



Отчет

1.Подготовительный период

1.3.Сбор и анализ данных

1.3.1.Оценка климатических сценариев

2.Исследования

2.4.Моделирование рядов стока с учетом влияния изменения климата

2.4.1.Влияние климатических изменений на объем и режим рек бассейна Амударьи

Руководитель проекта, проф.

В.А.Духовный

Ответственный исполнитель
пунктов 1.3 и 2.4

А.Сорокин

Исполнитель Н.Агальцева

Ташкент 2016

ВВЕДЕНИЕ

Источник информации о климатических изменениях

Пятый оценочный Доклад МГЭИК дает более ясную и четкую, чем ранее, глобальную и региональную основу для прогнозирования климата и планирования мер адаптации к его изменениям, а также **создает основу для выбора вариантов глобальных изменений выброса парниковых газов, в первую очередь CO₂**. В Докладе рассматриваются характерные особенности изменения климата 15 крупных регионов планеты

Доклад МГЭИК это системно организованное изложение строго научных результатов, накопленных за истекший шестилетний период, с оценками степени уверенности и меры согласия научного сообщества по основным формулируемым в Докладе выводам.

МГЭИК не проводит собственных научных исследований. Деятельность этой организации состоит в подготовке максимально полных научных обзоров проблемы изменения климата на основе научных публикаций, которые составляют цельный оценочный доклад

По правилам МГЭИК для Доклада главным источником информации являются специализированные рецензируемые научные журналы и книги. Национальные доклады стран и доклады различных международных организаций могут служить дополнительным источником информации, который, тем не менее, требует критического научного анализа. Информация из трудов конференций и рабочих совещаний принимается в ограниченном объеме, информация из популярных журналов и газет, интернета, телевидения не принимаются.

Обновленная системная оценка результатов научных работ последних лет не содержит чего-либо совершенно нового для ученых-климатологов. Но для широкой публики и для ученых и специалистов смежных специальностей в Пятом оценочном Докладе масса «новых» фактов и выводов. Так как обзоры МГЭИК выходят каждые 6 лет, то их новизну принято «отсчитывать» от предыдущего доклада, в частности, Четвертого оценочного доклада 2007 года. Ниже перечислены только самые общие пункты, характеризующие новизну.

- Неопределенность выводов о прошлых и будущих изменениях климата за истекшие 6 лет стала гораздо меньшей. В ряде случаев это позволило исключить крайне негативные прогнозы, но данное обстоятельство вряд ли можно считать облегчением, ведь при этом повысилась достоверность «просто» негативных прогнозов.
- Подчеркивается очень важная роль естественной изменчивости климатической системы в масштабах десятилетий, особенно для отдельных регионов. Они накладываются на общий тренд глобального потепления, замедляя или усиливая такие процессы как, например, повышение температуры воздуха и сокращение площади арктических льдов.
- Выявлена более тесная связь изменений климата конца XX века и начала XXI столетия с антропогенным воздействием на климатическую систему.

Показано, что главный фактор здесь — антропогенное усиление парникового эффекта, в то время как воздействие загрязнения атмосферы аэрозольными частицами оценивается как более слабое. Анализ естественных факторов (солнечное излучение, вулканы и др.) показывает, что их роль в изменении климата во второй половине XX века и в начале XXI века в целом относительно невелика.

- Выявлена более тесная связь антропогенного усиления парникового эффекта с ростом повторяемости и интенсивности аномально жарких периодов и аномальных осадков.

По данным Всемирной метеорологической организации, 2015 год вошел в историю как год, побивший температурные рекорды, с интенсивными волнами тепла, исключительным количеством осадков, опустошительными засухами и необычной активностью тропических циклонов. Такая тенденция к установлению рекордных значений сохранилась и в 2016 г.

Как отметил Генеральный секретарь Всемирной Метеорологической организации г-н Петери Таалас «На сегодняшний день Земля уже на 1 °С теплее, чем в начале XX века. Мы наполовину преодолели путь до критического рубежа в 2 °С. В дополнение к смягчению последствий важно усилить меры по адаптации к изменению климата посредством инвестиций в системы раннего предупреждения о бедствиях, а также в такие виды климатического обслуживания, как инструменты управления засухами, паводками, а также волнами тепла и угрозой для здоровья человека».

Вероятные проблемы Центрально-Азиатского региона.

ЦА — это очень уязвимый регион. В Центральной Азии летом и весной осадков, вероятно, будет меньше, а рост температур в равной степени придется и на зиму и на лето. По прогнозу изменения частоты опасных гидрометеорологических явлений ожидается, что частота этих явлений возрастет в 2-4 раза к середине XXI века.

1.Подготовительный период

1.3.Сбор и анализ данных

1.3.1.Оценка климатических сценариев

Глобальные климатические изменения очень сложны, поэтому современная наука не может дать однозначного ответа, что же нас ожидает в ближайшем будущем, тем более что эти изменения зависят не только от природных, но и от социально-экономических факторов предопределяющих выбросы парниковых газов. Существует множество сценариев развития ситуации. По различным оценкам за последние сто лет средняя температура на нашей планете увеличилась на 0,5-1°С, концентрация - CO₂ возросла на 20-24 %, а метана на 100%. В будущем эти процессы получат дальнейшее продолжение и к концу XXI века средняя температура воздуха над поверхностью Земли может увеличиться от 1,1 до 5.8°С, по сравнению с 1990 годом. Результаты расчетов будущих региональных

изменений климата получаются с помощью ансамбля глобальных моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) нового поколения.

Построение климатических сценариев очень важно для оценки будущей климатической ситуации, а также - это базис на котором строятся меры по адаптации к изменению климата.

В настоящее время для построения климатических сценариев для территории Узбекистана используется два подхода. Первый из них стандартный подход по построению климатических сценариев на основе общедоступных данных климатических моделей из базы MAGICC/SCENGEN. Климатические сценарии для Узбекистана строятся по ансамблю “лучших” климатических моделей (MAGIC/SCENGEN, версия 5.3), определяемых на основе статистик успешности моделей для равнинных и горных территорий Центральной Азии.

Этот подход позволяет выбрать модели наилучшим образом описывающих климатические изменения в ЦА регионе, и на базе осредненных модельных характеристик получить сценарии будущих климатических изменений на определенный момент времени в будущем (30, 50 годы и т.д.). Отдельные модели для территории региона показывают значительный разброс ожидаемых повышений среднегодовых температур к 2080 году (от 9.3 до 3.3°C, максимальный сценарий эмиссии парниковых газов (ПГ), что связано с различной чувствительностью моделей и другими особенностями (разрешение, степень развития, корректность параметризации модели для отдельных регионов, различное качество данных и др.)).

В целом отмечается тенденция к понижению уровня увлажнения Узбекистана в связи с потеплением климата (на 10% к 2080 году для сценария с максимальным увеличением концентраций). Однако основной вклад в изменение режима увлажнения Узбекистана вносят предгорные и горные территории.

Другой более современный подход к построению сценариев стал доступен благодаря сотрудничеству с программой CAWA «Вода в Центральной Азии». В этом случае есть возможность получить выходные данные глобальных циркуляционных моделей с высоким пространственным разрешением, которые позволяют построение временных рядов будущих сценариев изменения климата. Таких данных, с высокой степенью детализации и адекватным описанием локального климата нет в свободном доступе. Временные ряды будущих изменений представляют большой интерес, так как в контексте изменения климата в связи усилением климатической изменчивости появляется возможность оценить количество годов с экстремальными условиями, которые порождают засуху и маловодье в будущем. Сейчас мы имеем такие климатические сценарии до 2099 г. - временные ряды с декадным шагом. Интересно использовать такие сценарии для оценки уязвимости, прежде всего водных ресурсов. Интегрирование результатов сценариев в гидрологические модели дает возможность оценить ожидаемое маловодье, его повторяемость, а также изменения, которые возможно

произойдут с водными ресурсами и стокоформирующими факторами в перспективе. Все модели, всегда проверяются на пригодность к нашим региональным условиям.

При производстве перспективных оценок частоты проявления таких опасных явлений как засуха, селявые потоки и связанных с ними рисков, а также при производстве оценок воздействия возможных изменений климата на водные ресурсы, апробированы и использовались результаты региональных моделей REMO-0406 и REMO-0507 с пространственным разрешением $0,5^\circ$ и $0,16^\circ$ соответственно основываясь на сценарии развития концентрации парниковых газов CMIP3 SRES-A1B.

По условиям полученных климатических сценариев ожидается значительный рост температуры воздуха в среднем на $0,051^\circ\text{C}$ в год, осадки же изменятся незначительно, только усилится их изменчивость, т.е. естественные колебания в диапазоне между минимальными и максимальными величинами в регионе. Интерпретация данных по осадкам и температуре воздуха за период 1952 – 2099 гг. (REMO-0406) и 1962 – 2099 гг. (REMO-0507) выполнена для всех опорных метеорологических станций на территории Узбекистана.

Как уже упоминалось ранее, рассматриваемые сценарии разработаны в рамках проекта Региональная исследовательская сеть “Вода в Центральной Азии” (CAWA), который финансируется Немецким Федеральным Министерством Иностранных Дел. Это часть немецкой водной инициативы для Центральной Азии в рамках “Берлинского процесса”, начатой Немецким Федеральным Министерством Иностранных Дел в апреле 2008 года. Германский Центр Исследования Земли (GFZ) в г. Потсдам успешно осуществляет координацию данного проекта.

Построение региональных климатических сценариев выполнялось на основе выходных результатов глобальной циркуляционной модели ECHAM5 и модели REMO, разработанных в метеорологическом институте Макса Планка в Гамбурге (Германия). В рамках проекта CAWA в Университете Вюрцбурга были получены результаты моделирования регионального климата для Центральной Азии и предоставлены сценарии для выполнения перспективных оценочных расчетов повторяемости некоторых опасных природных явлений и при оценке климатических рисков.

Условия климатических сценариев.

При оценке воздействия возможных изменений климата на водные ресурсы, использовались результаты региональной модели REMO-0406 с пространственным разрешением $0,5^\circ$, основываясь на сценарии развития концентрации парниковых газов SRES-A1B.

По условиям полученных климатических сценариев ожидается значительный рост температуры воздуха в среднем на $0,051^\circ\text{C}$ в год, осадки же изменятся незначительно, только усилится их изменчивость, т.е. естественные колебания в диапазоне между минимальными и максимальными величинами в регионе. Интерпретация данных по осадкам и температуре воздуха за период 1952–2099 гг. (REMO-0406) и 1962–2099 гг. (REMO-0507) выполнена для всех опорных метеорологических станций на территории Узбекистана. На рис. 1 показаны

графики межгодового изменения сезонных значений температуры воздуха и осадков за периоды январь – март и апрель – июнь.

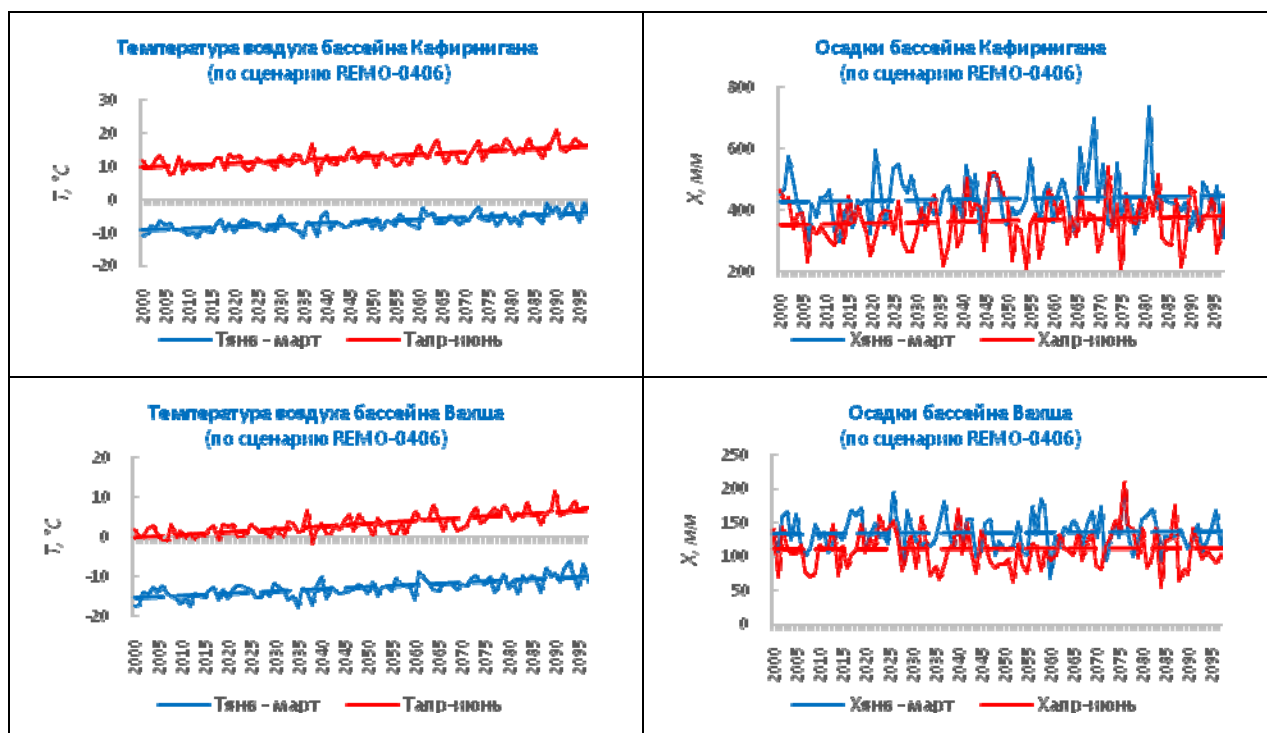


Рисунок 1. Сезонные значения приведенной температуры воздуха и осадков в бассейнах рекКафирниган и Вахш

2.Исследования

2.4.Моделирование рядов стока с учетом влияния изменения климата

2.4.1.Влияние климатических изменений на объем и режим рек бассейна Амударьи

Оценка снегозапасов.

Основными источниками питания рек бассейна Аральского моря являются талые воды сезонного снежного покрова и ледников. От их реакции на изменение климатических параметров зависит водность рек и водообеспеченность жизнедеятельности населения.

Снегонакопление в холодный период года в значительной степени определяет величину весенне -летнего стока и именно снегозапасы определяют основной вклад в стокоформирование в виде поступления талой воды на водосбор и талой составляющей вегетационного стока. В бассейнах многих рек региона наблюдается тенденция к сокращению снегозапасов, что соответствует тенденциям роста температуры воздуха, наблюдаемым по метеостанциям региона. С повышением температуры воздуха ухудшаются условия для формирования снегозапасов в горах, происходит их сокращение и в некоторых бассейнах это находит свое отражение в убыли стока.

Существующий мониторинг за состоянием водности рек позволяет судить о ее современном состоянии. Большой практический интерес представляет ответ на вопрос «Сколько воды будет в наших реках в будущем?».

Будущее развитие климатической ситуации зависит от ряда факторов, среди которых много неопределенностей. Современные климатические сценарии разработанные ведущими мировыми климатическими центрами позволяют дать возможные варианты ответа на этот вопрос.

В соответствии с условиями сценария REMO-0406 расчеты показали сокращение снегозапасов (рис. 2).

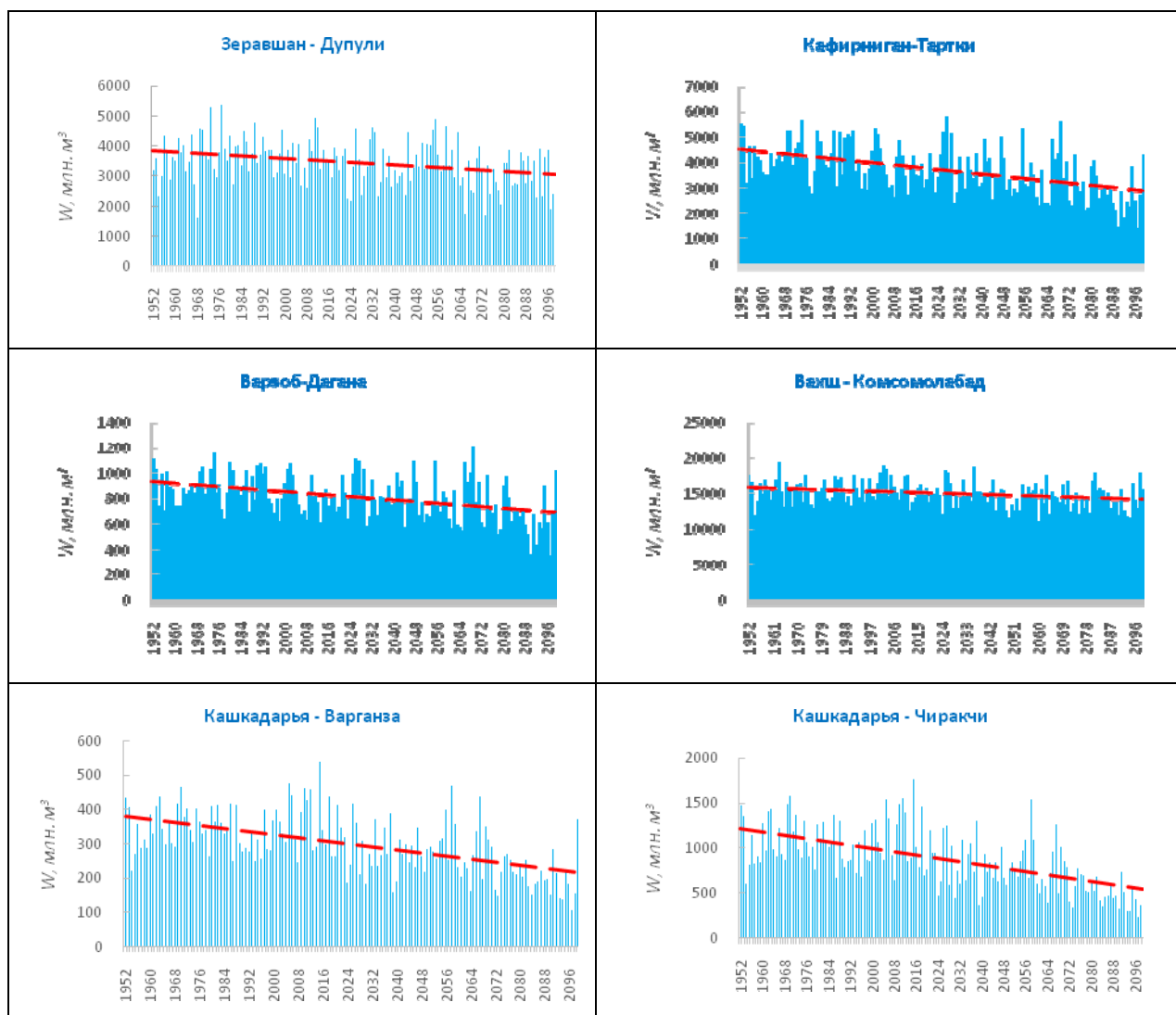


Рисунок 2. Оценки снегозапасов рек бассейна Амударьи по сценарию REMO-0406

Для примера, рассмотрим изменение температуры воздуха и осадков в соответствии со сценариями REMO-0406 и REMO-0507, которые представляют временные ряды метеозлементов и с использованием инструментов моделирования проведем оценку стока реки Кашкадарья.

Реакция водных ресурсов проявится, прежде всего, в сокращении талого снегового и роста дождевого поступления на водосбор, а также в изменении

соотношения основных видов поступлений на водосборную площадь бассейна реки (Рис.3).

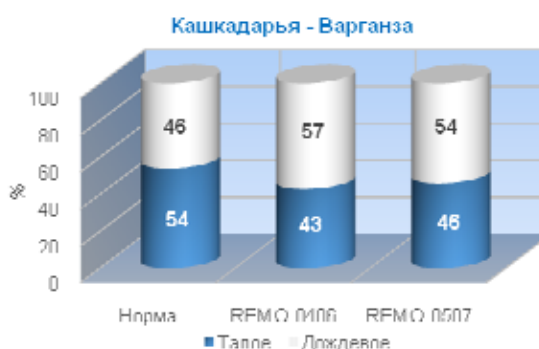


Рисунок 3. Соотношение поступлений на водосбор реки Кашкадарья за апрель-сентябрь по климатическим сценариям REMO на 2050 год

Ледниковые запасы, являющиеся важнейшим источником и многолетним резервом чистой пресной воды, не являются стабильными. Оценивая будущее изменение оледенения в условиях потепления и при сохранении современных норм осадков, можно предположить, что темпы его сокращения будут такими же, как в последние годы, с высокой региональной изменчивостью от 0.2% до 1% в год. Сокращение оледенения приведет к образованию многочисленных моренных озер, повысится вероятность образования прорывных паводков и усиления селевой активности от прорыва высокогорных озер.

При реализации сценариев, прогнозирующих увеличение осадков на перспективу, по ряду районов возможна стабилизация процесса деградации оледенения и даже увеличение ледниковых запасов, вследствие благоприятных условий для аккумуляции ледниковых масс.

Модельные расчеты снеготопливных запасов в горах при различных климатических сценариях показали их общее уменьшение в связи с потеплением климата. Для рек преимущественно снегового питания ожидается некоторое (5-10%) уменьшение вклада снегового поступления и увеличение дождевой составляющей. Для отдельных рек с существенным вкладом ледникового питания возможно сокращение ледникового стока и увеличение вклада дождевого поступления.

Количественная оценка происходящих изменений показала, что в бассейне рассматриваемой реки наблюдается тенденция сокращения стока. Как показано на рисунке, к 2050 году вегетационный сток реки Кашкадарья сократится на 15%, а талое снеговое поступление каждые десять лет будет уменьшаться приблизительно на 0.6 км³ (Рис.4).



Рисунок 4. Средние расходы воды в процентах от нормы и суммы рассчитанных поступлений за апрель – сентябрь по климатическому сценарию REMO-0406

Согласно оценкам будущих климатических изменений наряду с повышением температуры, ожидается повышение уровня осадков (особенно в жидком виде), увеличение частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, что усилит изменчивость стока. Среди прочих, возможны следующие наиболее неблагоприятные последствия изменения глобального климата в будущем:

- увеличение риска наводнений;
- увеличение масштабов наводнений и засух;
- увеличение ущерба в результате наводнений, оползней, снежных обвалов и селевых потоков.

Так как в отдельных случаях разрабатываемые в настоящее время климатические сценарии на фоне повышения температуры воздуха также дают увеличение количества осадков на 5-10%, а рост температур воздуха обуславливает большую долю жидких осадков в годовой их сумме, то основная селевая активности на территории Узбекистана связана, именно с выпадением жидких осадков. Следует ожидать усиления угрозы со стороны селепаводковых проявлений дождевого происхождения в Узбекистане и, соответственно, увеличится вероятность формирования селевых паводков.

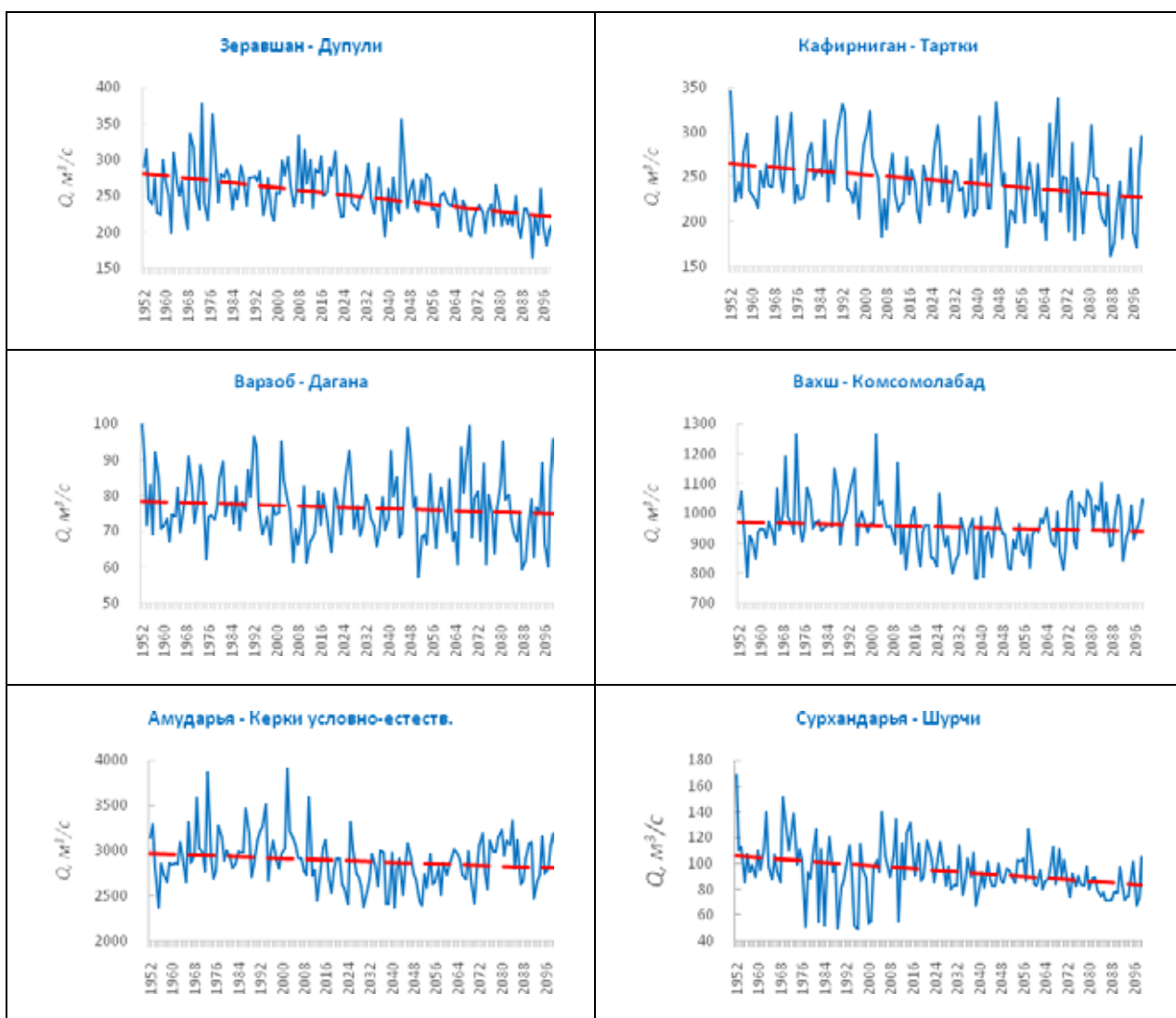
Модельные расчеты гидрографов стока.

В условиях значительного роста потребностей и ограниченных водных ресурсов на фоне интенсивного роста населения, развития экономики, требований охраны окружающей среды к воде, проблем трансграничного водопользования, в Узбекистане все острее и острее ощущается водный дефицит. Воздействие наблюдаемого изменения климата на основные стокоформирующие факторы и сток рек в целом, является дополнительным фактором давления на водные ресурсы. В этой связи важно оценить современное состояние водных ресурсов рек на фоне происходящих климатических изменений и определить тенденции развития этого процесса.

Для решения этой задачи в качестве методической основы выбрана региональная гидрологическая модель, реализованная в виде автоматизированной информационной системы гидрологических прогнозов (АИСГП), которая позволяет

решать широкий круг задач прикладной гидрологии, таких как расчет, прогноз, восстановление стока в неизученном створе, расчет притока в водохранилища и другие. АИСГП реализует математическую модель формирования стока в бассейне горной реки и позволяет оценивать снегозапасы, ледниковую составляющую стока и сток реки в долгосрочном разрезе. Система адаптирована к условиям современного обеспечения исходной гидрометеорологической информацией, а также настроена на усвоение климатических сценариев, что позволяет использовать этот инструмент для оценки современного и будущего состояния водных ресурсов рек бассейнов Сырдарьи и Амударьи.

Далее приводятся результаты моделирования рядов стока, проведенные в среде системы АИСГП в виде графиков межгодового хода средних расходов воды на вегетацию (апрель – сентябрь) – рис.5.



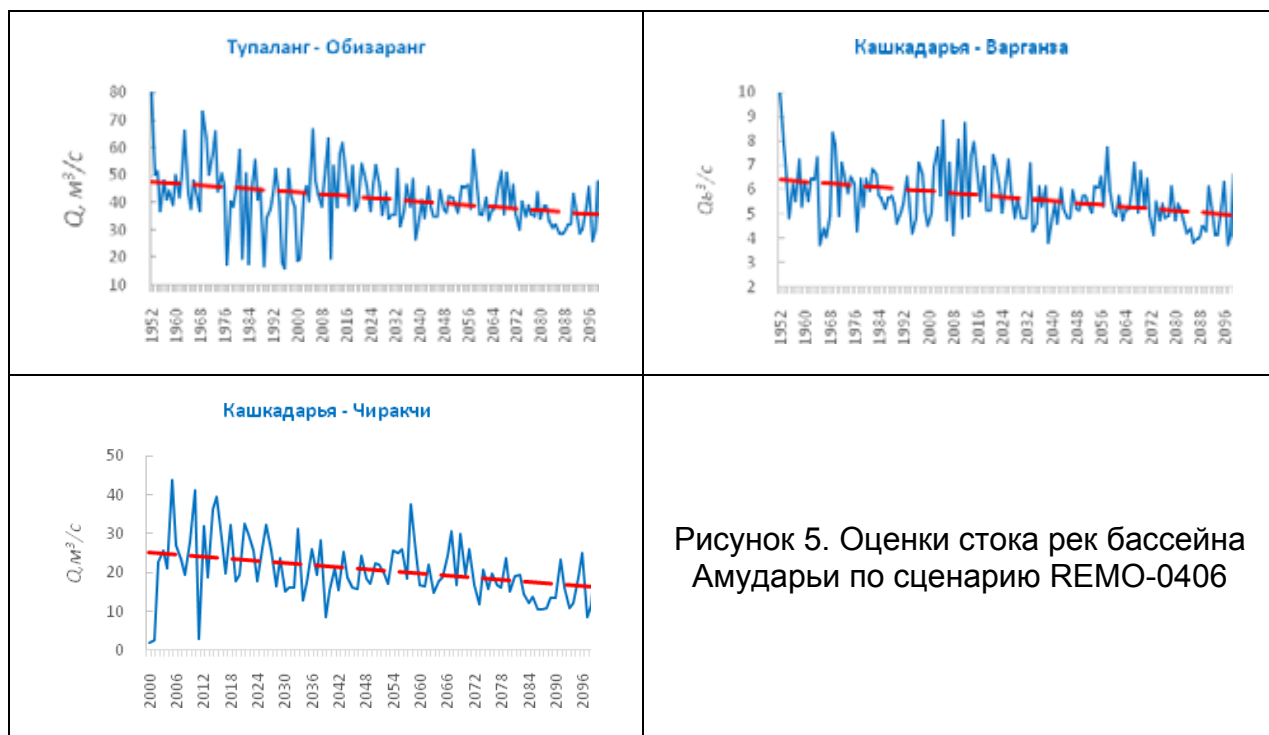


Рисунок 5. Оценки стока рек бассейна Амударьи по сценарию REMO-0406

Результаты моделирования рядов стока в месячном и декадном временном масштабе (режим «TimeSeries»), выполненные с использованием сценариев REMO показали, что изменение климата приведет к сокращению располагаемых поверхностных водных ресурсов в вегетационный период (таблицы 1,3) и некоторому увеличению в невегетационный период. Ситуация усугубляется увеличением водопотребления, которое связано с приростом населения и интенсивным развитием экономики страны. Поэтому ожидаемое сокращение стока на перспективу вследствие изменения климата делает эту проблему еще острее.

Таблица 1

Оценки водных ресурсов на основе климатического сценария REMO-0406

Река - пост	Норма $Q_{\text{вег}}$, $\text{м}^3/\text{с}$	Средние расходы воды за апрель – сентябрь, в % от нормы			
		2020 г.	2040 г.	2060 г.	2080 г.
Бассейн реки Зеравшан					
Зеравшан - Дупули	266	100	95	89	84
Бассейн реки Кафирниган					
Варзоб - Дагана	77.9	99	98	97	96
Кафирниган - Тартки	258	96	94	92	90
Бассейн реки Вахш					
Вахш Комсомолабад	991	97	96	95	94
Бассейн реки Кашкадарья					
Кашкадарья Варганза	6.07	100	95	90	84
Кашкадарья Чиракчи	24.3	96	88	81	74

Бассейн реки Сурхандарья						
Сурхандарья Шурчи	–	95.8	100	98	94	90
Тупаланг Обизиранг	–	44.3	97	93	88	83
Бассейн реки Амударья						
Амударья – Керки условно. - естественный		2970	97	96	95	94

Таблица 2

Оценки водных ресурсов на основе климатического сценария REMO-0406

Река - пост	Норма $Q_{невер}$, $м^3/с$	Средние расходы воды за октябрь – март, в % от нормы				
		2020 г.	2040 г.	2060 г.	2080 г.	
Бассейн реки Зеравшан						
Зеравшан - Дупули	60.1	104	106	108	110	
Бассейн реки Кафирниган						
Варзоб - Дагана	17.1	102	106	109	110	
Кафирниган Тартки	– 76.8	103	107	111	113	
Бассейн реки Вахш						
Вахш Комсомолабад	– 228	99	101	102	103	
Бассейн реки Кашкадарья						
Кашкадарья Варганза	– 4.32	101	105	109	112	
Кашкадарья Чиракчи	– 20.5	102	105	109	113	
Бассейн реки Сурхандарья						
Сурхандарья Шурчи	– 39.9	102	105	108	110	
Тупаланг Обизиранг	– 10.1	102	104	107	110	
Бассейн реки Амударья						
Амударья – Керки условно. - естественный		895	101	103	104	105

Таблица 3

Оценки водных ресурсов на основе климатического сценария REMO-0406

Река - пост	Месяц	Норма $Q_{\text{мес}}$ $\text{м}^3/\text{с}$	Средние расходы воды за июнь, июль и август, в % от нормы			
			2020 г.	2040 г.	2060 г.	2080 г.
Бассейн реки Зеравшан						
Зеравшан - Дупули						
	июнь	363	99	93	87	81
	июль	454	96	86	77	67
	авг	355	98	87	76	65
Бассейн реки Кафирниган						
Варзоб - Дагана						
	июнь	118	95	92	89	86
	июль	92.8	92	87	81	75
	авг	52.8	92	87	81	76
Кафирниган - Тартки						
	июнь	387	94	88	83	78
	июль	263	90	83	75	68
	авг	124	88	81	74	66
Бассейн реки Вахш						
Вахш - Комсомолабад						
	июнь	1220	91	93	95	96
	июль	1520	85	82	79	76
	авг	1290	102	99	98	96
Бассейн реки Кашкадарья						
Кашкадарья - Варганза						
	июнь	4.58	95	88	82	75
	июль	2.53	99	95	91	87
	авг	1.81	91	89	87	85
Кашкадарья - Чиракчи						
	июнь	23.3	91	85	79	73
	июль	9.09	87	84	82	79
	авг	4.01	87	85	84	82
Бассейн реки Сурхандарья						
Сурхандарья - Шурчи						
	июнь	154	99	97	96	95
	июль	72.5	99	96	93	90
	авг	20.7	-	-	-	-
Тупаланг -						

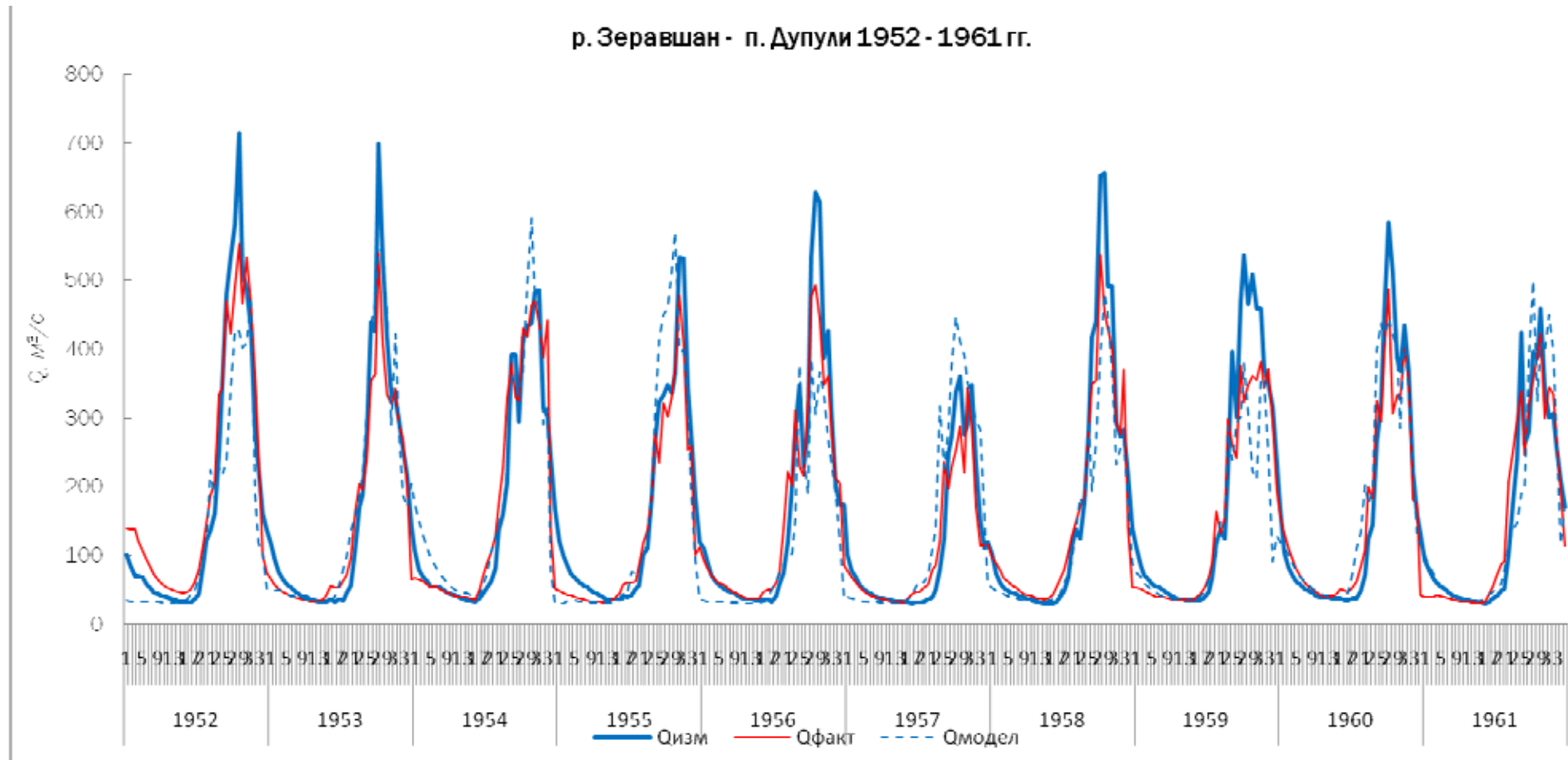
Обизиранг						
	июнь	83.3	96	94	92	90
	июль	36.8	92	90	89	87
	авг	10.6	96	90	83	76
Бассейн реки Амударья						
Амударья – Керки условно. -естественный						
	июнь	3800	98	95	92	89
	июль	4420	96	92	88	84
	авг	3430	98	95	93	90

В условиях наблюдаемых климатических изменений и учащающейся засухи устойчивость сельскохозяйственного производства во все большей степени будет зависеть от наличия располагаемых водных ресурсов, их рационального и эффективного использования и методов их сбережения. Достижение продовольственной безопасности является одной из первоочередных задач страны, причем сельское хозяйство должно не только обеспечивать продовольствием растущее население, но и экономить водные ресурсы. Задача заключается главным образом в развитии и организации орошения, включая рациональное использование водных ресурсов, разработку и внедрение водосберегающих технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агальцева Н.А., Пак А.В. – Проблема прогнозирования засухи в Центральной Азии - сборник научных статей, - Ташкент 2005.
2. Агальцева Н.А., Пак А.В. Адаптация модели формирования стока в условиях информационного дефицита для будущей оценки климатических влияний на водные ресурсы // Климатические сценарии, оценка воздействия изменения климата. Бюллетень № 6. – Ташкент: НИГМИ, 2007. – С. 38 -43.
3. Второе Национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. - Ташкент, 2008. - 205 с.
4. Гидрологические ежегодники, Ташкент-1960-2015гг.
5. Государственные кадастры зон повышенной природной опасности. -Часть: зоны повышенной опасности гидрометеорологических явлений. -Ташкент 2005-2015 гг.
6. Денисов Ю.М., Агальцева Н.А., Пак А.В. Автоматизированные методы прогнозов стока горных рек Средней Азии, Ташкент, 2000.
7. Изменение климата // <http://ukinkz.fco.gov.uk/ru/visiting-uk/about-uk/environment/climate-change-uk>
8. Изменение климата, 2014, Обобщающий доклад МГЭИК, 2015.- 163с.
9. Метеорологические ежемесячники, Ташкент 1991-2015гг.
10. Методика крупномасштабного автоматизированного картографирования снегозапасов и территорий, поражаемых лавинами различной обеспеченности, на примере Чимганской рекреационной зоны.(Отчет о научно-исследовательской работе) / Контракт № К-9-14 по КНТП-1999 г.
11. Подходы к оценке водообеспеченности и водопотребления в Узбекистане в условиях изменения климата. – ПРООН, Узгидромет, Ташкент, 2014. – 52 с.
12. Профиль климатических рисков Узбекистана, . – ПРООН, Узгидромет, Ташкент, 2015. – 90 с
13. ЧубВ.Е. – Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан.-2007
14. Parry, M. L, C. Rosenzweig, A. Iglesias, M. Livermore, and G. Fischer. 2004. "Effects of Climate Change on Global Food Production under SRES Emissions and Socio-economic Scenarios." *Global Environmental Change* 14: 53–67.

Приложение 1 Совмещенные гидрографы стока р. Зеравшан – п. Дупули

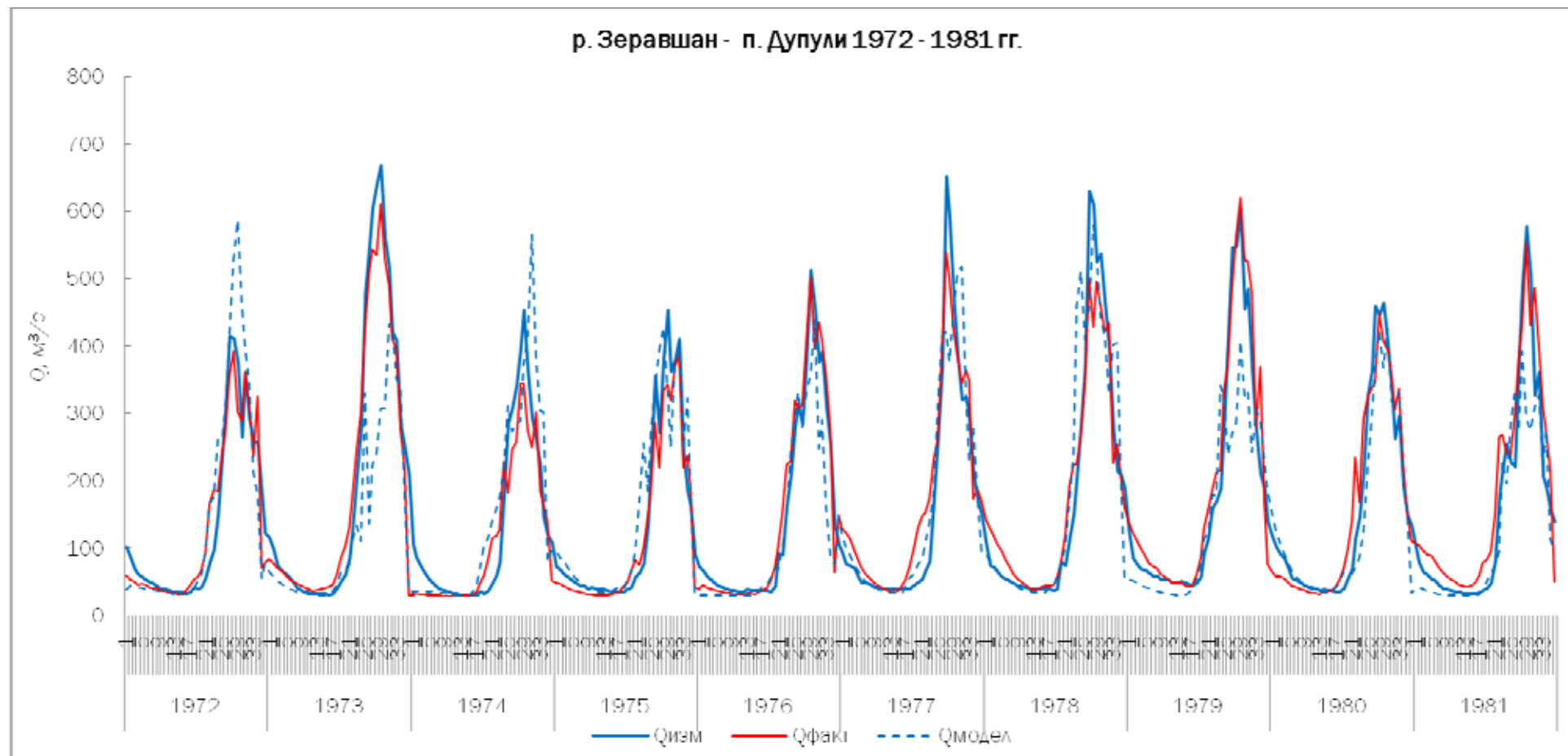


Примечание:

Qизм – измеренные расходы воды,

Qфакт – расходы воды, рассчитанные по фактическим метеорологическим данным,

Qмодел – расходы воды, рассчитанные по моделированным метеорологическим данным

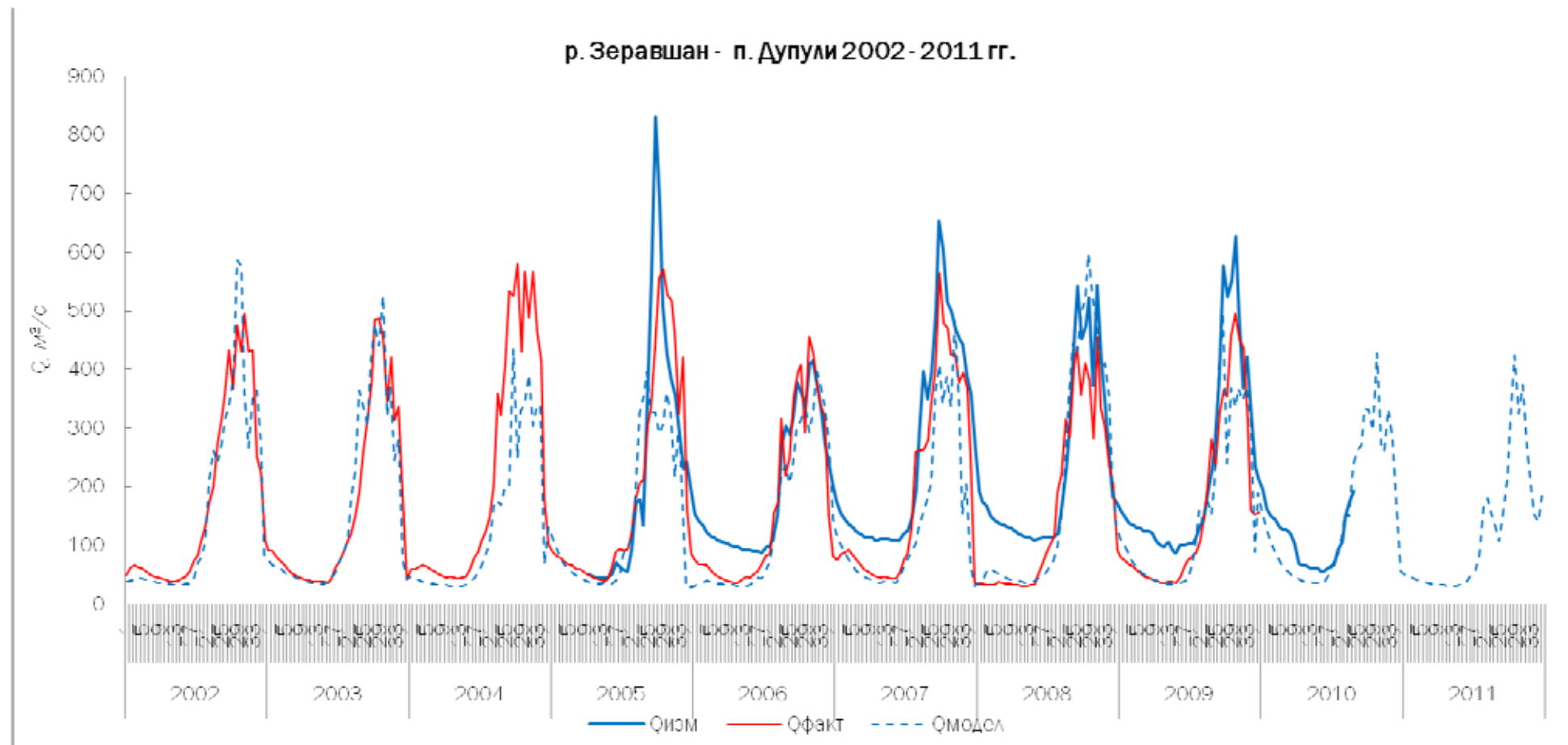


Примечание:

Qизм – измеренные расходы воды,

Qфакт – расходы воды, рассчитанные по фактическим метеорологическим данным,

Qмодел – расходы воды, рассчитанные по моделированным метеорологическим данным



Примечание:

Q_{изм} – измеренные расходы воды,

Q_{факт} – расходы воды, рассчитанные по фактическим метеорологическим данным,

Q_{модел} – расходы воды, рассчитанные по моделированным метеорологическим данным