

## АРАЛ И ЕГО ПРОБЛЕМЫ

DOI: 551.583.13+556.555.2 (262.83)

В.А. ДУХОВНЫЙ, Г.В. СТУЛИНА

### ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

За последние десятилетия изменение климата привлекло внимание всего человечества к его проявлениям, предполагаемым последствиям и необходимости принятия мер по уменьшению интенсивности этого процесса и его влияния посредством проведения адаптационных мероприятий. И хотя механизм и причинные связи изменения климата не выяснены, учёным удалось привлечь внимание к этой проблеме и широкой общественности, и лиц, принимающих решения.

Следуя положениям Рамочной конвенции ООН по изменению климата (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), совместными усилиями таких международных организаций, как ВМО, ЮНЕСКО и ЮНЕП, создана Глобальная система наблюдений. Она представляет собой сеть стационарных наземных, плавающих, авиационных и космических средств, по результатам работы которых можно чётко обозначить нынешнее состояние климата и связанные с этим изменение температуры воздуха, уменьшение площади морского льда и шапки Арктики, таяние ледников, повышение уровня Мирового океана.

В глобальном масштабе потепление климата проявило себя в 1910–1945 гг. Правда, в последующие 30 лет отмечалось и некоторое похолодание, но после 1976 г. температура стала резко повышаться. В целом для Земного шара за 100 лет температурный рост составил  $0,75^{\circ}\text{C}$ , для Российской Федерации –  $1,29^{\circ}\text{C}$ , Казахстана, Узбекистана и Туркменистана –  $1,5^{\circ}\text{C}$ , Кыргызстана и Таджикистана –  $1,0^{\circ}\text{C}$ .

Анализ сравнения средних значений температуры в Центральной Азии указывает на большое число заметных изменений в сторону потепления, особенно в апреле, июне, ноябре и декабре. В эти месяцы на большинстве (52–92,3%) станций зарегистрировано значимое превышение среднемесячной температуры воздуха.

Значительное понижение средних её значений (7,7–19,8%) регистрировалось в основном осенью. Таким образом, даже на основе анализа рядов среднемесячной температуры можно заключить, что на территории Центральной Азии наблюдалось статистически значимое потепление. Стандартные отклонения среднемесячной температуры воздуха изменились незначительно, что обусловлено её высокой естественной изменчивостью. Анализ изменения максимальной температуры свидетельствует о наличии тенденции к повышению на протяжении большей части года. Интересно отметить, что летом и осенью тенденция к повышению минимальных её значений проявляется чаще, чем максимальных, причём летом на многих станциях зафиксировано понижение максимальной температуры. В последнее десятилетие потепление наблюдалось в основном зимой. Например, средняя за 10 лет температура воздуха в зимний период оказалась выше базовой нормы практически по всей территории, в отдельных районах превышение составляло  $1,2\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$ .

Теоретически рост температуры должен сопровождаться некоторым увеличением количества осадков, что и было отмечено после 1961 г. на равнинных территориях. В горах же и предгорьях регистрировались лишь отдельные очаги их увеличения и уменьшения. Летом количество осадков практически не менялось. Во многих районах территории бассейна Аральского моря увеличивается временная изменчивость и интенсивность их выпадения. Такая неравномерность во времени, когда период ливневых дождей сменяется засухой, может негативно сказаться на состоянии почв региона, так как усиливается их эрозия. Кроме того, летом такие осадки хорошо не увлажняют почву, так как влага быстро не впитывается и часть её, стекая по поверхности, быстро испаряется под действием высокой температуры.

Значительное повышение температуры воздуха при уменьшении или незначительном, как правило, увеличении количества осадков, ведёт к усилению засушливости климата в районах пустынь и полупустынь.

Следствием изменения климата является и изменение стока рек. И хотя по абсолютной величине стока р. Сырдарья изменения вряд ли можно считать значимыми, однако частота многоводных лет (обеспеченность 25% и ниже) увеличилась в 1,4 раза, а особо многоводных (10% и ниже) почти в 2 раза.

Несколько иная ситуация отмечается в бассейне Амударьи. Её годовой сток уменьшился на 1,5% по сравнению с его средним показателем за предшествующие 40 лет. Однако он практически такой же, что и в среднем за весь период наблюдений. Частота маловодных лет (75% и выше) увеличилась в 1,3 раза, многоводных (25% и ниже) в 1,2 раза, а особо многоводных (10% и ниже) почти в 2,5. Большую часть отрицательных прогнозов по стоку некоторые исследователи связывают с таянием ледников.

Изменение климата обусловлено и поступлением солнечной радиации, положением орбиты Земли и её оси, отражательной способностью поверхности суши и океана, содержанием  $\text{CO}_2$  в атмосфере и множеством других факторов, имеющих свои циклы колебаний. В результате их несоответствия сочетаний создаются сложнейшие тренды не подающихся прогнозированию вариантов динамики изменения климата. Именно поэтому учёные имеют различные точки зрения о его причинах, считая при этом главной увеличение содержания парниковых газов в атмосфере. В связи с этим усилия человечества направлены на снижение объёма их выбросов путём уменьшения доли сжигаемого топлива, утилизации животноводческих и других органических отходов, восстановления ранее уничтоженных человеком лесных угодий и т. д. За последние десятилетия ООН был разработан целый ряд проектов по снижению антропогенного давления на природу. Тем самым эта авторитетная международная организация признала реальность угрозы изменения климата и необходимость принятия экстренных мер.

Некоторые климатологи считают антропогенный фактор достаточно неопределённым. Они относят нынешние тренды к естественному завершению периода потепления и допускают возможность его смены периодом похолодания уже во второй половине XXI в. Отсутствие точных данных делает прогноз возможных положительных и отрицательных последствий изменения климата достаточно неопределённым. Сегодня можно говорить только о сложившемся в настоящее время относительно краткосрочном по сравнению с геологическими циклами развития Земли тренде и необходимости адаптироваться к

возможному его инерционному развитию на определённый, например, 15–20-летний прогнозный период.

Одним из последствий потепления климата является снижение продуктивности сельскохозяйственных культур (табл. 1).

В результате потепления в Центральной Азии изменяются высотные и широтные климатические зоны. На 150–200 км сдвинутся границы на север между сухим тропическим и умеренным климатом и на 50–100 км между богарной зоной и зоной полуобеспеченной богары. При этом границы перехода через заданные пределы (3,5,10,12,15°C) Ташкентской области опускаются до среднесезонных значений в Кашкадарьинской. Значит, сроки сева сельскохозяйственных культур смещаются в сторону более ранних, следовательно, раньше начинается вегетационный период.

Основным фактором развития сельскохозяйственных культур является температурные условия произрастания, характеристикой которых служит средняя суточная температура воздуха. Смена фенологических фаз развития культуры происходит при достижении необходимой суммы эффективных температур. Повышение температуры обеспечивает более длительный вегетационный период. При этом под влиянием изменившихся агрометеорологических условий происходит сдвиг в сроках и темпах развития сельскохозяйственных культур, меняются сроки прохождения ими фенологических фаз.

Результаты исследований в Ферганской долине и сопоставление их с данными прогноза температуры по трём различным климатическим сценариям свидетельствуют о значительном увеличении суммы эффективных температур и, соответственно, сокращении вегетационного периода (табл. 2).

Полученные данные указывают на возможность выращивания культур более длительный период и при меньшем объёме поливной воды в связи с сокращением вегетационного периода каждой культуры. Несмотря на отрицательное влияние повышенной (более 35°) температуры, при которой рост хлопка угнетается, к 2050 г. ожидается возможное уменьшение потребной эвапотранспирации на 500 м<sup>3</sup>/га.

Удлинение потенциального периода вегетации и сокращение её срока у основной культуры расширяют возможности выращивания так называемых повторных культур, в частности, бобовых (маш, горох, фасоль), являющихся производителями бактера – клубенькового азота, за счёт которого повышается продуктивность поля (рис. 1).

Эта возможность появилась благодаря совершенствованию работы консультативной службы фермеров и их ассоциаций, оснащению сетью метеостанций (одна на 10–12 тыс. га), постоянному контролю водопотребления

## Влияние климатических факторов

Фактор	Показатель	Влияние
Температура воздуха	Увеличение продолжительности вегетационного периода	+
	Более ранние сроки сева	+
	Создание условий для прорастания, прохождения фенологических фаз и роста	±
	Приостановление физиологических процессов и усыхание растений (при экстремально высокой температуре)	-
Влажность воздуха	Усиление испарения	-
	Создание необходимых условий для влаго- и теплообмена, улучшение условий для роста	+
Осадки	Создание необходимых условий для роста растений (при нормальном увлажнении почвы и воздуха)	+
	Замедление появления и ухудшение развития всходов (гниение корней, образование почвенной корки), осложнение проведения сельхозработ (при ливневых дождях)	-
Температура, влажность, осадки	Усиление эвапотранспирации растений	+
	Изменение процесса засоления	-
Концентрация CO <sub>2</sub>	Определение интенсивности фотосинтеза дыхания	-
	Формирование биомассы и продуктивности посевов	+

Таблица 2

## Сумма эффективных температур по разным сценариям в сравнении с базовым периодом 1961–1990 гг., %

Год	Температура, °С								
	<5			<10			<15		
	A2	B2	REMO	A2	B2	REMO	A2	B2	REMO
2030	7–10	10–15	6	17–13	17–13	8	10–15	10–15	11
2050	14–19	14–9	17	15–20	15–20	23	20–30	20–30	33
2080	24–30	21–27	30	24–29	30–35	40	30–50	30–50	58



Рис. 1. Формирование бактера на промежуточных посевах гороха

и соблюдению плана подачи воды с учётом текущих климатических показателей. Модели для этой корректировки освоены и могут использоваться на основе расчёта водопотребления (модель REQWAT), данных текущей агротехнической и климатической ситуации, а также прогноза метеостанций. Результаты прогнозного расчёта и предложения для каждого фермера и каждой культуры могут передаваться по мобильной связи. Это обеспечит большую экономию воды и уменьшит затраты на выращивание сельхозкультур.

Главным же направлением адаптации к повышению температуры, возможному уменьшению осадков и увеличению повторяемости экстремальных ситуаций является сбережение воды и внедрение интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР).

Проблема сбережения воды включает в себя широкий круг вопросов, условно называемых технологическими:

- оптимизация мелиоративных режимов на фоне дренажа и техники полива;
- внедрение агротехнических приёмов повышения плодородия почв и более совершенных способов орошения;
- планирование распределения и использования воды;
- повышение точности и адресности водоподачи на основе учёта интереса потребителей всех уровней;
- мониторинг подачи и отведения воды с целью повышения достоверности её учёта;
- уточнение норм потребления воды и др.

Результаты исследований свидетельствуют о больших возможностях сбережения воды посредством выбора наиболее приемлемых технологических и конструктивных приёмов, увязанных со стоимостными показателями.

Внедрение таких капиталоемких спосо-

Научно-информационный центр  
Межгосударственной координационной  
водохозяйственной комиссии МФСА (г. Ташкент)

бов, как дождевание, капельное и внутриводное орошение в хлопководческих хозяйствах, сопряжено с убытками, но очень выгодно при выращивании фруктов, винограда, овощей и т. п.

Перспективным направлением является использование механизмов ИУВР. Рассмотрим эффективность их работы на примере маловодного для р. Сырдарья 2008 г. Внедрение ИУВР в Ферганской долине позволило так организовать водопользование на всех уровнях, что в трёх странах – Кыргызстане, Таджикистане и Узбекистане, на орошаемой площади 130 тыс. га в маловодные 2007 и 2008 гг. осложнений не было. При уменьшении объёма потребления воды на 21–25% производство сельскохозяйственной продукции не снизилось. Это произошло благодаря пересмотру норм и режимов орошения на основе гидромодульного районирования, строгому учёту воды, активному привлечению общественности в работу советов водопользователей каналов и общественных водно-земельных комиссий при районных хакимиятах. Особое внимание было уделено вопросам разработки новых схем полива и его технике, а также выращиванию сельскохозяйственных культур с учётом рекомендаций консультативной службы, в частности засухоустойчивых. Для полива использовались слабоминерализованные коллекторно-дренажные воды.

Основным технологическим мероприятием по преодолению последствий изменения климата является многолетнее регулирование стока, который скапливается в водохранилищах в многоводные годы, а в маловодные осуществляется его сброс.

Необходимо строго планировать использование водных ресурсов с учётом возможных проявлений изменения климата.

Дата поступления  
20 декабря 2016 г.

W. A. DUHOWNYŲ, G.W. STULINA

## ARAL DEŃZINIŃ BASSEÝININDE KLIMATYŃ WE SUW GORLARYNYŃ GLOBAL ÜYTGEŞMELERI

Aral deňziniň basseýniniň çäklerinde klimatyň üýtgemelerini ýeňip geçmegiň we uýgunlaşmagyň ýollaryna we usullaryna seredilip geçilýär, bu global hadysanyň käbir sebäpleri seljerilýär.

Bu hadysanyň netijelerini ýeňip geçmek boýunça tehnologik çäreleriň biri hökmünde derýalaryň akymyny suw howdanlarynda köp suwly ýyllarda toplanmak we az suwly ýyllarda ony boşatmak teklipl edilýär.

Klimatyň mümkin bolan üýtgeşmeleriniň göz önünde tutup we utgaşykly dolandyrmak mehanizmlerini ornaşdyrmagyň esasynda suw gurlaryny peýdalanmagy berk meýilleşdirmegiň zerurlygyna üns berilýär.

B.A.DUHOVNYI, G.B.STULINA

## GLOBAL CLIMATE CHANGE AND WATER RESOURCES BASIN OF ARAL SEA

There is considered the ways and overcoming adaptation to the consequences of the climate change in the basin of Aral sea, also there is given some reasons of this global phenomenon.

As one of the technological measures to overcome the consequences of this process long term regulation of river runoff is proposed, which accumulates in reservoirs in high water years, and in low water years is activated.

It is pointed the necessity for strict planning for the use of water resources, taking into account possible climate changes and the base for the implementation of integrated management mechanisms.