 37,95 млрд. кубометров. Кроме того, имеются около 100 небольших озер, хранящий общий объем воды 0,8 млрд. кубометров.

3.1.3 Река Кура в Азербайджане

В Азербайджане две главные реки Южного Кавказа – Аракс и Кура - объединяются, чтобы продолжить путь к Каспийскому морю. Как Армения и Грузия, Азербайджан находится как и вверх по течению, так и вниз по течению. Компонентом вниз по течению является Каспийское море. Большинство поверхностных водных ресурсов Азербайджана входят в страну от верхнего течения Грузии, Армении и Ирана, а также, косвенно - Турции.

В общей сложности Азербайджан имеет 8350 рек, которые распределены на 3 основных речных бассейна - бассейн реки Кура, бассейн реки Аракс, и реки непосредственно впадающие в Каспийское море (АЗ-МЭПР, 2012), создавая среднюю плотность речной сети 0,36 км/ км² (АБР, 2008). Из всех рек, 21 являются трансграничными, впадающими в Азербайджан из Армении, Грузии, России или Ирана. Длина рек варьирует - 2 реки распространяются на более чем 500 км, 22 рек- между 101-500 км, 324 рек- между 11 и 100 км, в то время как все остальные короче 10 км (АЗ-МЭПР, 2012).

Установленный входящий поверхностный сток из Грузии составляет 11,45 км³ (см. раздел 3.1.1 выше), в основном через реки Кура, Ганик/Алазани, Кабирри/Иори и Дебед/Храми. Кроме того, ряд более мелких рек впадают в Азербайджан, в реку Кура из Армении, в том числе реки Агстафачай/Агстев, Товуз/Тавуш. Бассейн Аракса из Армении и Турции косвенно обеспечивает среднегодовой объем поверхностной воды 6,60 км³ в Азербайджане (таблица 3.2), в то время как из Ирана поступают дополнительные 0,81 км³ (ЕЭК ООН, 2007). Таким образом, общий установленный среднегодовой объем поверхностной воды, входящий в Азербайджан из стран верхнего течения, достигает до 19,15 км³ (табл. 3.3).

В дополнение к трансграничным рекам многочисленные реки, которые обеспечивают поверхностные воды, образуются внутри Азербайджана, на Большом, а также на Малом Кавказе, составляя общий годовой ВВПВР в Азербайджане 10,3 км³ (Рустамов и Кашкай, 1989). Так как Самур и Астара и ряд более мелких рек не являются частью бассейна реки Кура Аракс, исправленный ВВПВР для бассейна реки Кура Аракс в Азербайджане составляет 7,2 км³ (Рустамов и Кашкай, 1989), в общей сложности 26,35 км³ общих поверхностных водных ресурсов в Азербайджане Кура Аракс. Таким образом, 84,2% всех ресурсов поверхностных вод в Азербайджане формируется за пределами страны. Средний годовой сток в Каспийское море при измерении в Сальяне является 14,26 км³ за период 1955-2010 (по данным АЗ гидрометеорологического департамента, 2012).

Таблица 3.3 Трансграничный приток и отток рек Кура Аракс - Азербайджан

	ТГ приток (млрд. кубометров)	ТГ отток (млрд. кубометров)
Кура	6,22 ^c	
Ганих/Алазани	3,50 ^d	
Кабирри/Иори	0,10 ^d	
Дебед/Храми	1,63 ^b	
Армения – Аракс	6,60 ^e	
Армения – Кура	0,29 ^c	
Иран	0,81 ^a	
Сальян		14,26 ^c
Всего	19,15	
ВВПВР		7.20^f

Источник: ^a ЕЭК ООН, 2007 год; ^b ФАО (2009); ^c Данные представлены АЗ-МЭПР - Гидрологическое исследование, период 1955-2010, ^d ГР-МОСПР (2009), см. таблицу 3.2, Рустамов и Кашкай (1989).

В Азербайджане есть около 450 озер - пресные и соленые, общей площадью 394 км², из которых только 10 имеют площадь более 5 км². Самым крупным озером является озеро Сарысу, которое расположено на низменностях Куры Аракса, с площадью 65,7 км² и объемом 59,1 млн. м³. Озеро Джандаргол/Джандара (12,5 км²; 54280 млн. м³) является трансграничным озером с Грузией (АЗ-НВС, 2011).

Ледниковые области в районе Большого Кавказа в Азербайджана снизились с 4,9 км² до 2,4 км² за последние 110 лет (АЗ-МЭПР, 2010).

3.1.4 Общие ресурсы поверхностных вод бассейна Кура Аракс

Гидрологические записи реки Кура ниже по течению от слияния рек Куры и Аракса в Азербайджане на гидрологической станции Сурра показывают средний годовой сток 15,44 млрд. кубометров за период с 1950 по 2010 г. Так как эта станция является одной из последних в бассейне реки Кура Аракс, она представляет собой общий сброс бассейна в Каспийское море. Однако это среднее число представляет лишь период регулируемого речного стока и обширного расширения человеческой деятельности, с характерной значительными водозаборами для орошения, городского водоснабжения, испарительных потерь от искусственных водоемов и других целей в Азербайджане, а также в странах верхнего течения.

Как указано выше, приток в Азербайджан из Грузии оценивается в 11,45 млрд. кубометров, а из Армении в 6,89 млрд. кубометров, в то время как из Ирана поступают в страну дополнительные 0,81 млрд. кубометров. Добавляя их в ВВПВР, порожденного в Азербайджанском секторе Кура Аракс, общие ресурсы поверхностных вод рек Кура Аракс оцениваются в 26,35 млрд. кубометров.

Единица общего стока из бассейна для областей Кура Аракс в трех странах показана на таблице 3.4, что указывает на относительную "влажность" каждой из стран и их суммарный вклад в использование водных ресурсов в бассейне. Грузия на сегодняшний день имеет крупнейшую единицу общего стока, что превышает единицу общего стока Армении почти на 50%, а единицу общего стока в Азербайджане примерно в 4,5 раз. Эти цифры подтверждают, что Азербайджан является страной гораздо суше, чем Армения, которая, в свою очередь суше, чем Грузия, которая также соотносится с различиями в выпадении осадков, что можно увидеть на карте, на рисунке 2.2 выше.

Таблица 3.4 Водоотдача в национальных секциях стран Южного Кавказа в бассейне Кура Аракс

Бассейн Кура Аракс		ВВПВР (млрд. кубометров)	Водоотдача (м ³ /км ²)
Страна	Площадь (км ²)		
Грузия	34560	9,37	271120
Армения	29740	5,42	182250
Азербайджан	60020	7,20	119960

3.2 Подземные воды

Информация о ресурсах подземных вод в странах бассейна реки Кура Аракс в Армении, в Азербайджане и в Грузии является редкой из-за очень ограниченного текущего гидрогеологического мониторинга. В трех странах мониторинг подземных вод существенно ограничился в начале 1990-х годов, поэтому оценка запасов подземных вод в значительной степени восходит к 1970-1980-х г. Тем временем, происходящие изменения в водных и земельных ресурсах, безусловно, повлияли на текущие запасы подземных вод, на их доступность, и также на пополнение запасов бассейна (Алекперов, 2012). В настоящее время во всех трех странах бассейна уже предприняты инициативы, чтобы восстановить мониторинг подземных вод.

В Армении имеющиеся ресурсы пресных подземных вод оцениваются примерно в 11 млн. м³/сут (127 м³/с), равной около 4 км³ в год. Ежегодные стратегические подповерхностные водные ресурсы оцениваются в 1100 млн. м³. Обеспеченные используемые ресурсы подземных вод из 34 месторождений в Армении, всего 102,27 м³/с (3,2 км³ в год), используются для питья, орошения и других хозяйственных целей (ПРООН/ГЭФ, 2007). Другие оценки находятся в пределах от 1,0 км³ (АМ-МОП, 2006) до 4,3 км³, из которых 1,4 км³ поступают в реки как подземный дренаж (ФАО, 2009) и 1,6 км³ - через источники (Арутюнян, 2012). Приток трансграничных подземных вод в Армению оценивается в 1,2 км³, трансграничный отток подземных вод – 1,1 км³ (Арутюнян, 2012).

В Азербайджане оценки ресурсов подземных вод отличаются друг от друга. Питание подземных вод оценивается в 6,51 млрд. кубометров в год, но, так как 4,35 млрд. кубометров составляет основной сток главных рек, предлагается всего лишь 2,16 млрд. кубометров настоящих ресурсов подземных вод (ФАО, 2009). По другим оценкам, общие запасы подземных пресных и слабоминерализованных подземных вод находятся на от 8 до 9 миллиардов кубических метров (Алекперов и Иманов, 2010; АЗ-НВС, 2011), 4,4 млрд. куб. подтверждены Комиссией Запасов Подземных Вод (АЗ-НВС, 2011).

В Грузии запасы пресных подземных вод в пределах зоны водосбора реки Кура составляют около 22 млн. м³/сут (255 м³/сек), или 8 км³ в год, из которых около 50% образуются на Большом Кавказе, 25% на Малом Кавказе, и 25% в прогибе Кура. Более 70% ресурсов сосредоточены исключительно в высокогорных районах, и их трудно использовать техническим и финансовым образом (ПРООН/ГЭФ, 2007). Другие источники утверждают, что предполагается, что лишь около одна треть из "известных" ресурсов подземных вод были обследованы в деталях, и что общий объем ресурсов подземных вод оценивается в 18 миллиардов кубических метров (ГР-МООСПР, 2010), 67% в Западной Грузии и 33% в Восточной Грузии. В то же время ФАО (2009) утверждает, что возобновляемые ресурсы подземных вод оцениваются в 17,23 км³ в год, из которых 16 км³ отводятся сетью поверхностных вод, оставляя лишь 1,23 км³ доступным для устойчивой эксплуатации. Более ста пресных водоносных горизонтов подземных вод были нанесены на карту Грузии. Они неравномерно распределены в пределах гидрогеологических регионов страны, причем более половины связаны с южным склоном Главного хребта Большого Кавказа.

Таким образом, общая оценка всех ресурсов подземных вод в бассейне реки Кура Аракс значительно варьируется между 5 и 31 млрд. кубометрами ежегодно, что указывает на необходимость актуализации устаревшей информации. Это особенно важно, учитывая, что подземные воды будут все более важны для удовлетворения растущего спроса на воду, исходя из экономического развития и роста численности населения, в ответ на снижение поверхностных водных ресурсов в результате изменения климата.

3.3 Основные структуры водных ресурсов

В Грузии построены 44 искусственных водоема для поддержки гидроэнергетики, ирригации и коммунального водоснабжения, общей площадью 163 км², сохранив общий объем воды на 3,3 млрд. кубометров, из которого 2,2 млрд. кубометров является полезной (Твалчрелидзе и др., 2011). Из всех водохранилищ 35 находятся в Грузинской части бассейна Каспийского моря, сохранив общий объем 1,70 млрд. кубометров, оставшиеся 8 водохранилищ расположены в бассейне Черного моря, сохранив 1,47 млрд. кубометров (ГР-МООСПР, 2010). Характеристика крупнейших водоемов в Восточной Грузии представлена в таблице 3.5.

Водоохранилища в Восточной Грузии в основном используются для орошения. Исключением являются водохранилища Загеси и Тсалка, используемые для выработки энергии. Четыре водохранилища - Цхинвали, Самгори (Тбилисское море), Сиони и Тазватсаро являются многофункциональными. Жинвали используется для выработки энергии, водоснабжения и орошения Тбилиси. Тбилисское море используется для ирригации, водоснабжения и мелиорации Тбилиси. Водоохранилище Сиони используется для выработки энергии и орошения (Твалчрелидзе и др., 2011).

Расположенное в Армении озеро Севан является на сегодняшний день самым большим озером в бассейне реки Кура Аракс, но оно также представляет собой единственную самую важную «структуру» водных ресурсов. В своем естественном состоянии оно покрывает 1416 км² и хранит объем в 58,5 млрд. кубометров. Средний годовой сток через реки в бассейне составляет 720 млн. м³, в то время как в среднем дополнительные 50 млн. м³ попадают в озеро в виде подземного притока. Тем не менее, развитие человеческой деятельности в бассейне, в основном в 1950-х годах, привело к снижению уровня воды на 19 метров, а также потере накопленной воды в 25,5 млрд. кубометров. Несмотря на попытки восстановления озера с помощью межбассейнового переброса стока из реки Арпа, эти объемы не представляют собой реальный ресурс сами по себе, за исключением балансирования сезонности природных притоков. Есть много других плотин и водохранилищ в Армении, из которых 12 крупнейших представлены в таблице 3.6 ниже. Общий объем хранения в резервуарах в Армении составляет 1,35 млрд. кубометров.

По всему Азербайджану были построены более 140 водохранилищ, в основном для орошения. Универсальные водохранилища в бассейне реки Кура Аракс включают водохранилища Мингячевир, Шамкир, Еникенд, и Варвара в бассейне Куры, водохранилища Арази Худафарин на реке Аракс. В настоящее время общая емкость водохранилищ в Азербайджане составляет около 20,6 км³, в основном, хранится в резервуарах, которые превышают 100 млн м³ (табл. 3.7). Из общего объема 12,4 км³ являются пригодными к использованию, на сегодняшний день наибольшая используемая емкость хранения в бассейне Кура Аракс. Резервуары охватывают площадь в 877 км². Полный объем установленных гидроэлектростанций превышает 1000 МВт (АЗ-НВС, 2011).

В общей сложности для 3 стран вместе общая используемая емкость водохранилищ в бассейне реки Кура Аракс (исключая Турцию и Иран) оценивается в 14-15 млрд. кубометров, что составляет примерно 55% ежегодных возобновляемых водных ресурсов бассейна.

Таблица 3.5 Основные водохранилища реки Кура Аракс - Грузия

Водохранилище	Водохранилище	Объем (млн м ³)		Площадь (км ²)	Цель
		Общее количество	Годно к использованию		
Загеси	Мтквари	12,0	3,0	2,0	Энергия
Джандари	Мтквари	52,0	23,0	12,5	Орошение
Зреси	Мурджахети	2,2	1,3	1,8	Орошение
Тскиси	Квабиани	1,5	1,5	0,3	Орошение
Надарбазевели	Лиахви	8,2	7,2	2,0	Орошение
Зонкари	Патара Лиахви	40,0	39,0	1,4	Орошение
Жинвали	Арагви	520,0	370,0	11,5	Многофункциональный
Нареквави	Нареквави	6,8	5,6	0,6	Орошение
Алгети	Алгети	65,0	60,0	2,3	Орошение
Марадба	Алгети	1,2	1,2	0,2	Орошение
Тсалка	Кциа	312,0	292,0	34,0	Энергия
Мтисдзири	Машавера	3,3	3,0	0,9	Орошение
Пантианини	Машавера	5,4	5,3	0,6	Орошение
Лакубло	Машавера	11,0	11,0	2,0	Орошение
Кумиси	Мтквари	11,0	4,0	5,4	Орошение
Сиони	Иори	325,0	300,0	14,4	Многофункциональный
Тбилисское море	Иори, Змайти	308,0	115,0	11,8	Многофункциональный
Тчала	Чугургула	1,7	1,4	0,4	Орошение
Кудигора	Дуруджи	3,5	3,5	3,0	Орошение
Октомбери	Аванисхеви	1,8	1,5	0,2	Орошение
Телатскали	Телатсхали	1,6	1,2	0,1	Орошение
Кушисквели	Кушисквели	4,0	2,3	0,6	Орошение
Кратчисквели	Кратчисквели	1,3	0,9	0,3	Орошение
Тазватсаро	Арагви	1,3	1,0	0,3	Многофункциональный
11 малые водохранилища		4,2	3,6	1,9	
Всего		1704,0	1257,5	110,5	

Источник: Твалчрелидзе и др. (2011).

Таблица 3.6 Основные водохранилища реки Кура Аракс - Армения

Водохранилища	Цель	Высота плотины (м)	Объем хранения (млн. м ³)
Ахурян	Орошение	59,0	510,0
Спандаян	Энергия	83,0	257,0
Арпилич	Орошение/Энергия	16,0	105,0
Толорс	Энергия	69,0	96,8
Апаран	Орошение	50,6	91,0
Азат	Орошение	77,0	70,0
Джогаз	Орошение	60,0	43,8
Гер-Гер	Энергия	71,5	26,0
Кечут	Орошение	48,0	23,0
Карнут	Орошение	34,5	22,6
Шамб	Энергия	41,0	13,6
Ахум	Орошение	46,0	12,0

Таблица 3.7 Основные водохранилища реки Кура Аракс - Азербайджан

Водохранилища	Год	Полный объем хранения (млн. м ³)	Используемая емкость (млн. м ³)	Высота плотины (м)	Мощность (мегаватт)
Мингячевир	1953	16000	7400	80	371
Шамкир	1983	2400	1425	70	380
Араз	1971	1350	1150	34	22
Серсенг	1976	560	500	125	50
Еникенд	2000	158	136	24	150
Джейранбатан	1958	186	150		
Агстафачай	1969	120	109	52	
Вайхыр	2005	100		71	5
Варвара	1952	62	10	12	17
Ханбуланчай	1976	52	45	64	
Всего		20718	10925		995

Источник: Мамедов (2012); АЗ-МЭПР (2012).

3.4 Использование воды

Общий водозабор в Грузии в 2011 году достиг 2012,3 млн.м³, из которых 381,1 млн. м³ - из подземных источников (ГР-МООС, 2010). Прямое потребление воды в стране составляло 1044,7 млн м³, распределенное между секторами сельского хозяйства, рыболовства и лесного хозяйства – 247,7 млн м³ (23,7%), промышленности – 357,9 млн м³ (34,3%) и муниципальных и питьевых целей – 439,2 млн. м³ (42,0%), в то время как дополнительный объем 20557,9 млн. м³ косвенно, непотребительским образом (использование воды без изъятия её из источника) используется гидроэнергетическим сектором (ГР-МООСПР, 2013).

Прямое потребление в части бассейна реки Кура Аракс в 2011 году достигло 884,2 млн м³, распределенное между секторами сельского хозяйства, рыболовства и лесного хозяйства – 216,3 млн м³ (24,5%), промышленности – 303,0 млн м³ (34,3%) и муниципальных и питьевых целей – 364,9 млн м³ (41,3%), в то время как дополнительные 538,8 млн. м³ используется гидроэнергетическим сектором без изъятия её из источника (ГР-МООСПР, 2010).

Сравнивая данные стран и бассейнов, становится также ясно, что орошение исключительно происходит внутри раздела Кура Аракс в Грузии, в то время как непотребительское использование для нужд гидроэнергетики, безусловно, выше в бассейне Черного моря.

Водозабор в Азербайджане в 2011 году составил 11779,2 млн. м³, из которых 10208,4 млн. м³ (86,7%) были собраны внутри бассейна реки Кура Аракс. Между тем, общее потребление воды в стране в 2011 году составляло 8001,8 млн. м³, распределенное между секторами орошения и сельского хозяйства – 5746,1 млн. м³ (71,8%), промышленности и производства – 1760,3 млн. м³ (22,0%) и муниципальных и питьевых целей – 396,7 млн. м³ (4,9%) (АзерСтат, 2012).

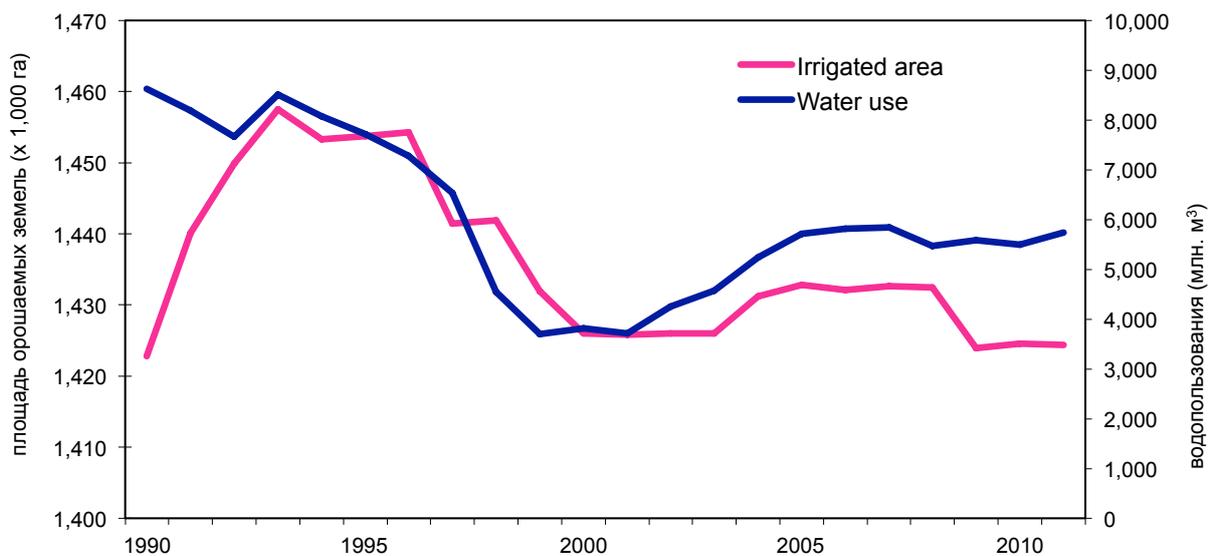
Поскольку не весь Азербайджан находится в бассейне реки Кура Аракс, соответствующее использование воды в бассейне в 2011 году составляло: ирригация и сельское хозяйство – 4966,8 млн. м³ (86,4% всей поливной воды), промышленность и производство – 1295,4 млн. м³ (73,6% всех производственных вод) муниципальные и питьевые цели – 174,2 млн м³ (43,9% из общих промышленных вод), в общей сложности 6460,9 млн. м³, или 80,7% от общего водопользования в Азербайджане (АзерСтат, 2012).

Данные показывают, что часть воды, собранной в бассейне Кура Аракс "экспортирована" в регионах страны за пределами бассейна, и составляет 6% от общего потребления, или 706,8 млн м³. Статистика административного округа различает между поставщиками чистой воды и пользователями сети, определяя основные места водозаборов Мингечевир, Имишли и Евлах. Таким образом, потери воды в стране и в бассейне реки Кура Аракс достигают 3767,4 млн.м³ (32,0%) и 3308,8 млн. м³ (32,4%) соответственно (АзерСтат, 2012).

Большое количество воды используемой для орошения подтверждает необходимость воды в сельском хозяйстве, обусловлено засушливыми климатическими условиями в Азербайджане. Развитие орошения растет неуклонно с 1950-х до начала 1990-х годов, к тому времени некоторые из 1,45 млн га были взяты под орошение. Хотя общая ирригационная инфраструктура все еще находится на месте, в особенности вторичные и третичные ирригационные каналы деградировали из-за отсутствия технического обслуживания. В связи с чрезмерным использованием воды и неэффективными системами дренажа более чем 600000 га орошаемых земель оцениваются как деградированные, в основном из-за засоления (ФАО, 2009) - 9% сильносоленые, 14,9% умеренно соленые, а 35% слабосоленые (АЗ-МСХ, 2012).

Акционерное общество мелиорации и водного управления Азербайджана отвечает за управление и мониторинг орошения. Данные изменения площади орошения и водопользования показаны на рисунке 3.1.

Рисунок 3.1 Площадь орошаемых земель и использования оросительной воды в Азербайджане, с 1990 по 2011 годы



Источник: Акционерное общество «Мелиорация и Водное Хозяйство» (2012).

Из рисунка 3.1 следует, что снижение использования воды очевидно - от высокого уровня 8,6 млрд. кубометров в 1990 году до самого низкого уровня 3,7 млрд. кубометров в 1999-2001 годах. С 2002 года использование оросительной воды поднялось до нынешнего высокого уровня (2011) 5,7 миллиардов кубических метров (АзерСтат, 2012), несмотря на снижение площади орошения до минимума – 1,42 млн. га, намекая на повышенную неэффективность.

В Армении наблюдается также снижение общего водозабора с середины 1980-х годов, в основном из-за снижения сельскохозяйственного и промышленного использования воды. Общий забор водных ресурсов в 2011 году составляет 2438,3 млн. м³, из которых 1002,8 млн. м³ (41,1%), получены из подземных источников. Общий объем потребления достиг 1738,1 млн. м³, распределен между секторами сельского хозяйства, рыбоводства и лесного хозяйства – 1444,5 млн. м³ (83,1%),

промышленного и коммунального пользования - 218,8 млн. м³ (12,6%) и питьевого пользования – 74,8 млн м³ (4,3%) (АрмСтат, 2012). Таким образом, предполагаемая сумма убытков достигает 700,2 млн. м³, или 28,7% от общего забора.

По итогам цифр использования воды из трех стран видно, что общий расход воды в странах бассейна реки Кура Аракс, в Армении, Азербайджане и Грузии составляет около 10,5 млрд. кубометров в 2011 году. Дополнительные параметры водозабора и водопотребления приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 Водозабор и потребление воды в Армении, Азербайджане и Грузии в 2011 году

	Армения		Азербайджан		Грузия	
	(млн. м ³)	(%)	(млн. м ³)	(%)	(млн. м ³)	(%)
Общий водозабор	2438,3	100,0	11779,2 (10208,4)	100,0	2012,3	100,0
- подземные	1002,8	41,1	n/a		381,1	18,9
Общий объем потребления	1738,1	100,0	8001,8 (6460,9)	100,0	1044,7 (884,2)^a	100,0
- Сельское хозяйство, рыболовство, лесное хозяйство	1444,5	83,1	5746,1 (4966,8)	72,7	247,7 (216,3)	23,7
- Промышленность	218,8	12,6	1760,3 (1295,4)	22,3	357,9 (303,0)	34,3
- Питьевая вода.	74,8	4,3	396,7 (174,2)	5,0	439,2 (364,9)	42,0
- Оценка вероятных потерь	700,2	28,7	3777,4	32,1	967,6	48,1
Общий водозабор	530,8		866,5 (1237,1)		232,3 (323,9)	

Примечание: ^a - в скобках использования воды в Кура Аракс части страны; ** n/a - нет данных; Источники: АрмСтат (2012); АзерСтат (2012); ГР-МООС (2012).

Каждая из стран имеет хороший потенциал для увеличения использования воды во всех отраслях. Наибольшее влияние ожидается от орошения, поскольку в настоящее время неиспользуемые площади орошения могут повторно вступить в производственный потенциал, а потенциал расширения эксплуатируется. Это очень типичная ситуация в течение ближайших нескольких десятилетий, поскольку грядут экономическое развитие, рост населения и изменение климата, все это увеличивает продовольственные потребности, следовательно, с более высокими требованиями для орошаемого земледелия.

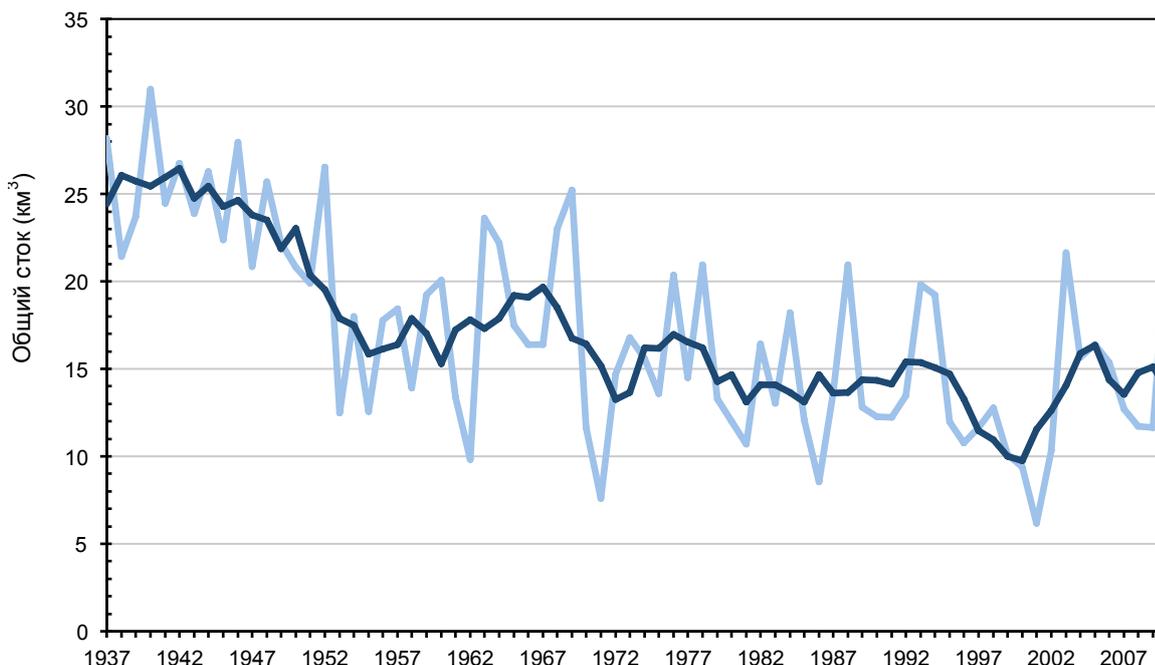
4 ИЗМЕНЕНИЯ В РЕЧНЫХ СТОКАХ

Реки в прибрежных странах Южного Кавказа показывают значительную межгодовую и сезонную изменчивость в стоках рек, как правило, в зависимости от изменения климатических условий с каждым годом и с каждым сезоном. Кроме того, также расширение деятельности человека, начиная с середины 20-го века, повлияло на использование воды и речные стоки на Южном Кавказе. Различные тенденции и изменения будут рассмотрены в следующем разделе.

4.1 Межгодовые изменения

В естественных условиях - до регулирования стока и расширения водопотребления - средний годовой выпуск речной воды в Каспийское море варьируется между 25-30 км³, из которых большая часть около 20 км³ исходил из прибрежных государств, расположенных вверх по течению Азербайджана, в то время как около 10 км³ стока реки порождается в Азербайджанской Республике (Иманов и др., 2009). Рисунок 4.1 представляет долгосрочную запись стока воды для гидрологической станции Сурра (Азербайджан), ниже по течению от слияния рек Кура и Аракс. Рисунок 4.1 показывает влияние экономического роста человечества в середине 20-го века - уменьшение годового расхода реки в нижнем течении реки Кура Аракс, после строительства резервуара (с соответствующим увеличенным испарением) и повышенного водозабора, в основном для орошения.

Рисунок 4.1 Долгосрочные временные ряды объединенного годового стока реки Кура Аракс, измеренные в Сурре, Азербайджан



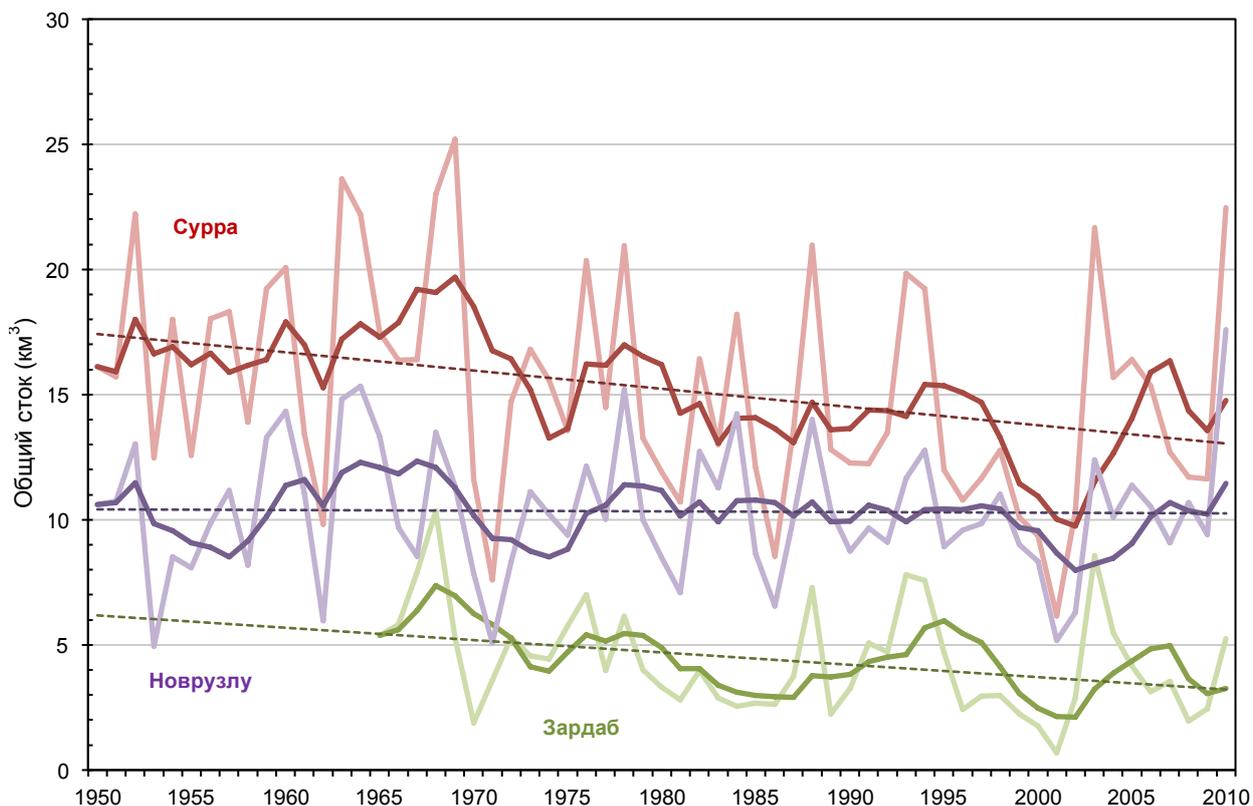
Источник: Азербайджан гидрометеорологическая служба (2012).

На основе среднемесячных данных стоков, среднегодовой выпуск воды для реки Кура Аракс на Сурре на период выпуска изменений человеком 1950-2010 рассчитывается как 15,2 км³ (Азербайджан, гидрометеорологическая служба, 2011; рис. 4.1). Для Куры и Аракса вверх по течению от слияния, отдельно, наблюдаемый среднегодовой выпуск воды составляет 10,3 км³ (гидро-пост Зардаб, Азербайджан, 1950-2010 годы) и 4,3 км³ (гидро-пост Новрузлу, Азербайджан, 1965-2010) соответственно (рис. 4.2). Годовой сток воды на рисунке 4.2 не исправляется для годового водозабора - потребление, орошение и т.д., общие объемы которых значительные - 12 км³ в Азербайджане в 2011 году, но представляет собой период регулируемого стока и водопотребления (АзерСтат, 2012).

За период регулируемого стока воды три станции в Азербайджане - Зардаб на Кура, Новрузлу на Араксе, и Сурра, ниже по течению от слияния - показывают тенденцию к снижению годового стока за последние 60 лет, что очевидно, как в ежегодных данных, так и в пятилетних.

Хотя Азербайджан специально не проанализировал последние изменения в стоках реки, температура и изменения осадков оценивались путем сравнения периодов 1961-1990 и 1991-2000 гг в рамках национального сообщения РККИК ООН. Анализы показывают, что температура по всей стране увеличилась в среднем на 0,52°C, а осадки сократились в среднем на 9,8% (АЗ-МЭПР, 2010). Соответствующие увеличенные потери эвапотранспирации в связи с ростом температуры в сочетании со значительным уменьшением количества осадков могут обеспечить объяснение для последующих снижений в речных стоках, как показано на рисунке 4.2. Однако, как обсуждалось в разделе 3.1.3, ВВПВР для бассейна реки Кура Аракс в Азербайджане составляет 7,2 км³, соответственно, потери воды из-за повышения температуры и уменьшение осадков кажутся недостаточными, чтобы полностью объяснить тенденцию к снижению речного стока. Тем не менее, более подробные данные необходимы, в частности об ирригационном водозаборе, эвапотранспирационных потерях, поверхностных и подземных водных стоках и т.д., для более обоснованных выводов.

Рисунок 4.2 Изменение общего годового расхода реки в Зардабе, Новрузлу и Сурра

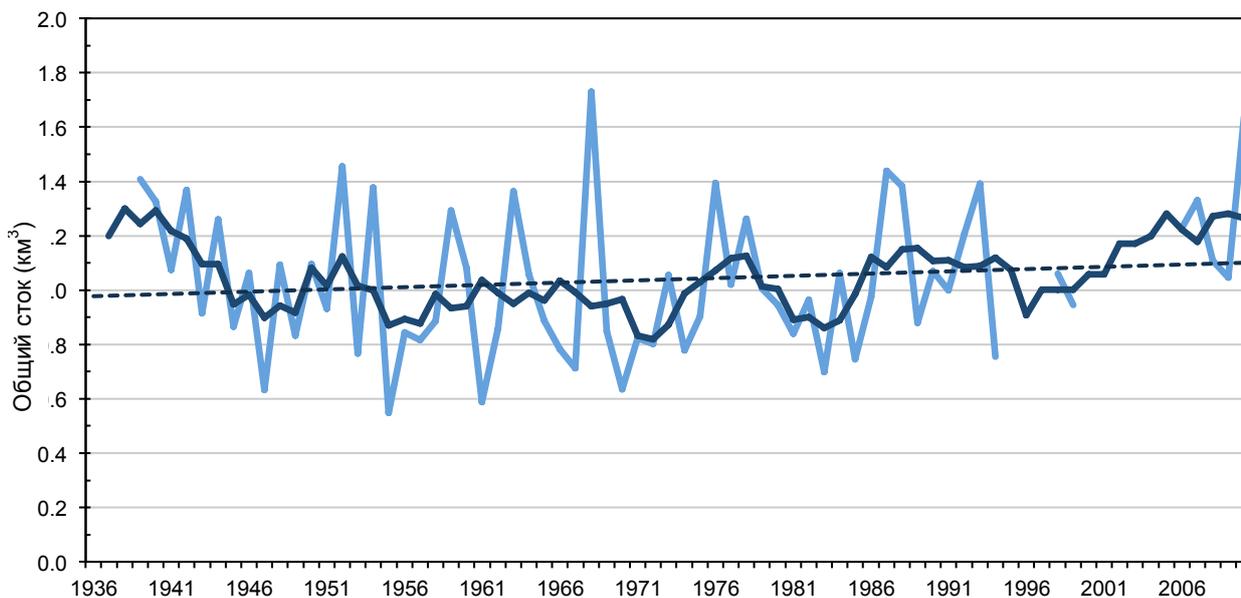


Примечание: Зардаб – зеленые линии, река Кура; Новрузлу – фиолетовые линии, река Аракс; и Сурра – красные линии, Кура Аракс. Жирные линии – средний за 5 лет, светлые линии - ежегодные общие расходы; пунктирные линии - тренд) (Источник: Азербайджан, гидрометеорологическая служба (2012).

В то же время долгосрочные изменения речных расходов на верховьях реки Кура - в Хертвиси, Грузии, представленные на рисунке 4.3, показывают тенденцию медленно растущих объемов речных стоков, хотя с большой межгодовой вариацией. Также во время временных рядов станции Тбилиси (рис. 4.4), представляющей предгорную реку Кура в Грузии, тенденция к снижению речных расходов отсутствует, в рядах данных и в данных 5 летней скользящей средней.

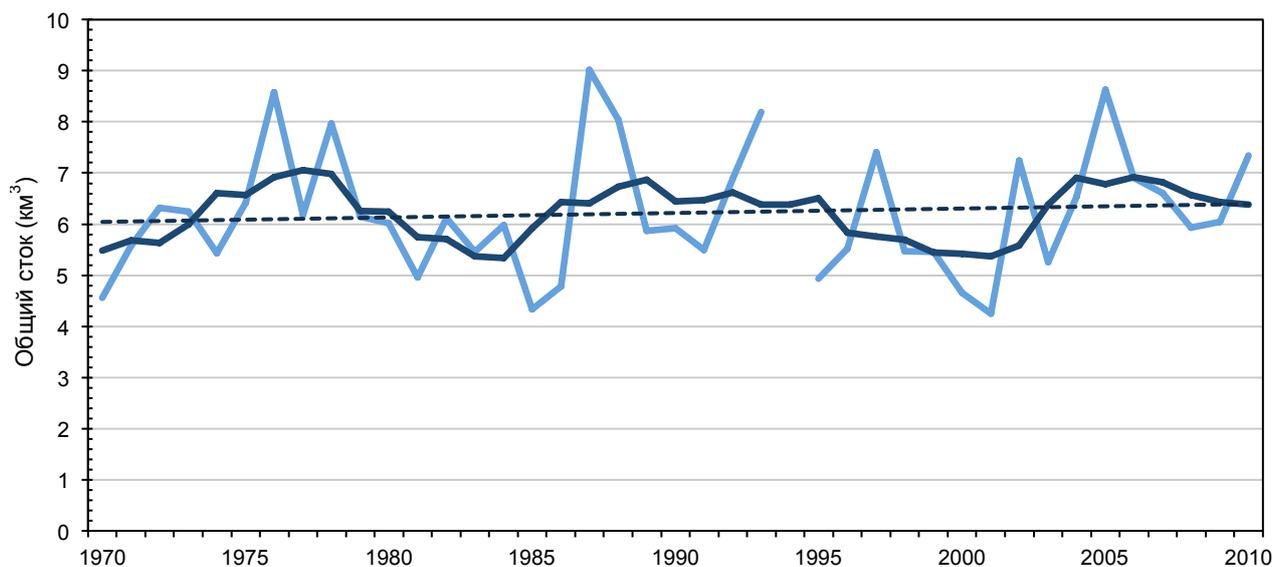
Отсутствие снижения стока реки Кура в Грузии подтверждается анализом изменений климата, как сообщалось во время 2-ого Национального Сообщения Грузии (ВНС) Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об Изменении Климата (РКИК ООН). Хотя в документе не анализируются изменения речного стока особым образом, анализируются последние изменения в осадках. Для всей Грузии среднегодовая температура повысилась, особенно в Восточной Грузии, часть бассейна реки Кура Аракс - на 0,6°C за период 1990-2005 годов по сравнению с базовым периодом 1955 по 1970. В то же время осадки также увеличились, на 6% в Восточной Грузии. Повышение температуры, следовательно, увеличило величину испарения и транспирации, что привело к снижению стока в реках. В то же время увеличение количества осадков может компенсировать эту повышенную температуру, вызывая баланс стока и незначительные изменения в речных стоках.

Рисунок 4.3 Ежегодные временные ряды по расходам воды для верховья реки Кура в Хертсвиси, Грузия



Источник: ГР-МООС- НАОС (2012).

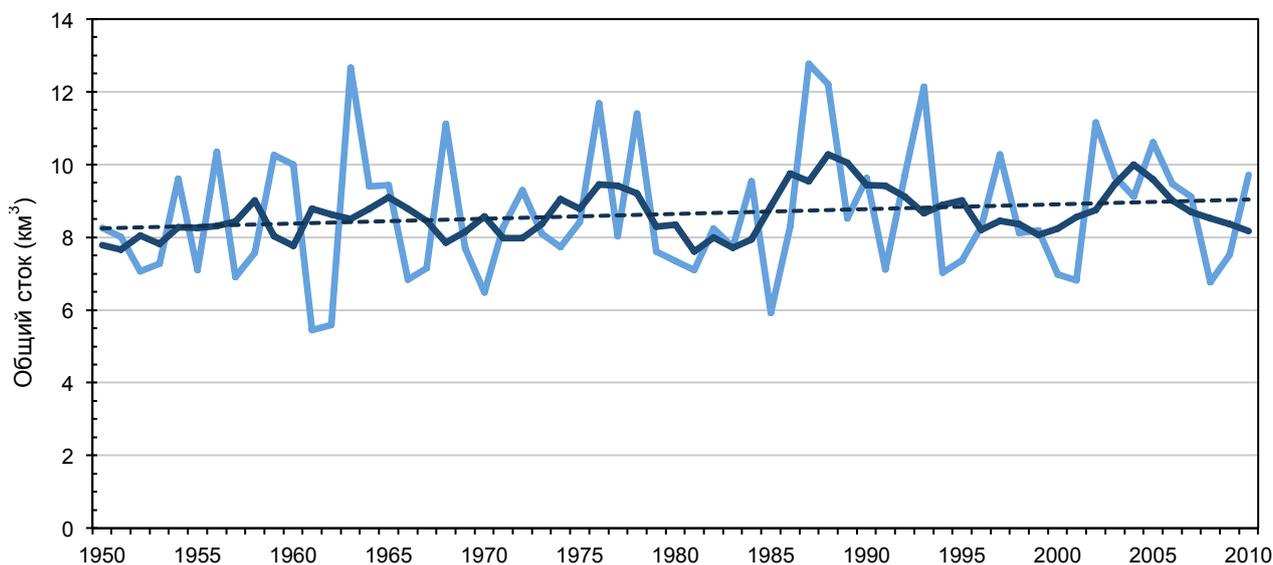
Рисунок 4.4 Ежегодные временные ряды расхода для Куры в Тбилиси, с 1970 по 2010 г.



Источник: ГР-МООС- НАОС (2012).

Отсутствие тенденции к снижению в верхнем бассейне реки Кура подтверждается временными рядами рассчитанных годовых речных расходов в Азербайджанской станции Гираккесеман, ниже по течению от границы с Грузией (рис. 4.5).

Рисунок 4.5 Временные ряды речных расходов Куры в Гираккесемене с 1950 по 2010

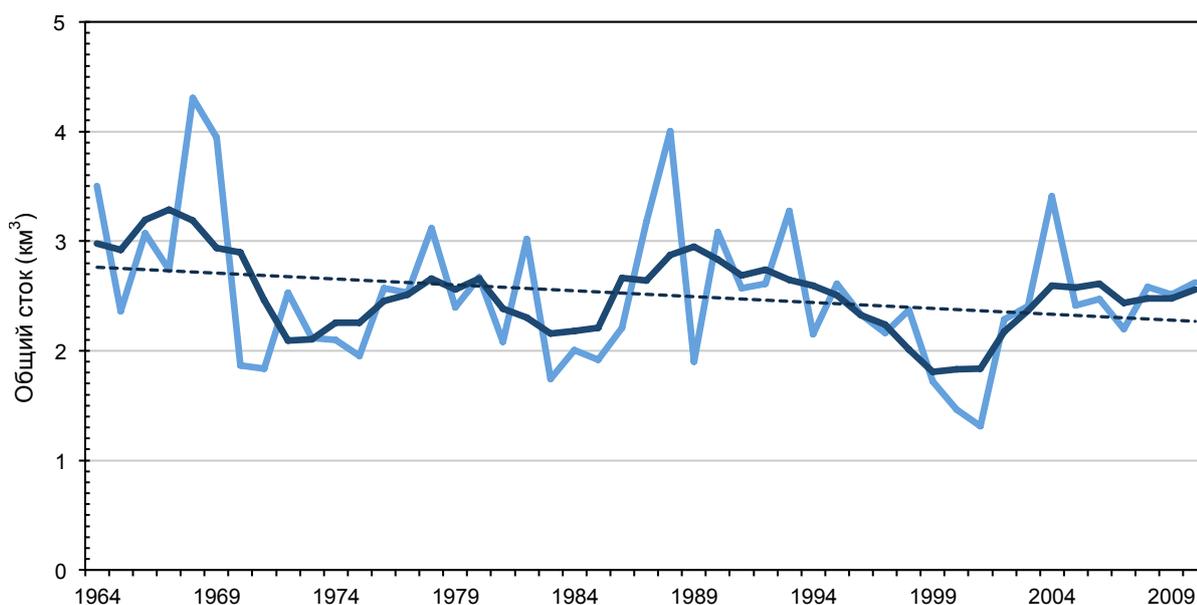


Источник: гидрометеорологическая служба Азербайджана (2012).

Кроме того, снижение забора воды с 1990 года в Грузии, возможно, приписывается к увеличению речного стока в верхнем бассейне реки Кура, однако имеется слишком мало информации, чтобы делать выводы по этому вопросу.

Между тем, в отличие от верховий реки Кура, тенденция к понижению стока реки отчетливо видна в гидрологических рядах армянской станции Сурмалу на предгорной реке Аракс, как показано на рисунке 4.6.

Рисунок 4.6 Ежегодные временные ряды расходов реки Аракс на Сурмалу, с 1964 по 2005



Источник: гидрометеорологическое обследование, Армения (2012).

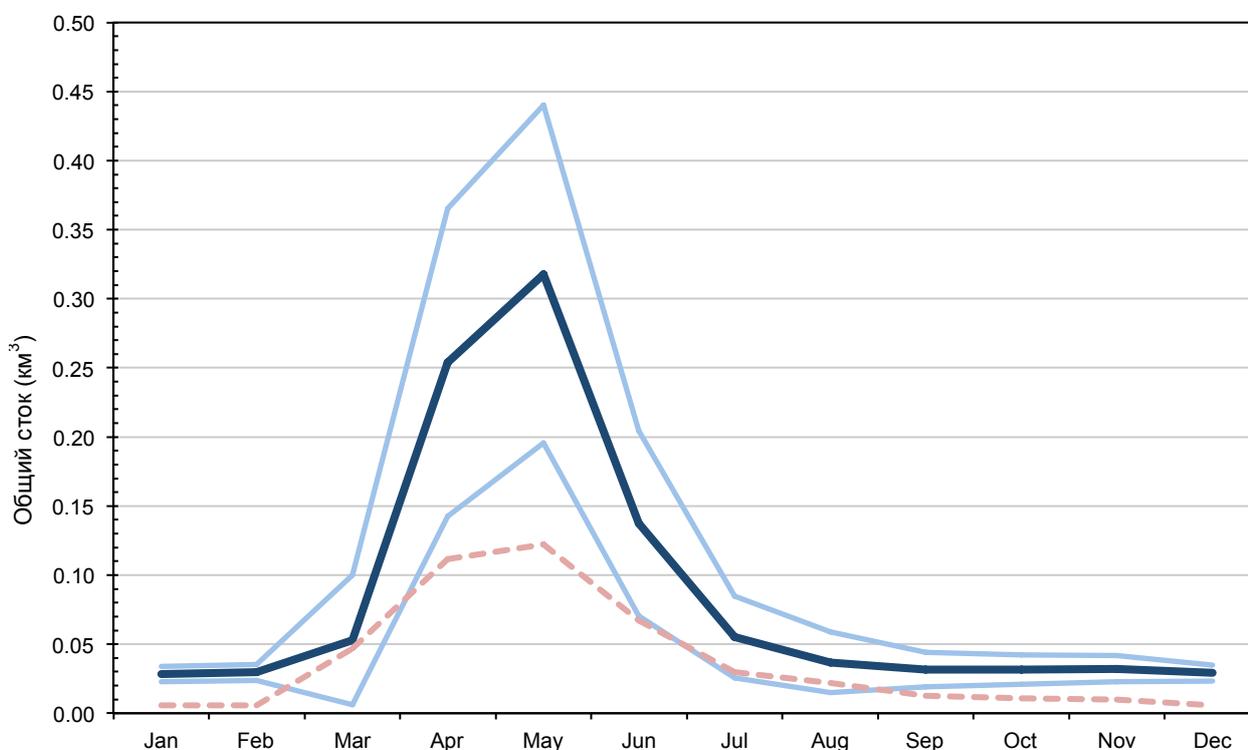
В ВНС к РКИК ООН Армении проанализированы речные стоки, сравнивая средний сток за период 1961-1990 гг. с периодам 1991-2006 для 33 пунктов наблюдения на 28 реках. Результаты показывают увеличение ежегодных объемов некоторых рек и уменьшение других. Увеличения относительно невелики (менее 3%), в основном наблюдаются в восточной части страны, где количество осадков также увеличилось. Для других рек наблюдается тенденция к сокращению объемов стока в порядке 3-5%. В то же время, информация о развитии водозабора для промышленности, потребления и особенно орошения недостаточно подробная для оценки, насколько изменения в структуре потреблений со времени могут способствовать тенденции к понижению в речных стоках реки Аракс.

Следует отметить, что все три страны предсказывают значительное повышение температуры в течении этого века, а Грузия и Армения также прогнозируют значительное снижение количества осадков. В Азербайджане наблюдается увеличение количества осадков, но также ставит под сомнение обоснованность используемых моделей и прогнозируют сокращение речного стока на 23% на период 2021 до 2050 года и 29% на период 2070 до 2100 года. Таким образом, можно ожидать, что в будущем уменьшение сбросов рек можно будет наблюдать по всему бассейну реки Кура Аракс, так как как увеличение эвапотранспирации и уменьшение осадков приведет к сокращению доступности воды, в то время как потребности человеческого потребления будут увеличиваться при теплых климатических условиях.

4.2 Сезонные изменения в стоке реки

Общая объем воды, которая сезонно выпускается через реки региона, зависит от количества снега зимой и дождей во время других сезонов. Как правило, большая часть от общего годового объема стока проходит в реку весной, во время таяния снега с марта по июнь/июль, о чем свидетельствует гидрограмма (рис. 4.7) на период 1939-2010 для гидрологической станции Хертвиси вверх по течению бассейна Куры, не поддающаяся действию регулирования плотины и минимальным образом путем водозабора.

Рисунок 4.7 Ежегодная гидрограмма для Куры в Хертвиси (Грузия) за период 1939-2010



Источник: ГР-МООС- НАОС, 2012). Условные обозначения: жирная синяя линия – среднемесячный расход; голубая линия - стандартный интервал отклонения; красная линия – величина ежемесячного стандартного отклонения; оси ординат – км³.

Рисунок 4.7 показывает также, что изменчивости в ежемесячных стоках самые высокие во время весенних месяцев, в зависимости как от изменения зимних осадков в виде снега, так и характера таяния снега весной.

Наблюдаемое воздействие изменения климата обсуждалась в аналитическом обзоре Изменения Климата Обновленного ТДА. С предполагаемыми климатическими изменениями, как правило, ожидается увеличение сезонных колебаний речного стока, связанных с увеличением / уменьшением общих осадков или увеличением частоты и интенсивности больших бурь, которые могут быть связаны с определенными сезонами. Для не затронутой гидрологической станции Хертвиси, сезонное распределение стока сравнивалось для установленного периода «климатической нормы» в 1960-1990 и на период до (1939-1959) и после (1991-2010), и представлено в таблице 4.1 и на Рисунке 4.8.

Анализ показывает, что в середине 20-го века весенние стоки были сопоставимы по объему, но имели некоторые чуть большие межгодовые вариации, как показывает стандартное отклонение. Тем не менее, объемы стоков летом, осенью и зимой были больше, чем за период 1969-1990. Для сравнения, самый последний срок 1991-2010 показывает значительно больший объем весеннего стока, но примерно равные объемы стока для других сезонов.

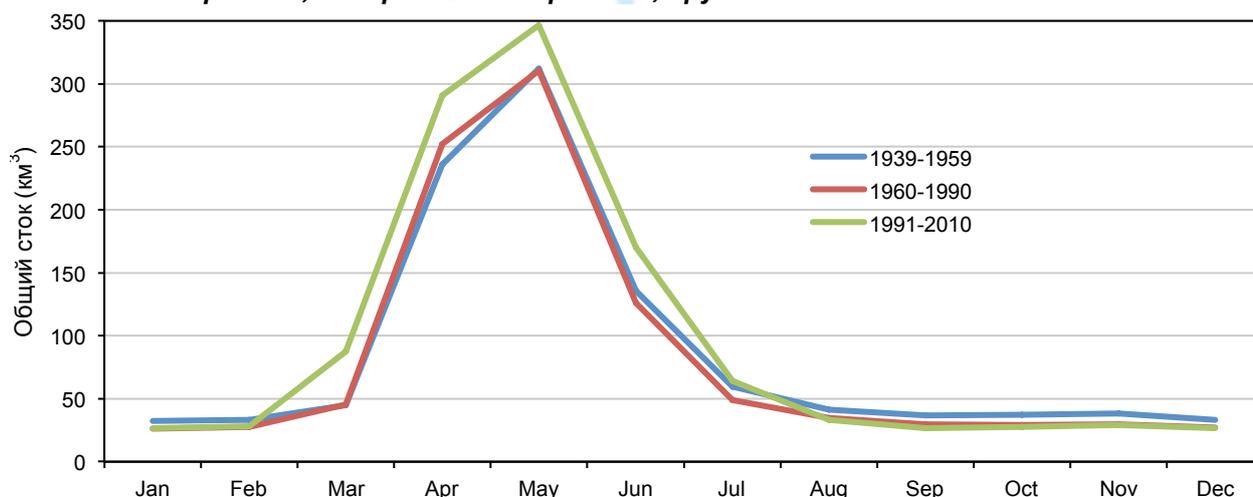
Для гидрологической станции Сурра (Азербайджан), ниже по течению от слияния рек Кура и Аракс, был осуществлен идентичный анализ, представленный в таблице 4.2, на рисунке 4.9. Тем не менее, различные периоды времени были использованы, 1939-1952 представляющий период до человеческой экспансии, 1953-1990 период советского развития и 1991-2010 постсоветский период независимости.

Таблица 4.1 Ежемесячная статистика стоков воды для различных периодов на Хертвиси, Грузия

	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.	Год
Средний расход (млн. м³/месяц)													
1939-1959	32,3	33,3	44,9	235,9	311,9	135,8	59,5	41,5	36,8	37,1	38,1	33,4	1040,4
1960-1990	26,2	27,5	45,2	252,1	310,5	125,9	48,7	34,9	29,7	29,2	29,5	27,2	986,7
1991-2010	26,5	28,2	87,2	290,8	346,7	169,9	64,1	33,1	26,7	27,8	29,2	26,7	1157,0
Стандартное отклонение (млн. м³/месяц)													
1939-1959	6,2	5,8	15,7	123,6	112,3	61,9	33,5	32,1	19,5	15,5	12,5	6,7	260,8
1960-1989	3,8	4,1	24,0	105,7	121,7	62,0	23,2	15,0	5,7	5,4	6,2	4,3	258,1
1990-2010	3,7	6,5	91,7	93,6	135,7	77,5	33,2	11,0	2,8	4,5	6,4	2,8	220,0
Абсолютное изменение расхода (млн. м³/месяц) по сравнению с 1960-1990													
1939-1959	6,1	5,7	-0,3	-16,2	1,3	10,0	10,8	6,6	7,0	7,9	8,6	6,1	53,7
1991-2010	0,3	0,7	42,1	38,7	36,2	44,0	15,3	-1,8	-3,0	-1,4	-0,3	-0,5	170,2
Абсолютное изменение стандартного отклонения (млн. м³/месяц)													
1939-1959	2,3	1,8	-8,3	17,9	-9,4	-0,1	10,3	17,1	13,8	10,1	6,3	2,4	2,7
1991-2010	-0,1	2,4	67,7	-12,1	14,0	15,5	10,1	-4,0	-2,8	-0,9	0,2	-1,5	-38,1
Относительное изменение расхода (%) по сравнению с 1960-1990													
1939-1959	23,3	20,9	-0,6	-6,4	0,4	7,9	22,1	18,8	23,7	27,0	29,1	22,5	5,4
1991-2010	1,1	2,5	93,2	15,3	11,7	35,0	31,5	-5,2	-10,1	-4,8	-0,9	-1,9	17,3
Относительное изменение стандартного отклонения (%)													
1939-1959	60,9	43,0	-34,4	16,9	-7,8	-0,1	44,5	114,0	243,8	186,8	101,6	55,5	1,0
1991-2010	-3,3	58,5	282,2	-11,4	11,5	25,0	43,4	-26,8	-50,1	-16,8	2,5	-34,4	-14,8

Источник: ГР-МООС- НАОС (2012).

Рисунок 4.8 Средний общий ежемесячный расход (млн. м³) для различных периодов времени, измеренный в Хертвиси, Грузия



Источник: ГР-МООС- НАОС (2012).

Анализ показывает, что регулирование речных стоков и расширение водозабора в нижнем течении бассейна реки Кура Аракс, в основном для орошения, значительно изменило речной сток, как ежегодный общий расход (36% и 44% за периоды 1953-1990 и соответственно 1990-2010), а также сезонное распределение стока реки, все по сравнению с характеристикой расхода за период 1939-1952. Зимние расходы воды - декабрь-февраль - увеличились, в то время как пик весеннего паводка почти полностью был ликвидирован. В то же время общие изменения в стандартном отклонении - показатель межгодовой вариации - по всей видимости, минимальны.

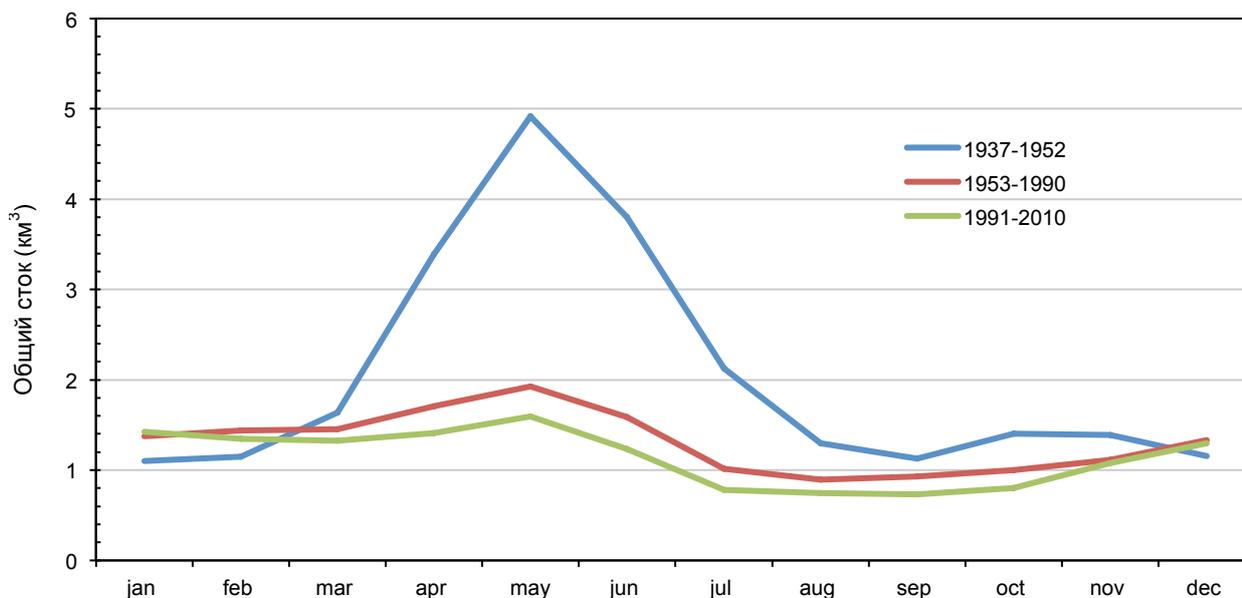
Таблица 4.2 Статистика расхода воды для различных периодов в Сурра, Азербайджан

	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноя.	Дек.	Год
Средний расход воды (млн. м³/месяц)													
1939-1952	1,10	1,15	1,63	3,39	4,92	3,80	2,12	1,30	1,13	1,40	1,39	1,16	24,49
1953-1990	1,38	1,44	1,45	1,71	1,92	1,59	1,01	0,89	0,93	1,00	1,12	1,33	15,78
1991-2010	1,42	1,35	1,33	1,41	1,60	1,23	0,78	0,75	0,73	0,81	1,08	1,30	13,78
Стандартное отклонение (млн. м³/месяц)													
1939-1952	0,15	0,19	0,32	0,77	1,06	0,96	0,59	0,28	0,26	0,38	0,36	0,18	3,06
1953-1990	0,41	0,44	0,47	0,71	0,96	0,89	0,47	0,31	0,28	0,26	0,31	0,33	4,23
1990-2010	0,42	0,51	0,54	0,74	1,05	0,82	0,33	0,20	0,19	0,26	0,35	0,41	4,18
Абсолютное изменение расхода воды (млн. м³/месяц) по сравнению с 1939-1952													
1953-1990	0,28	0,29	-0,18	-1,68	-3,00	-2,21	-1,11	-0,40	-0,20	-0,40	-0,28	0,18	-8,72
1990-2010	0,32	0,20	-0,31	-1,98	-3,32	-2,57	-1,34	-0,55	-0,40	-0,59	-0,32	0,14	-10,72
Абсолютное изменение стандартного отклонения (млн. м³/месяц)													
1953-1990	0,26	0,24	0,15	-0,07	-0,10	-0,07	-0,12	0,02	0,02	-0,12	-0,06	0,15	1,16
1990-2010	0,27	0,32	0,22	-0,03	0,00	-0,14	-0,26	-0,08	-0,07	-0,13	-0,01	0,23	1,12
Относительное изменение расхода воды(%) по сравнению с 1939-1952													
1953-1990	25,2	25,0	-11,0	-49,6	-60,9	-58,2	-52,3	-31,1	-17,6	-28,7	-19,8	15,4	-35,6
1990-2010	29,2	17,3	-18,8	-58,4	-67,5	-67,6	-63,1	-42,5	-35,2	-42,5	-22,7	12,1	-43,8
Относительное изменение стандартного отклонения (%)													
1953-1990	172,7	128,0	47,4	-8,5	-9,0	-7,5	-21,1	8,5	6,3	-31,8	-15,3	86,1	37,9
1990-2010	179,4	166,5	67,7	-4,0	-0,2	-14,9	-43,9	-29,6	-27,5	-32,9	-2,6	129,6	36,5

Источник: АЗ-МЭПР (2012).

Регулирование стока вдоль Куры и Аракса привело к различиям между годовыми максимальными и минимальными стоками, которые существенно сократились с 1953 года, о чем свидетельствует таблица 4.3 и рис 4.10. Это показывает, что минимальные и максимальные ежемесячные стоки уменьшились. Абсолютное снижение пика стока больше, чем снижение в минимальных стоках, что привело к общему снижению в изменчивости объема стока в результате человеческого вмешательства.

Рисунок 4.9 Средний общий ежемесячный расход воды для объединенных рек Кура и Аракс, как наблюдается в станции Сурра (Азербайджан) в различные периоды времени



Условные обозначения: 1939-1953 – режим стока, близкий к естественному; 1953-1990 - период советского сельскохозяйственного развития; 1990-2010 - постсоветский период независимости. Источник: АЗ-МЭПР (2012).

Таблица 4.3 Изменения в среднем общем ежегодном и ежемесячном максимальном и минимальном стоке в определенных периодах воздействия, в Сурра (Азербайджан)

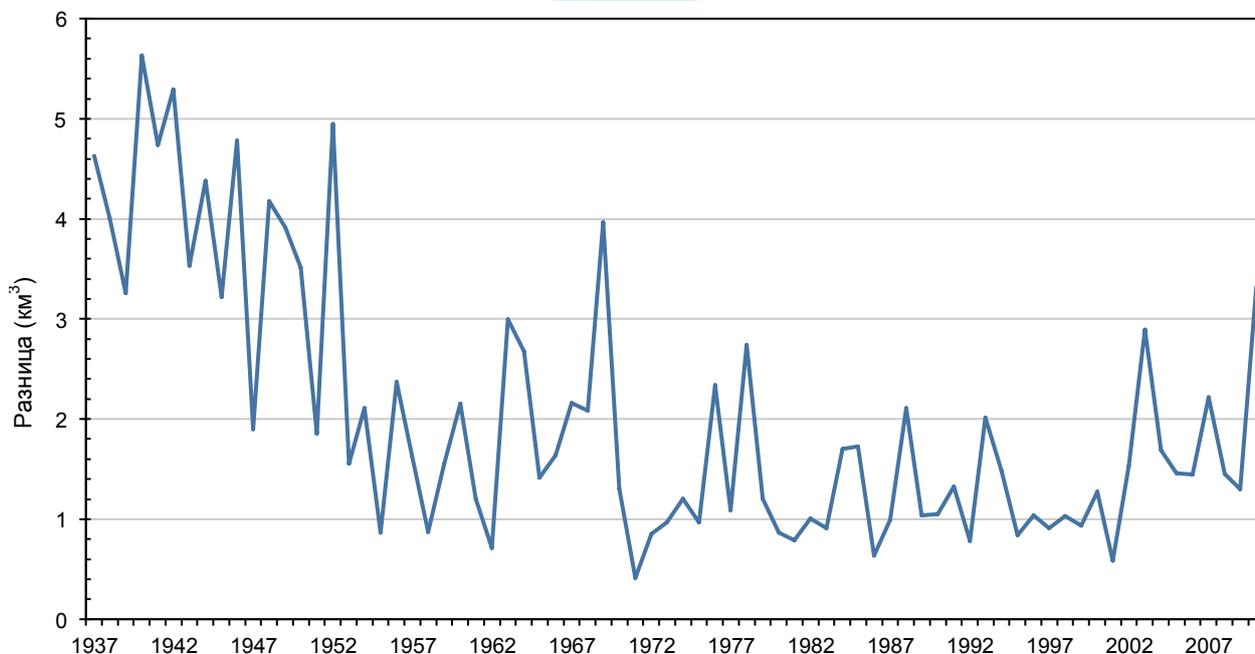
Период	Средний общий годовой сток (км ³)	Среднемесячный минимальный сток (км ³)	Среднемесячный максимальный сток (км ³)	Разница между ежемесячной минимальной и максимальной (км ³)
1937-1952	24,49	0,97	4,96	3,99
1953-1970	17,31	0,74	2,59	1,85
1971-1990	14,40	0,74	1,97	1,23
1991-2000	13,14	0,65	1,82	1,17
2001-2010	14,41	0,60	2,39	1,79

Источник: АЗ-МЭПР, 2012.

Рисунок 4.11 более подробно показывает влияние регулирования стока и забора воды, влияющее на сезонное распределение речного стока в низовьях реки Куры, на примере водохранилища Мингечевир. Водный баланс водоема показывает общий приток рек Куры и Алазани/Ганых (синяя линия), который характеризуется отличительным пиком наводнений в весенний период. Отток из водохранилища поступает вниз по течению реки Кура (красная линия), а также в 2 крупных оросительных канала - канал Карабах и Ширван (серая линия, 2-ой оси ординат). Кроме того,

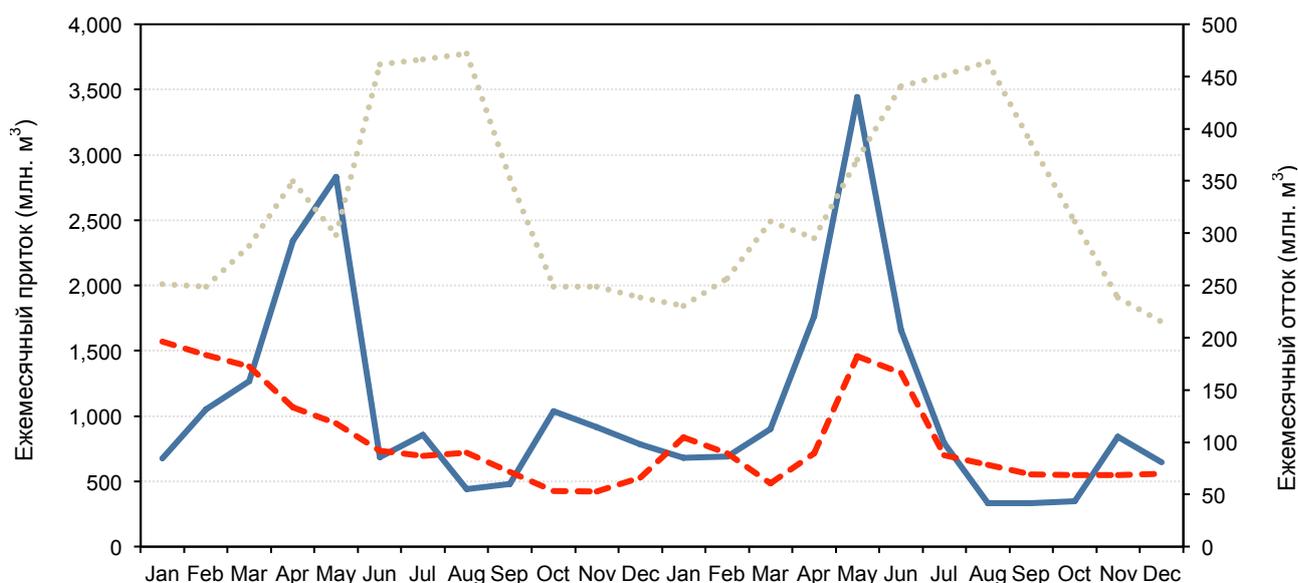
испарение из открытой водной поверхности Мингечевир оценивается в $0,7 \text{ км}^3$ (ФАО, 2012). Таким образом, Рисунок 4.11 показывает значительное внутригодовое перераспределения воды сезона наводнения (март-июнь) по отношению к летними (июнь/июль-сентябрь/октябрь) и зимними (декабрь-март) сезонами, пики естественных стоков почти полностью удалены. На рисунке также показана сезонность водозабора в оросительные каналы.

Рисунок 4.10 Разница между абсолютными месячными максимальными и минимальными стоками, наблюдаемыми в Сурра



Источник: АЗ-МЭПР (2012).

Рисунок 4.11 Характеристика временного ежемесячного стока воды водохранилища Мингечевир в 2006 и 2007 годах



Источник: АЗ-НВС (2011). Обозначения: синяя линия - приток воды в водохранилище из рек Куры и Алазани/Ганых (слева оси у, млн. м^3); красная линия - отток из водохранилища вниз по течению реки Кура (слева оси ординат, млн. м^3), серая линия - отток из резервуара в основные каналы орошения (справа оси у, млн. м^3).

5 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В настоящем докладе представлены особенности гидрологии - водные ресурсы, использование воды и стока рек в бассейне реки Кура Аракс. В докладе также затронуты изменения, которые произошли в течение почти столетия. Анализ основан на длинных временных рядах среднемесячных данных стока, предоставляемых правительственными гидрометеорологическими ведомствами Армении, Азербайджана и Грузии для выбранных станций по главным руслам Куры и Аракса.

В связи с экономическим и финансовым проблемами во всех трех странах региона, число гидрологических станций в Армении и Грузии за последние два десятилетия снизилось, так как Азербайджану удалось сохранить свои сети мониторинга. Сокращение числа пунктов мониторинга в Армении и Грузии вызвало проблемы, связанные с доступностью, а также надежностью. Вследствие этого, анализы, проведенные в предыдущих разделах, были основаны на довольно ограниченных данных, и, таким образом, выиграют от анализа расширенного набора данных.

На региональном уровне есть только две возможные причины изменения и уменьшения стока рек: увеличение потребления воды и изменения климата. Не представляется возможным определить, сколько именно воздействий вызывает каждая из этих причин, потому что достоверные данные о фактическом водозаборе в значительной степени отсутствуют. Когда эти данные станут доступными, с течением времени станет возможно количественно определить воздействие на речной сток от водозабора и роста этого водозабора. Кроме того, с такой информацией меры по исправлению положения неэффективного использования воды также могут быть легко идентифицированы.

В вопросе сокращения речного стока и снижения изменчивости этих стоков может быть больше местных аспектов. Например, если одной из главных причин сокращения является увеличение водозабора, вполне вероятно, что некоторые из основных притоков показывают гораздо большее снижение и другие модели изменения, чем основные русла Куры или Аракса. Анализ этих притоков в настоящее время не представляется возможным из-за отсутствия данных.

С этим связан вопрос о необходимости обеспечения экологических стоков в реках, в том числе на притоках. В настоящее время экологические стоки рассчитываются на основе устаревших методов, которые не подходят для современного мышления по управлению экосистемами. Эти методы требуют дальнейшего рассмотрения.

Соответственно, сформулированы следующие рекомендации в направлении улучшения сбора и управления информацией в соответствии с международными целями и рекомендациями:

- Реконструкция и расширение сети мониторинга по воде и климату: на основе оценки речной сети - основных русел и притоков, месторасположения бывших гидрологических и метеорологических станций, климатических вариаций по всему бассейну также как и распределение местоположения водозабора по всему бассейну - работа по мониторингу нуждается в реконструкции, чтобы соответствовать информационным потребностям для лиц, принимающих решения. Существующие и новые станции должны быть оснащены автоматическим прочным оборудованием для регистрации уровня воды, сбросов и других основных функций. Соответствующие программы обслуживания и стандартные операционные процедуры должны быть разработаны и реализованы, с достаточным финансированием.
- Особое внимание должно быть уделено созданию целевой программы мониторинга ресурсов подземных вод во всех трех странах. На основе инвентаризации и анализа существующей информации из прошлых программ, должны быть разработаны сети станций мониторинга по всем трем странам, скважины пробурены и обновлены самым современным оборудованием.
- Мощности моделирования - по фактическим объемам устойчивого использования воды, а также прогнозированию - в странах бассейна должны быть оценены, и соответствующие программы по наращиванию потенциала сформулированы, включая поставку необходимого оборудования и программного обеспечения.
- Сбор данных мониторинга по водозабору и потреблению требует значительного улучшения. Должны быть разработаны руководящие принципы для потребителей воды по отчетности фактического использования воды, параллельно разработаны механизмы надлежащего контроля и правоприменения, включая надлежащие цены, составление счетов и контроль оплаты, а также выездные проверки на точность отчетности водопользователей.

6 ЛИТЕРАТУРА

- ADB Asian Development Bank, 2008. Republic of Azerbaijan: supporting river basin and flood management planning project. Technical Assistance Consultant's report, project number 3508102 (TA 4301), January 2008, 184 pp.
- Alakbarov A., 2012. UNDP/GEF Kura Aras Project National Expert on Groundwater for Azerbaijan –expert opinion.
- Alakbarov A. & F. Imanov, 2010. Transboundary aquifers of Azerbaijan: current conditions, challenges and mitigation possibilities. In: UNESCO-IHP-ISARM & PCCP Programs 2010. Proceedings of the ISARM 2010 International Conference “*Transboundary Aquifers: Challenges and New Directions*”. Paris.
- AM-MNP Ministry of Nature Protection of the Republic of Armenia, 2010. Second National Communication on Climate Change – a report under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Republic of Armenia, Ministry of Nature Protection, Yerevan, Armenia, 2010, 134 pp.
- ArmStat, 2012. Statistical Yearbook of Armenia - 2011. National Statistical Service of the Republic of Armenia, Yerevan 2012, 624 pp.
- AzerStat, 2012. Statistical Yearbook of Azerbaijan 2012. State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan, Baku, 2012.
- AZ-NWS, 2011. Azerbaijan Republic National Water Strategy Draft 2011. Baku, 119 pp.
- AZ-MA Ministry of Agriculture of Azerbaijan, 2012. www.agro.gov.az
- AZ-MENR Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Azerbaijan, 2010. Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Ministry of Ecology and Natural Resources of Azerbaijan, Baku, 2010, 85 pp.
- AZ-MENR Ministry of Environment and Natural Resources of Azerbaijan, 2012. www.eco.gov.az
- FAO, 2009. Irrigation in the Middle East region in figures – Aquastat survey 2008. FAO Water Reports No. 34, 2009, 423 pp.
- FAO, 2012. Climate conditions database - CIMWAT 2.0. Accessed on 7 December 2012 at http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_climwat.html.
- GE-MEPNR Ministry of Environment Protection and Natural Resources of Georgia, 2009. Second National Communication to the UNFCCC, Ministry of Environment Protection and Natural Resources of Georgia Tbilisi, Georgia, 2009, 240 pp.
- GE-MEPNR Ministry of Environment & Natural Resources of Georgia, 2010. National Report on the State of the Environment of Georgia 2007-2009. Tbilisi, December 2010, 207 pp.
- GE-MEP Ministry of Environment Protection of Georgia, 2010. Water use in Georgia in 2010. Available in Georgian at <http://aarhus.ge/index.php?page=118&lang=eng>
- GE-MEP Ministry of Environment Protection of Georgia, 2012. www.moe.gov.ge
- Harutyunyan L., 2012. UNDP/GEF Kura Aras Project National Expert on IWRM for Armenia – expert opinion.
- Imanov F., Hasanova N., Humbatova Sh., Ismayilov V., 2009. Hydrological aspects of flood control in Azerbaijan. International Symposium on Floods and Modern Methods of Control Measures. 23-28 September, Tbilisi, Georgia, p.195-201.
- Mammadov A., 2012. UNDP/GEF Kura Aras Project National Expert on Hydropower for Azerbaijan – expert opinion.
- Rustamov S.G. & R.M. Kashkay, 1989. Water resources of the Azerbaijan SSR. Baku, 1989.
- Tvalchrelidze A., V. Papava & A. Silagadze, 2011. Georgia's social and economic development program. International Foundation for Sustainable Development, Open Society Georgia Foundation, Tbilisi, 2011, 242 pp.
- UNDP/Sida, 2005. Preliminary background analysis of the Kura Aras river basin in Armenia. Technical Report, UNDP/Sida project “Reducing trans-boundary degradation of the Kura Araks river basin”, Yerevan, Armenia, 136 pp.
- UNDP/GEF, 2007. TDA Thematic Report - Groundwater resources of the Kura Aras River Basin. UNDP/GEF RER/03/G41/A/1G/31: Reducing Trans-boundary Degradation of the Kura-Aras River Basin, pp. 58.
- UNECE Economic Commission for Europe, 2007. Our waters: joining hands across borders. First assessment of transboundary rivers, lakes and groundwaters. United Nations New York & Geneva, 2007, 388 pp.
- World Bank, 2012. World development indicators (<http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>).
- ZOI Environment Network, 2011. Climate change in the South Caucasus – a visual synthesis. Geneva, Switzerland, 60 pp.