

## **МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕКИ АМУДАРЬИ ПО СЦЕНАРИЯМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

**Н.А. Агальцева, Т.Ю. Спекторман**

*Научно-исследовательский гидрометеорологический институт (НИГМИ) Узбекистан*

Эффективное и устойчивое управление водными ресурсами и долгосрочное планирование требует надежной информации о современном и будущем состоянии водных ресурсов, включая ее распространение. Рост населения региона потребует существенного расширения сельскохозяйственного производства, т.к. будут возрастать ирригационные потребности, расходы на промышленные и бытовые нужды.

Изменение климата уже в настоящее время значительно проявляется в регионе, оказывая влияние на все компоненты формирования водных ресурсов и их изменчивость. В условиях современного дефицита водных ресурсов Центральной Азии важно оценить их реакцию на изменение климата. Ранее проведенные исследования [1,2] показывают высокую уязвимость водных ресурсов к возможным изменениям климата и необходимость разработки определенной стратегии реагирования на их ожидаемое сокращение. В настоящее время представляет интерес привязка оценок изменения водности к конкретным интервалам времени в будущем и анализ экстремальных величин стока, ожидаемых в соответствии со сценариями климатических аномалий.

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ВЛИЯНИЙ НА СТОК АМУДАРЬИ.**

Степень воздействия вероятных изменений климата на сток реки Амударьи можно оценить с помощью достаточно надежной региональной математической модели формирования стока, построение которой осуществлялось на бассейновом принципе [3].

Модель включает блок формирования снежного покрова на территории горного бассейна, который позволяет рассчитывать снегозапасы по высотным зонам частных бассейнов. Снегонакопление рассчитывается как результат баланса приходной и расходной частей: выпадения и накопления твердых осадков, их убыли за счет таяния и испарения с учетом задержания талой воды в толще снега и замерзания ее при заморозках. Второй блок - расчет поступления талой снеговой и дождевой воды на поверхность водосбора. Модель формирования ледникового стока рассчитывает суммарный сток с ледников от таяния снега, льда и фирна. Последний модельный блок - расчет трансформации всех видов поступления в сток.

Модель учитывает основные региональные особенности зоны формирования стока Амударьи, расположенной в высокогорных районах Памиро-Алая. В качестве входной информации используются данные об осадках, температуре воздуха, расходах воды со стандартной гидрометеорологической сети наблюдений в соответствии с требованиями модели.

В результате сокращения гидрометеорологических сети в начале 90-х годов и других трудностей, вызванных объективными причинами, некоторые территории (бассейны отдельных рек или их групп, склоны хребтов, высотные зоны) оказались не освещенными гидрологическими, метеорологическими, снегомерными наблюдениями. Особенно катастрофическое положение сложилось с наблюдениями на малых реках. В этой связи возникает необходимость корректировки состава реперных станций, проведения работ по восстановлению рядов наблюдений, в ряде

случаев, необходимости восстановления данных. Поэтому для оценки климатических воздействий на сток необходимо:

- адаптировать модельный комплекс к современным условиям,
- провести серии модельных расчетов, реализующих новые климатические сценарии.

Проведенные ранее оценки изменений стока основывались на сценариях потепления в соответствии со сценариями эмиссии парниковых газов 1992 года (IS92) [4]. Результаты расчетов показали, что в случае реализации этих климатических сценариев, водные ресурсы региона к 2030 году могут уменьшиться на 3-5%. Изменения климата, принятые в виде сценариев, полученных с помощью глобальных моделей климата на время удвоения CO<sub>2</sub> в атмосфере, показали более сильную реакцию. Так, например, самый жесткий сценарий (модель CCCM, Канада) дает значительное уменьшение стока (до 50% на отдельных реках). По модели UKMO (Англия) получено сокращение ресурсов поверхностных вод на 15-20%. В настоящее время требуется уточнение подобных оценок, поскольку рассмотренные модели претерпели значительные изменения (глобальные климатические модели постоянно совершенствуются) и имеются новые результаты, позволяющие обновить региональные сценарии климата.

Модельный комплекс, описывающий процесс формирования стока горных рек, на базе которого будет проводиться оценка, нуждается в адаптации с учетом нового информационного обеспечения, поскольку включает в себя элементы эмпирической параметризации. Многие зависимости в настоящее время нуждаются в уточнении. Поэтому в современных условиях необходимо выполнить работу, которая включает:

- 1) создание информационной базы для оценки воздействий изменения климата на водные ресурсы зон формирования стока Амударьи (которая расположена, в основном на территории Таджикистана);
- 2) адаптацию модельного комплекса к современным климатическим условиям и информационным возможностям;
- 3) уточнение численного описания полей метеоэлементов;
- 4) оценку изменения снегозапасов и их вклада в сток рек;
- 5) изучение реакции оледенения на возможные изменения климата.

Решение этих вопросов позволит адаптировать модельный комплекс к современным условиям и перейти к новому этапу работ по оценке изменений стока при реализации новых климатических сценариев.

### **Методика построения климатических сценариев по территории зоны формирования стока Амударьи**

За последние годы значительные успехи достигнуты в разработке численных моделей климата, которые учитывают изменения большинства компонентов климатической системы. По заключению Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [5,6], модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) дают согласованные и правдоподобные оценки изменения глобального климата. Их результаты являются основой для построения региональных сценариев изменения климата.

Опираясь на проведенный МГЭИК анализ, были определены критерии для выбора наиболее подходящих МОЦАО: это должны быть наиболее развитые модели в переходном состоянии; имеющие примерно одинаковое пространственное разрешение; модели должны учитывать смягчающее влияние стратосферных

сульфатных аэрозолей, так как согласно [5,6], учет их влияния позволяет более реалистично воспроизводить климат. При этом необходимо использовать самые последние, доступные на настоящий момент времени выходные результаты моделей общей циркуляции атмосферы и океана, поскольку модели постоянно совершенствуются.

В соответствии с рекомендациями МГЭИК, для построения региональных климатических сценариев используется система MAGICC/SCENGEN, версия 4.1, которая включает базу данных и климатическую модель MAGICC (Модель для оценки влияния парниковых газов на изменение климата). База данных SCENGEN включает выходные результаты 17 МОЦАО и позволяет получить изменения основных характеристик климата в узлах сетки  $5 \times 5^\circ$  на период до 2100 года в соответствии с различными *сценариями эмиссии* парниковых газов с использованием простой климатической модели MAGICC [4].

**Выбор моделей.** Для построения климатических сценариев по территории формирования стока реки Амударьи нами был выполнен анализ выходных результатов разного числа моделей в узлах общей широтно-долготной сетки.

Зона формирования стока реки Амударьи характеризуется двумя районами: предгорья Памиро-Алая ( $35-40^\circ$  с.ш. и 65-70 в.д.) и горная территория ( $35-40^\circ$  с.ш. и 70-75 в.д.)

Эксперименты по запуску модели MAGICC для выбранного сценария эмиссии парниковых газов, задавая в SCENGEN как отдельные модели, так и осреднение различного числа моделей, позволили изучить, как отдельные модели и их осредненные результаты описывают климат региона со сложным горным рельефом, каковы ошибки и межмодельная изменчивость [7,8].

**Выбор сценариев эмиссии.** Используя модель MAGICC, мы оцениваем величины повышения средней глобальной температуры воздуха на три временных интервала: к 2030 году и к 2050, как для глобуса в целом, так и для территории Средней Азии. Предварительный анализ результатов показывает, что из всего диапазона сценариев можно выбрать два-три, поскольку различия в ожидаемых величинах потепления невелики, а для отдельных сценариев ожидаемые величины потепления практически совпадают. В этой связи для проведения оценки воздействий изменения климата на зону формирования стока целесообразно и достаточно рассмотреть сценарии, которые будут характеризовать очень сильный, сильный и умеренный варианты потепления.

Рассчитанные климатические сценарии по станциям, включая экстремальные величины заданной вероятности в соответствии со сценариями, будут входной информацией для адаптированной к современным условиям модели формирования стока горной реки. Это позволит провести серии модельных расчетов стока основных рек-индикаторов в бассейне Амударьи, реализующие новые климатические сценарии, и оценить реакцию стока из зоны его формирования на различные сочетания экстремальных климатических величин.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. V.Y.Chub, N.A Agaltseva, S.V.Myagkov Climate change impact on the rivers runoff for the Central Asian Rivers, Proceeding of the International Conference on Hydrology and Watershed Managment with the Focal Theme on Water Quality and Conservation, Vol.2, p.252-257, Hyderabad, India, 2003.
2. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно–ресурсный потенциал Республики Узбекистан. Ташкент, - 2000.
3. Денисов Ю.М., Агальцева Н.А., Пак А.В. Автоматизированные методы прогнозов стока горных рек Средней Азии. – Ташкент, 2000. – 160 с.
4. Агальцева Н.А., Боровикова Л.Н. Комплексный подход к оценке уязвимости водных ресурсов в условиях изменения климата.–Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень № 5, Ташкент, САНИГМИ, 2002, с. 26-35.
5. Изменение климата. Обобщенный доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в подготовку третьего доклада МГЭИК. Под редакцией Т. Уотсона. Женева, 2003.
6. M. Parry. Scenarios for climate impact and adaptation assessment.// Global Environmental Change, Vol. 12, № 2, October 2002, p.149-143.
7. Спекторман Т.Ю. Методика построения сценария изменения климата по территории Узбекистана с использованием концепции “идеального прогноза”.//Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень № 5. – Ташкент: САНИГМИ, 2002.
8. Спекторман Т.Ю. Оценка возможных экстремальных значений температуры воздуха и осадков по территории Узбекистана для условий климатического сценария. //Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень № 5. – Ташкент: САНИГМИ, 2002