

# Изменение климата – трагедия или реальность?



НИЦ МКВК  
Ташкент 2015

Научно-информационный центр  
Межгосударственной координационной водохозяйственной  
комиссии Центральной Азии

# **Изменение климата – трагедия или реальность?**

Ташкент 2015 г.



## Содержание

Изменение климата – трагедия или реальность, требующая действий для преодоления? В.А. Духовный .....	5
Из-за таяния ледников на Казахстан может обрушиться небывалая засуха И.В. Северский.....	7
Деградация оледенения и последствия В.Е. Чуб .....	11
Влияние сокращения оледенения на сток рек в Средней Азии Г.Е. Глазырин .....	17
Реальность и предположения, риски негативного воздействия и возможности к смягчению последствий изменения климата в Центральной Азии Ш.Ш. Мухамеджанов.....	27



## **Изменение климата – трагедия или реальность, требующая действий для преодоления?**

**В.А. Духовный**

**Научно-информационный центр МКВК**

Изменение климата стало одной из наиболее обсуждаемых тем, в определенной степени служащих как бы «пугалом» – от Президента США Обамы, который заявил, что изменение климата является главной угрозой национальной безопасности мира и США, до различных средств массовой информации. Хотя в Центральной Азии простой народ, труженики земли, а в равной степени и решающие лица воспринимают этот вопрос более спокойно, ибо засухи и дефицит воды, с одной стороны, паводки, сели, лавины, с другой стороны, являются обычным явлением, находятся ученые, специалисты и особенно работники средств массовой информации, которые периодически «седлают» эту тему в своих интересах. Одни, чтобы привлечь внимание к своим персонам, якобы раскрывающим для широких кругов скрываемую проблему, другие, чтобы разыграть определенную карту внимания доноров и политических «гуру». Между тем такие публикации и заявления, нагоняя страхов, зачастую создают дезориентацию общества и практических действий.

Одним из таких примеров стало интервью профессора И.В. Северского корреспонденту Nur.kz 28 июня 2015 г. под названием «Из-за таяния ледников на Казахстан может обрушиться небывалая засуха». Маститый известный и уважаемый ученый заявляет, что ряд ледниковых систем может исчезнуть в 2080-2085 гг. «Уберете 50 % ледникового стока, и Вы получите коллапс» – звучит его предупреждение в нашем регионе.

В тон ему звучит второе Национальное сообщение Гидрометслужбы Таджикистана, которое предупреждает об ускоренных темпах таяния ледников и предполагаемом их влиянии на сток наших рек. В частности, указывается, что ареал обледенения ледников на Памире снизился за последние 35 лет на одну треть. В то же время ледник Федченко, который является одним из главных объектов постоянного наблюдения на Памире за этот период уменьшился лишь на 6 % или в среднем 0,17 % в год – 0,19 % с 1966 до 1980 и 0,16 % с 1980 до 2000 гг.

По нашей просьбе крупнейшие специалисты региона – проф. В.Е. Чуб, проф. Г.Е. Глазырин дали свою реакцию на эту публикацию (тексты приводятся ниже).

Публикуя эти материалы, приходится констатировать, что по всей вероятности опасность потери стока, основанная на предположении, что уменьшение оледенения снижает объем стока, или завышена или как таковая отсутствует. Причина, как подчеркивается в статье Г.Е. Глазырина, состоит в

отсутствии четкой связи за весь прошлый период между объемом ледников и объемом стока. Некоторые последние исследования немецких специалистов по р. Сырдарье, основанные на модели REMO и SMIP 5 (проект CAWA), показывают, что сток реки Нарын увеличивается весной на 30 % и уменьшается летом немногим более 30 %. В результате абсолютная разница март-май 2050 г. по Нарыну дает увеличение на 404,7 млн. м<sup>3</sup> и снижение июль-сентябрь того же периода на 398 млн. м<sup>3</sup>. Таким образом, не имеется оснований для высказывания таких резких прогнозов уменьшения объемов стока. Тем не менее, специалисты должны иметь в своем резерве определенный набор мероприятий для возможной адаптации к изменению климата. Главное проявление этих изменений имеет место в виде увеличения повторяемости и амплитуда колебаний экстремальных явлений, то есть паводков–засух. С этой точки зрения необходимо готовить стратегию многолетнего регулирования, механизм раннего оповещения и, главное, – водосбережение.

В процессе внедрения интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) в Ферганской долине нам удалось так организовать нацеленность работников всех уровней водной иерархии на достижение водосбережения, что площади орошения, подкомандные зоне внедрения 130 тыс. га в трех странах – Кыргызстане, Таджикистане и Узбекистане – без основных затруднений перенесли снижение водоподдачи в 2008 г. по сравнению с нормальными годами на 25 % и абсолютно не уменьшили производство сельхозпродукции. Основными инструментами были пересмотр норм и режимов орошения по новому гидромодульному районированию, организация строгого учета воды и приема воды водопользователями от АВП, а АВП от Управлений каналами, активное вовлечение общественности в виде Советов каналов, Водных комиссий хокимиятов и т.д. Особое значение было уделено рациональным способам полива и технологии выращивания сельхозкультур на основе внедрения консультационной службы. Наряду с этим в арсенале ИУВР было привлечение маргинальных (коллекторно-дренажных и скважинных) вод, посевы повторных азотосодержащих культур и применение засухоустойчивых и солеустойчивых культур растений, строгое планирование водоподдачи, включая внедрение водооборота – этот арсенал мероприятий должен быть освоен водопользователями и всегда быть наготове.

Начатое в настоящее время внедрение водоподдачи, скорректированной по текущей метеорологической ситуации на основе сети установленных в АВП метеостанций (Ш. Мухамеджанов), является гарантией недопущения излишних заборов воды в систему. Этот подход позволяет также корректировать продолжительность отдельных вегетационных фаз растений (Г.В. Стулина, Г.Ф. Солодкий) и за счет этого не допустить повышения требований на воду на основе роста температур.

Мы призываем всех не паниковать и не пугать водопотребителей грядущими дефицитами, а организовать комплекс мер по увеличению точности прогнозов, по снижению эффекта от изменения климата и адаптации к его отклонениям от нормы, использования в то же время возможности повышения температур и снижения продолжительности вегетационного периода культур.

## **Из-за таяния ледников на Казахстан может обрушиться небывалая засуха**

**И.В. Северский<sup>1</sup>**

Доктор географических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Игорь Васильевич Северский заявил, что ледники могут растаять уже в 80-х годах текущего столетия. Отсутствие ледниковых стоков может привести к тому, что в регионе сократится количество поверхностных вод, а это, в свою очередь, приведет к засухе, сообщает корреспондент NUR.KZ.

По словам Северского, могут возникнуть более серьезные проблемы, чем адаптация человечества к новым климатическим условиям: как напоить, накормить население и удержать его вследствие этого от социального взрыва.

«Экономика и население стран Центральной Азии в значительной мере полагаются на водные ресурсы, которые формируются высоко в горах на территории Памира, Тянь-Шаня, Алтая. Население пяти стран: Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана, Туркменистана – составляет сейчас 65 миллионов человек, а к концу столетия население может увеличиться вдвое и потребность в воде тоже возрастет. И нужно отметить, что 85-97% всех водных ресурсов поверхностных вод этих стран расходуется на орошаемое земледелие», — объяснил И. Северский в ходе дискуссии «Изменение оледенения гор Центральной Азии и их влияние на речной сток и водные ресурсы» в дискуссионном клубе Ярослава Разумова.

Ресурсы чистой воды в центральноазиатском регионе, по его словам, формируются в горах, так как те осадки, которые выпадают на равнине, расходуются на испарение, лишь небольшая часть из них уходит на пополнение подземных вод. Основной источник — компоненты горной криосферы: снежный покров, лавинные, навейные и ветровые снежники, ледники и подземные льды, а также каменные глетчеры — конгломерат льда и горной породы, которые отдают часть талой воды, которая формирует сток рек.<sup>2</sup>

«Изменение криосферы напрямую влияет на доступность воды и имеет серьезные последствия для населения стран Центральной Азии, потому очень важно проводить мониторинг вот этих компонентов горной криосферы, чтобы знать не только состояние, но и спрогнозировать, что будет дальше, хватит ли

---

<sup>1</sup> Впервые опубликовано на интернет портале Nur ([www.nur.kz/833285-menee-chem-cherez-70-let-na-kazakhstan-mozhe.html](http://www.nur.kz/833285-menee-chem-cherez-70-let-na-kazakhstan-mozhe.html))

<sup>2</sup> Комментарий проф. Г.Е. Глазырина: «Практически единственным источником воды для горных речных бассейнов являются осадки, а ледники и снежный покров играют роль водохранилищ межгодового и сезонного регулирования. Поэтому наличие или отсутствие ледников в бассейне практически не скажется на суммарных водных ресурсах бассейна. Исчезновение ледников приведет лишь к изменению внутригодового распределения стока.»



нам тех ресурсов. И на что можно ориентироваться в перспективе увеличения потребности воды в регионе», — заявил И. Северский.

Так, по словам ученого, за многолетние наблюдения за ледником Туюк Су, начатые в 1956 году, баланс его массы был отрицательным, расходовалось больше воды, чем поступало в виде осадков. За это время поверхность ледника в среднем опустилась на 24 метра, а объем растаявшего снега составил около 58 миллионов кубических метров.

«В 1973 году началось обвальное сокращение, масса ледника быстро убывала. Начиная с конца 90-х годов процесс замедлился, хотя ледник все еще остается в фазе отрицательного баланса массы, а убыль превышает поступление баланса массы», — сказал профессор.

Обвальное сокращение продолжалось пять лет – с 1973 по 1978 годы, ученый связывает его с тем, что при высоких температурах летом, выпадение зимних осадков было в три с половиной раза меньше, чем обычно.

Несмотря на то, что темп деградации ледников замедлился, он составляет 0,75% в год, и в ближайшее десятилетие ситуация не изменится кардинальным образом – по мнению Игоря Васильевича, ледниковая система будет «вести себя так же, как показала себя в предыдущие 60 лет». Ученые также определили время «жизни» ледников. Так, Джунгарская ледниковая система может исчезнуть уже в 2080 году, в Северо-Илейская и Алтайская – к 2085 году.

Кроме того, Северский не исключил возможности возникновения малого ледникового периода, причем в ближайшей перспективе. Связано это с тем, что к 2030 году, по его прогнозу, солнечная активность сократится относительно той активности, которую мы можем наблюдать сейчас, на 50-60%.<sup>3</sup> Солнце будет греть менее интенсивно, и тогда может начаться малый ледниковый период.

Тем не менее, сейчас ученые бьют тревогу по поводу таяния ледников.

«Уберите 50% ледникового стока и вы получите коллапс. Проблема воды — одна из самых острых в мире. Казахстан относится к одной из наиболее уязвимых в этом отношении стран, потому что почти 50% поверхностных вод, то есть речного стока, приходит в Казахстан извне: по реке Сырдарья, это Таджикистан, по реке Урал из России, Иртыш из Китая. Надо учитывать, что будет обострение проблемы, когда свои права заявит Афганистан на часть воды Пянджа. На фоне этого, сокращение оледенения и стока таяния ледников чревато очень серьезным обострением проблемы воды в целом», — сказал Северский.

Ситуация с таянием ледников напрямую связана и с другой опасностью, нависшей над Алматы – сходом селя. Так, сошедший селя в Наурызбайском районе города Алматы Северский назвал ординарным явлением, причем не только для Казахстана, но и всего центральноазиатского региона.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Комментарий проф. Г.Е. Глазырина: «И. Северский не мог сказать, что солнечная активность может сократиться на 50-60%. Это означает чуть ли не конец света! Думаю, это творчество корреспондента.»

<sup>4</sup> Комментарий проф. Г.Е. Глазырина: «Влияние сокращения ледников на образование приледниковых озер хорошо известно. Они действительно являются источниками

«Что касается селя, то, что произошло в Каменке, на самом деле — ординарное явление для этой территории, потому что существует большое количество ледниковых моренных озер. Эти озера живут своей жизнью, в летний период, когда интенсивное таяние ледников, они переполняются, и есть угроза прорыва дамб, которые их обслуживают. И вот тогда может случиться очень мощный сель», — объяснил профессор.

Говоря о дамбах, Северский подчеркнул, что имеет ввиду не искусственные, созданные человеком плотины, а естественные дамбы, появляющиеся за счет погребенных льдов. Погребенные льды образуют воронки, объяснил Игорь Васильевич, которые в условиях потепления и таяния льдов заполняются водой и образуются моренные озера. Дамбой является та же самая морена, которая подпирает эту емкость.

«Это естественные плотины, не искусственные, и насколько они устойчивы, трудно сказать. Периодически происходят разрушения дамб переполненных озер и формирование гляциальных селей. То есть, это сели, связанные с таянием ледников», — пояснил Северский.

Он сравнил сошедший 23 июля сель с теми, что произошли в 1963 и 1973 годах, при этом отметив, что июль является роковым для Алматы в этом плане.

«Такого генезиса был сель 1963 года в озере Иссык. Было много разрушений. В 1973 году на Малой Алматинке. Тогда уже была плотина на Медео, но были серьезные опасения, что ее прорвет и тогда последствия были бы если не катастрофическими, то значительная часть города пострадала бы точно. Однако удалось ликвидировать эту опасность», — рассказал он.

Тогда удалось постепенно сбросить селевую массу из селехранилища, вспоминает Северский. Однако плотина тогда сочилась, ручьями из нее текли потоки воды. Кроме того, профессор рассказал и о том, насколько неэффективной оказалась решетчатая плотина на Малой Алматинке.

«В районе Горельника в 1973 году была так называемая решетчатая плотина. В считанные секунды трос толщиной с руку человека порвало словно нитки. Примерно на десятки метров, если не на сотни, выбрасывало булыжники сантиметров 20 в диаметре. И все крыши турбазы были пробиты как решето», — сказал Северский.

Игорь Васильевич также рассказал, что тогда Динмухамед Ахметович Кунаев, первый секретарь ЦК Компартии КазССР, лично дежурил у плотины, успокаивая население.

Северский дал небольшой прогноз на то, возможен ли повторный сход селя в Алматы и Алматинской области и призвал население не паниковать.

«Судя по прогнозу, еще две недели будет жара. Жара — это значит интенсивное таяние снежного покрова ледника, он еще сохранился, ледники полностью еще не открылись, и таяние многолетнего льда — это большие объемы воды. Институт географии вместе с «Казселезащитой» проводит мониторинги ледников, съемку с вертолета, а на озерах, где существует опасность прорыва дамб сидят наблюдающие, передают в онлайн-режиме

---

формирования селей. Вспомните, например, сель в Шахимардане в 1998 г. О многочисленных селях в Алма-Ате я уже не говорю.»

сведения о ситуации. Паниковать не нужно, но и исключать вероятности повторения такой ситуации нельзя. На всех озерах наблюдателей не посадишь, и это тоже не дает полной гарантии. Но эти процессы под контролем. Службы работают, есть противоселевые защитные сооружения. То, что произошло в Талгаре — там сработало селезащитное плотина. Там сель не размылся, не пошел на город Талгар, но главный удар приняла именно плотина», — заявил Игорь Васильевич Северский.

## **Деградация оледенения и последствия**

**В.Е. Чуб**

**Центр гидрометеорологической службы  
при Кабинете Министров Республики Узбекистан (Узгидромет)**

Проблема влияния изменения криосферы на водные ресурсы достаточно острая. Академик НАН РК И. В. Северский, – виднейший ученый, крупный специалист гляциолог в ходе обсуждения проблемы «Изменение оледенения гор Центральной Азии и их влияния на речной сток и водные ресурсы» в дискуссионном клубе Ярослава Разумова прямо указывает, что ... «Экономика и население стран Центральной Азии в значительной мере полагаются на водные ресурсы, которые формируются высоко в горах на территории Памира, Тянь-Шаня, Алтая. ...Нужно отметить, что 85-97% всех водных ресурсов поверхностных вод этих стран расходуется на орошаемое земледелие». Все правильно. В будущем могут возникнуть ряд проблем, но сгущать краски вплоть до того, что надо будет напоить, накормить и сдержать растущее население от возможного социального взрыва, – корреспонденту не следовало бы. И. В. Северский приводит ряд научных фактов о темпах сокращения оледенения, замедлении деградации в последние годы. Но если тенденция сохранится, то Джунгарская ледниковая система может исчезнуть уже в 2080 г. Однако оледенение Джунгарского Алатау незначительно в сравнении с оледенением гор Центральной Азии. Ледники здесь есть в бассейнах рек Лепсы, Западного Тентека, Ак-Су и др. [3]. Здесь же отмечается, что основную роль в питании рек Средней Азии играют не ледники, а высокогорные снега.

Как известно, инерционные прогнозы на длительные сроки не оправдываются.

Заключение, приведенное на сайте [7], что ледники Алтайской системы, питающей реку Обь, исчезнут к 2580 г., Восточного Памира – к 2620 г., Западного Памира – к 2730 г., т. е. на срок более 500, 600 и даже 700 лет, просто формальное и необдуманное.

Беспокойство о водных ресурсах в связи с деградацией оледенения высказывают представители и других стран.

Сотрудник Тянь-Шанского высокогорного научного центра НАН КР. Сатылканов, приводя данные о сокращении оледенения в Киргизии в бассейна рек Нарын, Сарыджаз и массива Ак-Шийрак, где расположен золотодобывающий рудник «Кумтор» [4], вместе с тем указывает на усиление расхода воды в реках ледникового питания (Чон-Кзыл-Суу) за последние годы, и также приходит к выводу, что при сохранении современных климатических условий к 2100 г. могут исчезнуть малые ледники, кроме крупных гигантов: Эныльчек, Семенова, Акшийрак.

Зам. главы Регионального центра превентивной дипломатии ООН по Центральной Азии Ф. Климук отмечает, что запасы воды в ЦА сократились на

четверть [5]. Причины – не только глобальное потепление, но и вмешательство человека в местные экосистемы.

Первый зам. Министра энергетики и водных ресурсов Таджикистана С. Рахимзода привел цифры, что сток Сырдарьи составляет около  $37 \text{ км}^3$ , а суммарное использование водных ресурсов –130% от естественного стока. Вероятно, что такой сценарий ждет в будущем Амударью [5].

Электронный журнал энергосервисной компании (ЭСКО) «Экологические системы» [1] поместил интервью с доцентом Киргизско-Российского Славянского Университета Ш. Ильясовым, утверждающим, что за 40 лет (1960-2000) объем ледников Киргизии сократился на 15%. По самым худшим прогнозам к 2070 г. объем стока может сократиться на 40% от существующего. Это сильно повлияет на экономику Узбекистана, которой надо менять структуру сельского хозяйства с ориентацией не на хлопок, а на менее влаголюбивую культуру. Ш. Ильясов привел оценочные карты оледенения Киргизии на 2000, 2015, 2050, 2075 и 2100 гг., на которых показана динамика сокращения числа ледников и почти полное их исчезновение в 2100 г.

Поскольку о методике расчетов и построения таких карт ничего не сказано, то результаты в определенной степени сомнительны.

Показателен пример с ледником Абрамова, на котором в период с 1967 по 1999 год Узгидрометом проводились детальные измерения различных параметров ледника, велся комплекс метеорологических, гидрологических и др. наблюдений.

За 31 год ледник потерял 18% своей массы или 21 м слоя воды, а язык ледника отступил на 500 м [8]. К сожалению, восстановить наблюдения на этом леднике в настоящее время не представляется возможным.



Уменьшение ледника Абрамова с 1971 по 2001 год.  
Карта подготовлена на основе данных Google Earth и Узгидромета [8]

## Об оледенении горных районов Узбекистана

Группа специалистов НИГМИ в 2012-2014 гг. выполнила исследование по гранту «Оценка современного состояния оледенения горных районов Узбекистана». По результатам инвентаризации ледников в бассейнах рек Пскем, Кашкадарья и Сурхандарья на 2010 год с применением современных ГИС-технологий к космическим снимкам с ИСЗ получены следующие выводы [2]:

1 В бассейнах рек Пскем, Кашкадарья и Сурхандарья имеются 613 ледников суммарной площадью 158,19 км<sup>2</sup>. Из них 411 ледников расположены на территории Узбекистана, суммарной площадью 99,69 км<sup>2</sup>.

2 Суммарный объем льда в ледниках бассейнов рек Пскем, Кашкадарья и Сурхандарья составил 3,554 км<sup>3</sup>. В переводе на водный эквивалент ледники содержат 3,021 км<sup>3</sup> воды. Суммарный объем льда ледников РУз составляет 2,106 км<sup>3</sup> или 1,790 км<sup>3</sup> в водном эквиваленте.

3 Сокращение площади оледенения за период (1957-2010 гг.) отмечено во всех трех речных бассейнах и суммарно составило 50,12 км<sup>2</sup> или 24,1% от первоначальной площади (1957 г.). Суммарное сокращение площади оледенения территории РУз составило 41,63 км<sup>2</sup> или 29,5% от первоначальной площади.

4 Деградация площади оледенения составляют: для бассейна реки Пскем – 17,28 км<sup>2</sup>, для бассейна реки Кашкадарья – 10,29 км<sup>2</sup> и для бассейна реки Сурхандарья – 22,55 км<sup>2</sup> или в процентном отношении: 14,4%, 56,7%, 32,0% от первоначальной площади, соответственно.

5 Скорость сокращения оледенения в разных речных бассейнах, находящихся в разных климатических и орографических условиях, существенно разная. Сокращение площади оледенения значительнее в тех бассейнах, где оледенение представлено ледниками меньших размеров. Средняя скорость изменения оледенения в бассейнах рек Кашкадарья и Сурхандарья за период 1978-2010 гг. больше, чем в бассейне реки Пскем. В бассейне реки Пскем отмечается переход от стадии деградации оледенения (1957-1978 гг.) к стадии стационарного оледенения (с конца прошлого столетия) – скорость деградации уменьшилась с величине 0,59% в год, до величины 0,10% в год, т. е. почти в 6 раз меньше.

6 Убыль льда в ледниках бассейнов Пскема, Кашкадарья и Сурхандарья за 1957-2010 гг. составила 1,643 км<sup>3</sup> или 31,6% от первоначального объема (1957 г.). В переводе на водный эквивалент потеряли составили 1,397 км<sup>3</sup> воды. Суммарное сокращение объема льда в ледниках РУз составило 1,286 км<sup>3</sup> или 37,9% от первоначального объема или 1,093 км<sup>3</sup> воды в водном эквиваленте.

7 Сокращения объемов льда составляют: для бассейна реки Пскем – 0,844 км<sup>2</sup>, для бассейна реки Кашкадарья – 0,261 км<sup>2</sup> и для бассейна реки Сурхандарья – 0,538 км<sup>2</sup> или в процентном отношении 24,3%, 67,4%, 40,1% , соответственно.

8 Сокращение оледенения сопровождалось изменением морфометрических характеристик ледников во всех бассейнах. Размеры среднего ледника и средняя длина ледников во всех бассейнах уменьшились. Высотные отметки концов ледников увеличились.

Таким образом, сравнение скорости изменения оледенения речных бассейнов говорит о том, что, нельзя делать инерционный прогноз изменения оледенения на длительный период в целом по большим горным системам.

Необходимы более полные наблюдения и детальные расчеты гляциологических характеристик для всех речных бассейнов горной системы.

Длительные перерывы мониторинга ледников и его недостатки являются главной причиной неточной информации о динамике ледников, изменения их баланса массы.

Для этой цели необходимо, как сказал специалист Госкомитета по охране природы РУз М. Ходжаев Агентству РИА Новости, «специалистам Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана следует совместно осуществить аэросъемку ледников для более точного мониторинга их состояния».

В работах [9, 10] показано, что при более высоких средних годовых температурах, амплитуда внутригодового изменения температуры уменьшается. Это является следствием того, что зимние температуры растут в 3 раза быстрее, чем летние. Соответствующая карта территориального распределения коэффициента редукции в [10] показывает, что устойчивость температурного режима в горах к климатическому потеплению возрастает с ростом высоты местности и в направлении с северо-запада на юго-восток. В работе [10] рассмотрены некоторые проблемы изменения климата и стока рек Средней Азии. Показано, что тренды средней зимней и средней летней температуры воздуха с высотой уменьшаются. Быстрое повышение зимней температуры существенно влияет на режим устойчивого снежного покрова. Образование устойчивого снежного покрова запаздывает, разрушение происходит раньше, продолжительность залегания уменьшается [12]. Это характерно для всех высотных зон, но чем выше, тем этот эффект слабее. По предварительным данным для МС Ойгаинг наблюдается «концентрация» зимы во времени и даже некоторое увеличение снежности. Вопрос сложный и требует дальнейшей проработки. Но уже сейчас ясно, что отступающие ледники как продукт климата и рельефа не просто «прячутся» в более подходящие орографические условия, но и «уходят» в такие условия, где климатические изменения (потепление) ослаблено.

Так, по данным [11] тренд средней летней температуры воздуха, ответственной за таяние ледников, в верховьях Пскема ослаблен и даже отрицательный на высотах более 1,5 км.

Схематические карты изолиний линейных трендов годовых сумм осадков (%/год) по данным МС, расположенных выше 1,5 км показывает, что изолинии расположились почти параллельно с юго-запада на северо-восток. В центральной полосе от Западного Памира через восточную часть Ферганской котловины и далее до оз. Иссык-Куль тренды положительные (до 1-1,5%/год). С Удалением от центральной полосы на север-запад или на юго-восток тренды отрицательные. некоторые проблемы изменения климата и стока рек средней

Азии. Карта трендов средней летней температуры в изолиниях оказалась более сложной. В целом результаты обосновывают вывод, что нельзя говорить о климатических изменениях в высокогорье без территориальной и высотной дифференциации. Далее там же приведены данные о скорости изменения общей площади оледенения для Памира: 0,52%/год и Гиссаро-Алая: 0,81 %/год. Но, поскольку ледники являются аналогами водохранилищ многолетнего регулирования, то многолетний годовой сток почти не меняется, не смотря на изменение режима ледников.

Автор [11] указывает на расчеты Ю. Н. Иванова для крупных рек Амударьи и Сырдарьи, приведенные в работе [13], которые показывают, что за 100 лет естественный сток почти не изменился, хотя площадь оледенения сократилась более, чем на треть.

В итоге выполненного анализа следует отметить:

– Регулярный мониторинг параметров ледников не проводился более 25 лет. В современных условиях такой мониторинг должен быть комплексным: аэровизуальным и с привлечением материалов ДЗЗ из космоса и результатами контрольных наземных съемок параметров ледников.

– Опытных старых кадров-гляциологов почти не осталось, имеется большой дефицит в профессиональных кадрах гляциологов. В ВУЗах нет магистратуры по специальности «Гляциология».

### **Общие выводы и рекомендации**

- Необходимо развить мониторинг возобновляемых снежных ресурсов в высокогорных районах и ледников во всей странах Центральной Азии, чтобы улучшить наши знания, не делать поспешных прогнозов. Нужны комплексные фундаментальные исследования состояния ледников в различных районах горного региона.
- Создать комплексную систему мониторинга прорывоопасных ледниковых озер, возникающих при отступании концов языков ледников, направленную на своевременное предупреждение чрезвычайных ситуаций (ЧС) и оперативного принятия профилактических мер.
- Немаловажно выработать общую региональную модель рационального водопользования [5], постоянно совершенствовать и контролировать систему водопользования. Многие ученые, не только И. В. Северский [6], указывают, что «причина нарастающего дефицита воды в регионе не в сокращении водных ресурсов в зоне формирования стока, а скорее в несовершенстве систем управления водными ресурсами в низовьях рек».
- Запланировать целевые научные исследования по разработке математических моделей последствий при различных сценариях и закономерностях дальнейшего развития деградации ледников и ледниковых систем.
- Обратить особое внимание на подготовку кадров по специальности «Гляциология», для чего рекомендовать открыть в ВУЗах магистратуру по соответствующей специальности.



## Литература

- 1 [http://esco-ecosys.narod.ru/2010\\_2/art171.htm](http://esco-ecosys.narod.ru/2010_2/art171.htm)
- 2 Отчет о научно-исследовательской работе «Оценка современного состояния оледенения горных районов Узбекистана (заключительный)». Руководитель темы Т. В. Кудышкин. НИГМИ. – Ташкент. – 2014.
- 3 <http://www.astronet.ru/db/msg/1192178/p1ch6a.html>
- 4 [http://kyrtag.kg/interview/rysbek\\_satytkanov\\_sotrudnik\\_tyan\\_shanskogo\\_vysokogo\\_ornogo\\_nauchnogo\\_tsentra\\_nan\\_kr\\_k\\_nachalu\\_xxii\\_vek](http://kyrtag.kg/interview/rysbek_satytkanov_sotrudnik_tyan_shanskogo_vysokogo_ornogo_nauchnogo_tsentra_nan_kr_k_nachalu_xxii_vek)
- 5 <http://news.bigmir.net/world/858543-Katastrofi-ne-izbejat-Centralnaya-Aziya-poteryaet-svoi-ledniki>
- 6 <http://www.unesco.kz/new/ru/unesco/news/1952>
- 7 <http://tengrinews.kz/science/ledniki-djungarskogo-alatau-mogut-ischeznut-k-2080-godu-278394/>
- 8 [http://enrin.grida.no/htmls/ferghana\\_valley/ferghana\\_valley\\_soe/html/glazier.htm](http://enrin.grida.no/htmls/ferghana_valley/ferghana_valley_soe/html/glazier.htm)
- 9 Артемьева С. С., Царёв Б. К. Климатические изменения зимнего периода в горах Западного Тянь-Шаня ГЕОРИСК. Материалы международного симпозиума «Геологический риск: оценка и уменьшение». 16-19 сент. 2003г. Ташкент: ГИДРОИНГЕО. 2003. С. 138-142.
- 10 Царёв Б. К. Гляциологические исследования. Раздел 8.1 «Исследования снежного покрова». В кн.: Очерки развития гидрометеорологии в Средней Азии. –2011. 11с.
- 11 Глазырин Г. Е. Некоторые проблемы изменения климата и стока рек средней Азии. /Материалы Международной Конференции «Дистанционные и наземные исследования Земли в Центральной Азии». – Бишкек. Кыргызстан 8-9 сентября 2024. –С.301-307.
- 12 Царёв Б. К. Динамика климатических сезонов в Ташкенте. НИГМИ. – Ташкент. 2010. – 100 с.
- 13 Чуб В. Е., Ососкова Т. А. Изменение климата и поверхностные водные ресурсы бассейна Аральского моря. Бюллетень №3. Оценка уязвимости водных ресурсов от изменения климата. Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по Рамочной Конвенции об изменении климата. – Ташкент: САНИГМИ, – 1999. С. 5-14.

## **Влияние сокращения оледенения на сток рек в Средней Азии**

**Г.Е. Глазырин<sup>5</sup>**

**Национальный университет Узбекистана**

### **Введение**

Ледники формируют заметную часть стока рек в Средней Азии. Очевидно, что количество талой воды, поступающей с их площади, непосредственно зависит от суммарной площади ледников в бассейнах – площади оледенения. Однако эта площадь, как известно, быстро сокращается. По поводу влияния этого процесса на сток существуют весьма разноречивые мнения: часть исследователей полагает, что уменьшение оледенения ведет к катастрофическим гидрологическим последствиям, другая,- что общие водные ресурсы при этом не изменяются, хотя режим рек, и, в первую очередь, внутригодовое распределение стока, достаточно явно реагируют на сокращение ледников.

Нашей задачей является оценка влияния современного быстрого уменьшения площади оледенения бассейнов нескольких горных рек Средней Азии на сток.

### **Что такое ледниковый сток?**

Прежде всего, необходимо определить, что мы понимаем под ледниковым питанием рек. В своё время имела место активная дискуссия, что включать в это понятие [1, 6, 10, 13, 16, 17 и др.]. В результате сложились две основные точки зрения: первая – включать в ледниковое питание всю воду, образующуюся от таяния на поверхности ледника, включая сезонный снег, и даже дождь, выпадающий на нее. Вторая – таяние только льда и фирна, образовавшихся в предшествующие годы.

Первая точка зрения хороша с позиций оценки баланса массы ледников. Однако при этом из общего стока с бассейна изымается снеговая составляющая с части водосбора, занятой ледниками. Следуя этому принципу, следует, например, талый сток снега, лежащего в лесу, называть лесным, а на осыпи – осыпным. Однако это определение становится удобным при достаточно грубых расчетах абляции и стока, в частности, по летней

---

<sup>5</sup> Впервые опубликовано в журнале «Лед и Снег», 2013, № 3(123), с. 20-25.

температуре воздуха [13-15], да и для некоторых других балансовых гляциологических расчётов.

Вторая точка зрения, по нашему мнению, более правильная, чётко сформулирована А.С. Щетинниковым [18]: «ледниковое питание формируется за счёт таяния многолетних запасов льда и фирна (под которым понимается снег на ледниках, между выпадением и таянием которого прошло время не менее одного года, иначе говоря, снег, оставшийся после предыдущего гидрологического (балансового) года). Именно в этом заключается основная гидрологическая роль ледников – аккумулировать годичный избыток осадков, перераспределяя его таяние в многолетии. Сезонный снег на ледниках, стаивая в тёплое время года, участвует в *быстром влагообороте*. Нестаявшие в фирновых областях его остатки трансформируются в фирн, а затем – в лёд, которые участвуют в *замедленном влагообороте*». Именно такой подход используется обычно гидрологами при математическом моделировании стока горных рек [3-5 и др.].

Однако при наших грубых расчетах мы будем пользоваться упомянутыми выше связями таяния с летней температурой воздуха, а следовательно, определять совместно и собственно, ледниковую, и сезонную снеговую с поверхности ледников составляющие стока, то есть ледниковый сток, соответствующий первому определению, а называть его будем «стоком с поверхности ледников».

## Методика

Объём воды, поступающей в речную сеть с ледников, можно разделить на две части: первая – обычное ежегодное таяние, которое имеет место и при стационарном состоянии оледенения, и даже при увеличении его площади. Вторая, являющаяся частью первой, – вызванная уменьшением объёма оледенения. В отдельные годы она может быть и отрицательной, когда объём ледников в результате благоприятных метеорологических условий возрастает и при этом часть воды, содержащейся в сезонном снеге, не поступает в русловую сеть. Рассмотрим каждую из двух составляющих.

Ежегодный объём талой воды с ледников ( $Qg1$ ) может быть примерно рассчитан по средней летней (июль-август) температуре воздуха на средней высоте границы питания ледников в бассейне ( $Ts(Zf)$ ) по эмпирическим формулам [13-15] и площади, покрытой ледниками ( $Fg$ ). Мы для этой цели использовали известную формулу Кренке-Ходакова, связывающую годовую абляция с  $Ts$ :

$$Ab = (9.5 + Ts)^3.$$

Таким образом, принимая, что вся талая вода попадает в сток, то есть коэффициент ледникового стока равен единице [17], получаем, что средний годовой расход ледникового питания равен:

$$Q_{g1} = \frac{1}{31.5 \cdot 10^3} \cdot Ab(Z_f) \cdot F_g, \text{ [м}^3/\text{с]},$$

где стоящий впереди коэффициент обеспечивает размерность среднего годового расхода  $[\text{м}^3/\text{с}]$ , если размерность абляции  $[\text{мм}/\text{год}]$ , а площади оледенения -  $[\text{км}^2]$ .

Средняя летняя температура воздуха на средней высоте границы питания в бассейнах определялась с помощью линейной экстраполяции этой величины с ближайших (по высоте и расстоянию) метеорологических станций:

$$T_s(Z_f) = T_s(Z_{st}) + \gamma \cdot (Z_f - Z_{st}).$$

Здесь  $Z_{st}$  – высота станции, а вертикальный градиент температуры принимался равным  $\gamma = -6.5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{км}$ .

Высота границы питания была принята для каждого из бассейнов неизменной для расчетных периодов, так как материалы инвентаризаций показывают, что даже при быстром уменьшении площади оледенения эта величина меняется незначительно [18].

Количество воды, поступающей в реку за счет изменения объема ледников, было рассчитано следующим образом. Объем каждого ледника в годы инвентаризаций оледенения определялся по формуле Ерасова [11]:  $v = 0.027 \cdot f^{1.5}$ ,  $[\text{км}^3]$ , где  $f$  – площадь поверхности ледника,  $[\text{км}^2]$ . Суммарный объем льда в ледниках бассейна на дату каждой инвентаризации был рассчитан, как сумма объемов всех ледников. Затем рассчитывался суммарный объем воды, содержащейся в виде льда в ледниках. Принималось, что средняя плотность ледникового льда равна  $0.9 \text{ г}/\text{см}^3$ . Так как для каждого из выбранных бассейнов имелось три инвентаризации, то удалось получить простые зависимости суммарного объема воды в ледниках от площади оледенения. Заметим, что расчет делался не по обобщенной формуле [21], а по индивидуальным формулам для каждого речного бассейна, Пользуясь этими зависимостями, можно было рассчитать объемы воды, содержащейся в ледниках, в нужные нам годы.

Периоды, для которых были выполнены расчёты, зависели от наличия данных по стоку исследуемых рек, материалов метеорологических наблюдений на опорных станциях и годов инвентаризации оледенения. Поэтому, как будет видно дальше, эти периоды оказались различными для разных бассейнов.

Очевидно, что расчётный период должен был лежать внутри периода между первой и последней инвентаризациями.

Для пяти бассейнов из шести выбранных были определены средние за расчётные периоды доли в речном стоке общего стока с ледников и его части, связанной с уменьшением площади и объема оледенения. Для одного же – р. Сох – расчёт был сделан и для каждого года. Для этого использовалась методика расчёта ежегодных изменений площади оледенения [8, 20]. В

результате удалось показать, как меняются ледниковые составляющие от года к году.

### **Исходные данные**

Для решения нашей задачи необходимо было подобрать такие речные бассейны со значительным оледенением, для которых, во-первых, имеются многолетние ряды гидрологических наблюдений, во-вторых, достаточно близко и в плане, и по высоте есть метеорологические станции, также с большими периодами работы, в-третьих, существуют сведения об изменении оледенения за достаточно длительный период и было несколько, как минимум три, инвентаризации ледников. Кроме того, желательно, чтобы выбранные речные бассейны были расположены в разных районах Средней Азии, на разной высоте и имели разную степень оледенения. Задача оказалась достаточно сложной.

Прежде всего, единственная официальная полная инвентаризация ледников Средней Азии была выполнена при создании Каталога ледников СССР на основе материалов аэрофотосъемок середины прошлого века. Для некоторых районов она была затем повторена рядом авторов, использовавших аэрофото- и космосъемок более поздних лет.

Важной помехой явилось резкое уменьшение объема и ухудшение качества гидрологической и метеорологической информации после распада СССР [19]. Многие горные станции и посты, данные которых исключительно важны для оценки режима оледенения, были закрыты, а материалы действующих часто вызывают сомнения. На некоторых станциях (Ледник Федченко, Тянь-Шань и др.) стандартные наблюдения заменены автоматическими без каких-либо параллельных наблюдений. О качестве гидрологических данных на Памире говорит такой почти анекдотический факт: судя по найденным нами материалам, река Ванч в последние годы стала пересыхать на 2-3 месяца!

В результате анализа собранных материалов нами были выбраны речные бассейны и ближайшие к ним метеорологические станции, перечисленные в табл. 1.

Таблица 1

## Сведения о реках, для которых был выполнен расчет

Река	Пост	$Fb$ , км <sup>2</sup>	$Fg$ , км <sup>2</sup>	$Fg/Fb$ , %	Метеостанция	$Zst$ , км	Расчетный период. годы
Ойгаинг	Устье р. Коксу	466	34.20	7.3	Пскем	1.26	1964-2000
Пскем	Муллала	2440	119.8	4.9	Пскем	1.26	1965-2001
Сох	Сарыканда	2480	246.3	9.9	Санзар	1.31	1957-2001
Зеравшан	Худгиф	1100	319.8	29.1	Дехавз	2.56	1962-2000
Зеравшан	Дупули	10200	663.2	6.5	Дехавз	2.56	1957-1997
Язгулем	Мотравн	1940	330.8	17.0	Л. Федченко	4.17	1954-1980

*Примечания:*  $Fb$  – площадь речного бассейна;  $Fg$  – суммарная площадь ледников в бассейне в начале расчетного периода;  $Fg/Fb$  – степень оледенения бассейна;  $Zst$  – высота опорной метеорологической станции.

Начальные сведения об оледенении бассейнов были взяты из соответствующих выпусков Каталога ледников СССР, конечные – из работ [2, 12, 18]. В тех случаях, когда период работы опорной метеорологической станции или гидрологического поста не охватывал весь период между инвентаризациями и станция начинала работать позже или прекращала работу раньше, площадь оледенения бассейнов на эти годы была рассчитана простой линейной интерполяцией между датами инвентаризаций. Это не относится к бассейну реки Сох, так как для него рассчитывались ежегодные изменения оледенения, о чем речь будет дальше.

Из табл. 1 видно, что, во-первых, опорные метеорологические станции в большинстве случаев расположены низко, а следовательно, для расчёта по их данным летней температуры на ледниках требуется далекая интерполяция по высоте. Во-вторых, доля оледенения бассейнов в начальные периоды расчёта лежала в пределах от 5 до 30%. В-третьих, расчётные периоды различны. Но для нашей задачи последнее не имеет значения, так как нас интересует не сравнение ледникового питания выбранных рек, а только его доля в каждой из них в период быстрого сокращения оледенения.

Из гидрометеорологических данных использованы ряды средних годовых расходов воды и средней летней температуры воздуха за соответствующие периоды.

## Результаты

Результаты описанных выше расчетов показаны в табл. 2. Прежде всего, видим, что доля стока с ледников (собственно ледникового и сезонного снегового) составляет от 12 до 60% общего годового стока рек. Наибольшей величины она достигает в верховьях р. Зеравшан (пост Худгиф). Это и понятно: доля площади бассейна, покрытая ледниками в начале расчетного периода, была там равна 29 %. Естественно, сток этой реки весьма чувствителен и к уменьшению площади оледенения: соответствующая доля стока с ледников равна примерно 16%. Велика эта доля и в р. Язгулем, что вызвано значительным уменьшением площади ледников в этом бассейне (как и вообще на южном Памире). Для остальных же четырёх рек эта доля лежит в пределах первых процентов. В целом же, как мы видим, для больших рек, если говорить о расположенных в их низовьях постах, влияние сокращения оледенения незначительно и в большинстве случаев лежит в пределах точности расчётов годового стока. Для Сырдарьи и Амударьи это было показано ранее Ю.Н. Ивановым [19].

Таблица 2

### Оценка доли ледникового стока в стоке рек

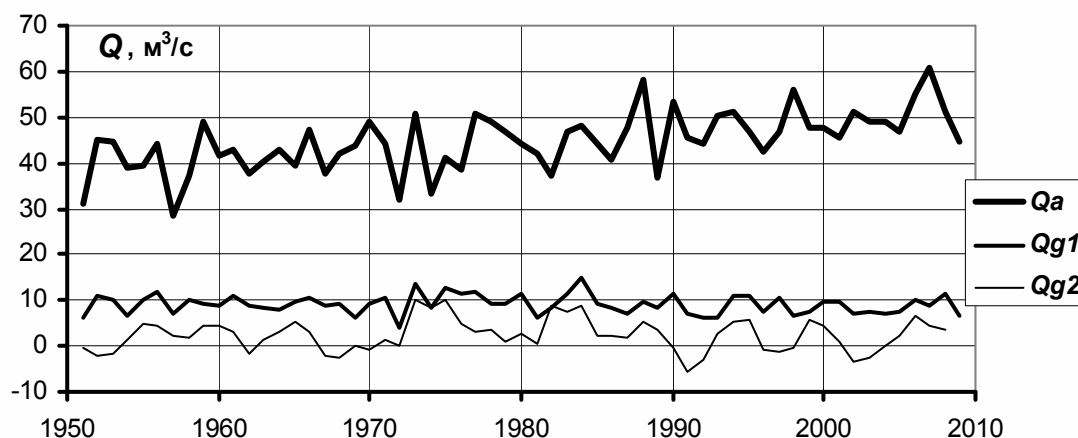
Река	Пост	$Fg1,$ $км^2$	$Fg2,$ $км^2$	$Qa,$ $м^3/с$	$Qg1,$ $м^3/с$	$\frac{Qg1}{Qa},$ %	$Qg2,$ $м^3/с$	$\frac{Qg2}{Qa},$ %	$Tr,$ %/год
Ойгаинг	У. р. Коксу	33.8	25.8	12.8	2.71	21.2	0.26	2.0	0.2
Пскем	Муллала	114.4	89.4	76.8	9.36	12.2	0.71	0.9	-0.1
Сох	Сарыканда	663.2	537.1	156	42.8	23.8	7.46	7.3	0.5
Зеравшан	Худгиф	311.3	268.5	32.8	19.1	58.2	5.40	16.5	-1.0
Зеравшан	Дупули	279.3	225.1	44.2	10.5	27.4	3.22	4.8	0.3
Язгулем	Мотравн	330.4	262.7	36.0	7.77	21.6	5.56	15.5	0.4

*Примечания:*  $Fg1$  и  $Fg2$  – площади оледенения бассейнов в начале и конце расчётных периодов;  $Qa$  – средний многолетний среднегодовой общий расход воды;  $Qg1$  – средний за период сток с поверхности ледников;  $Qg1/Qa$  – его доля в общем стоке реки;  $Qg2$  – средняя за период часть ледникового стока, вызванная сокращением оледенения;  $Qg2/Qa$  – его доля в среднем годовом стоке;  $Tr$  – линейный тренд средних годовых расходов воды.

Интересно сопоставить эти величины с линейными трендами общего стока рек за расчётные периоды, которые показаны в последнем столбце табл. 2. Как видим, их значения лежат в пределах одного процента и при большой межгодовой изменчивости стока – внутри статистических ошибок вычислений, то есть влияние сокращения оледенения таким образом не обнаруживается.

Посмотрим теперь, как доля стока с поверхности ледников меняется от года к году на р. р. Сох (пост Сарыканда). Прежде всего, были рассчитаны ежегодные изменения площади оледенения её бассейна с помощью методики, разработанной ранее [8, 20], которая, помимо прочего, позволила рассчитать изменения площади за более продолжительный период – за годы предшествующие первой инвентаризации и последующие за последней. Эти результаты показаны на одном из рисунков в статье [8]. Все прочие расчёты были сделаны так же, как и для остальных бассейнов.

На рис. 1. показаны многолетние (1951-2009 годы) изменения стока р. Сох и его составляющих, связанных с ледниками.



**Рис. 1. Многолетние изменения стока реки Сох – пост Сарыканда ( $Q_a$ ), сток, образующийся на площади оледенения бассейна ( $Q_{g1}$ ), и часть последнего, вызванная изменением объёма ледников ( $Q_{g2}$ )**

На рисунке хорошо видно, что сток реки монотонно увеличивается, что связано, скорее всего, с некоторым увеличением годовых сумм осадков в этом районе. В то же время сток с поверхности ледников даже для этого бассейна, имеющего значительное оледенение (см. табл. 1) составляет небольшую часть общего. Естественно, он медленно уменьшается в связи с сокращением оледенения.

Нижняя кривая на рисунке показывает долю стока, образующуюся в результате сокращения оледенения. Обращает на себя внимание то, что она бывает и отрицательной. Это происходит в благоприятные для ледников годы, когда выпавший зимой на них снег не успевает летом растаять, и оставшаяся его часть идёт на увеличение массы ледников (положительный баланс) и, соответственно, изымается из речного стока данного года.



Итак, полученные данные позволяют утверждать, что влияние современного сокращения оледенения горных речных бассейнов в Средней Азии слабо сказывается на стоке с них.

Рассмотрим еще один вопрос. Хорошо известно, что в условиях Средней Азии, особенно юго-западной её части, где осадки выпадают преимущественно в зимне-весенний период, а лето сухое, велика роль ледников в формировании внутригодичного распределения стока. Чем больше оледенение речного бассейна, тем дальше к осени сдвигается половодье. В.Л. Шульц предложил показатель внутригодичного распределения стока  $\delta$ , равный отношению объёмов стока за июль-сентябрь и март-июнь. Оказалось, что значения  $\delta$  позволяют судить о типе питания реки [16, 17]. Очевидно, что при значительном сокращении оледенения этот параметр должен уменьшаться. На рис. 2 показан многолетний ход  $\delta$  для той же р. Сох. Эта река, по классификации В.Л. Шульца, имеет ледниково-снеговое питание. Как и следовало ожидать, указанный параметр заметно уменьшался в последние 50-60 лет.

В былые времена внутригодичное распределение стока в Средней Азии имело очень большое значение для сельского хозяйства, так как поля нуждаются в поливе именно в летний период. Поэтому реки, в бассейнах которых имелось оледенение и, соответственно, половодье на них происходило летом, были наиболее удобны. Однако в последние десятилетия этот фактор потерял былую роль, так как практически все крупные реки, вода которых используется для орошения, зарегулированы водохранилищами.

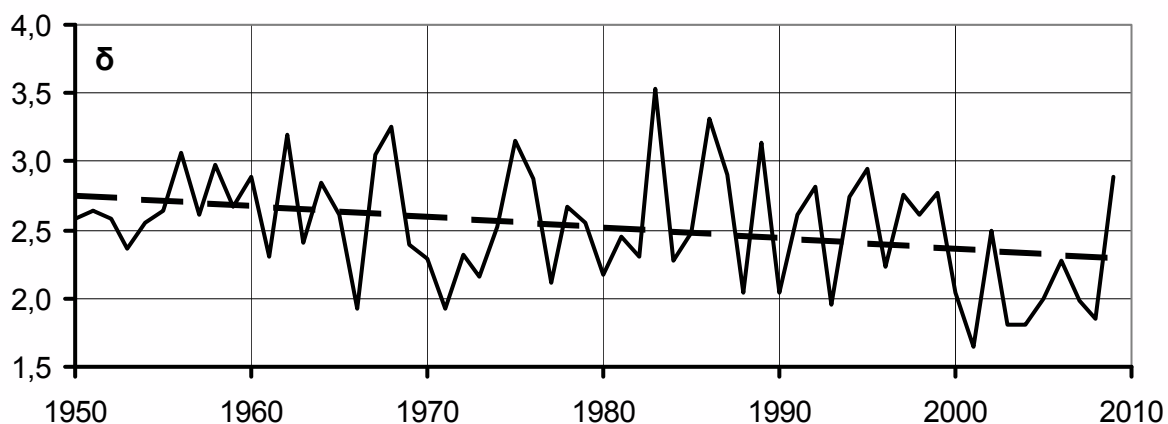


Рис. 2. Многолетний ход параметра  $\delta$  реки Сох (пост Сарыканда)

Нужно теперь сказать о **точности** наших **расчётов**. Как следует из всего сказанного выше, она, к сожалению, невелика. Ошибки связаны с целым рядом причин:

- плохое качество исходных гидрометеорологических данных;
- далекая экстраполяция летней температуры воздуха со станций на среднюю высоту границы питания ледников в бассейнах по среднему значению

вертикального градиента температуры, хотя последний заметно меняется во времени и в пространстве [9];

- большая чувствительность формулы Кренке-Ходакова к ошибкам в расчёте летней температуры воздуха [7], да и «глобальность» это формулы;

- ошибки в расчёте объёмов оледенения с использованием формулы Н. Ерасова [11]. Можно назвать и другие источники ошибок.

В целом же, однако, мы считаем, что хотя бы на качественном уровне влияние сокращения оледенения на сток горных рек показано достаточно убедительно.

### **Заключение**

Наши расчеты показали, что современное изменение горного оледенения не влияет существенно на водные ресурсы рек Средней Азии, а лишь приводит к некоторому изменению внутригодового распределения стока. Конечно, подобные расчёты было бы полезно выполнить еще для ряда речных бассейнов. Однако дальнейшие уточнения, если их удастся сделать на имеющихся грубых и не всегда достоверных исходных данных, скорее всего, не изменят качественную картину и следующие из нее выводы.

### **Литература**

1. Авсюк Г.А. Искусственное усиление таяния льда и снега горных ледников // Тр. ИГАН. 1953. Вып. 56. С. 5-43.
2. Батыров Р.С., Яковлев А.В. Мониторинг ледников некоторых районов Гиссаро-Алая с использованием космических снимков ASTER // Тр. НИГМИ. 2004. Вып. 3(248). С. 14-21.
2. Боровикова Л.Н., Денисов Ю.М., Трофимова Е.Б., Шенцис И.Д. Математическое моделирование процесса стока горных рек. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 152 с.
4. Боровикова Л.Н., Глазырин Г.Е., Коновалов В.Г. Расчёт гидрографа стока из ледниковых бассейнов с помощью линейных моделей // Режим ледников и снежных лавин Казахстана. Алма-Ата: изд. «Наука», 1979. С. 85-95.
5. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии. М.: изд. «Академия», 2008. 319 с.
6. Владимиров Л.А. Питание рек и внутригодовое распределение речного стока на территории Грузии. Тбилиси: изд. «Мецниереба», 1964. 250 с.
7. Глазырин Г.Е. Горные ледниковые системы, их структура и эволюция. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 109 с.
8. Глазырин Г.Е., Яковлев А.В. Оценка ежегодных изменений площади оледенения речных бассейнов // МГИ. 2009. Вып. 107. С. 67-71.

9. Глазырин Г.Е., Группер С.Р., Глазырина М.Г. Изменение климата на разных высотах в Узбекистане // Тр. НИГМИ. 2007. Вып. 8(253). С. 5-14.
10. Голубев Г.Н. Гидрология ледников. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 247 с.
11. Ерасов Н.В. Метод определения объёма горных ледников // МГИ. 1968. Вып. 14. С. 307-308.
12. Карандаева Л.М. Оценка современного оледенения бассейна реки Пскем по данным ASTER TERRA // Тр. НИГМИ. 2004. Вып. 3(248). С. 96-100.
13. Кренке А.Н. Ледниковое питание рек // Гляциологический словарь /под ред. В.М. Котлякова. Л.: Гидрометеиздат, 1984. С. 209.
14. Кренке А.Н., Ходаков В.Г. О связи поверхностного таяния ледников с температурой воздуха // МГИ. 1966. Вып. 12. С. 153-164.
15. Лебедева И.М. Водно-ледовый баланс и формирование ледникового стока (наблюдения, измерения, расчёты) // Оледенение Северной и Центральной Евразии в современную эпоху. М.: изд. «Наука», 2006. С. 309-338.
16. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 302 с.
17. Щеглова О.П. Питание рек Средней Азии. Ташкент: изд. СамГУ, 1960. 244 с.
18. Щетинников А.С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая. Ташкент: изд. САНИГМИ, 1998. 219 с.
19. Glazirin G.E. Hydrometeorological monitoring system in Uzbekistan // Assessment of Snow, Glacier and Water Resources in Asia. Koblenz, 2009. P. 65-83.
20. Glazirin G., Kodama Y. Evaluation of glacierized area of mountainous river basin in transition // Bull. of Glaciol. Res. (Japan). 2003. Vol. 20. P. 1-6.
21. Meier M.F., Bahr D.B. Counting glaciers: Use of scaling method to estimate the number and size distribution of the glaciers of the world. // A tribute to Mark F. Meier. 1966. P. 89-94. (US Army CRREL Special Rep.).

## Реальность и предположения, риски негативного воздействия и возможности к смягчению последствий изменения климата в Центральной Азии

Ш.Ш. Мухамеджанов

Научно-информационный центр МКВК

Во всем мире изменение климата признано глобальной проблемой века, которое в ближайшем будущем может практически изменить привычные для человечества жизненные условия. Каждый регион или даже материк может претерпеть значительные изменения своих природных условий. Проявления негативного влияния от изменения климата для различных регионов могут быть разными, так же как и его масштабы. Независимо от причин изменения климата, вокруг которых ведется много дискуссий, каждый регион должен предпринять все возможные меры для предотвращения негативных последствий изменения климата и адаптации ко всем его негативным проявлениям.

Проблема потепления земной атмосферы была высказана еще в конце 19 века, однако основой для беспокойства в наши дни послужили доклады Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) основанные на непосредственных измерениях и дистанционном зондировании со спутников и других платформ научного анализа [1] «Факт потепления климата не подлежит сомнению, и многие из наблюдаемых с 1950-х годов изменений не имели прецедентов на протяжении от десятков до тысяч лет. Произошло потепление атмосферы и океана, сократились запасы снега и льда, поднялся уровень океана, возросла концентрация парниковых газов». «Каждое из трех последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли, чем любое другое десятилетие, начиная с 1850 г.» «Приблизительно с 1950 г. наблюдаются изменения в экстремальных погодных и климатических явлениях. **Очень вероятно**, что в мировом масштабе количество холодных дней и ночей уменьшилось, а количество теплых дней и ночей возросло. **Вероятно**, что частота волн тепла увеличилась на обширных территориях Европы, Азии и Австралии. **Вероятно**, что число регионов суши, где количество интенсивных осадков увеличилось, преобладает над числом регионов, где оно снизилось. Частота и интенсивность ливневых осадков, **вероятно**, возросла в Северной Америке и Европе. Что касается других континентов, то **достоверность** изменения частоты и интенсивности сильных осадков, в лучшем случае средняя [6].

Экстремальные погодные явления последних лет интенсифицировали дискуссию о грядущем значительном потеплении земного климата, вызываемого экономической деятельностью человека, главным образом вследствие выбросов в атмосферу так называемых парниковых газов

(углекислого газа, метана и др.) [1]. Однако после Киотской Конференции 1997 года данная концепция «приобрела немало противников и сомневающихся» [1].

«Относительно современных тенденций изменения климата для планеты в целом единого мнения нет, так как климатологам приходится учитывать слишком много факторов. Чаще всего говорят о дальнейшем потеплении, но допускаются и отклонения в сторону похолодания. Начало XX в. характеризовалось как раз холодным двадцатилетним периодом (1911-1930 гг.), после которого продолжился рост средних температур» «На сегодняшний день с достаточной степенью достоверности выявлено, что на климат Земли влияют, как внутри климатические изменения, так и различные астрономические явления, которые, накладываясь друг на друга, могут либо усиливать климатические циклы, либо ослаблять их» [5].

Однозначных мнений относительно причин изменения климата Земли пока что нет. Однако очевидно, что любые научные заявления в этом вопросе и особенно для отдельно взятого региона должны исходить в первую очередь опираясь на закономерности атмосферных процессов, на наблюдения по их изменению хотя бы за последние несколько десятков лет. Что мы имеем по данному вопросу по Центрально-Азиатскому региону (ЦАР)?

Известно, что ЦАР входит в климатическую зону, основанную на перемещении атмосферного потока с запада на восток в северном полушарии. Это одно из двух главных направлений атмосферных процессов планеты; второй поток направлен с востока на запад и проходит по экватору земной поверхности, оказывая свое воздействие на западное полушарие [7].

Это очень важный аспект для метеопрогнозов. Исходя из этого положения, можно говорить, что наш регион зависит от северо-западного направления атмосферы и изменения климатических характеристик на северо-западе европейской части континента. Может быть, Гидрометцентры каждой из стран Центральной Азии имеют подробную информацию по атмосферным процессам и ее связи с климатическими условиями нашего региона и имеют зависимости, от которых идет расчет предстоящих метеорологических условий региона на несколько суток. Однако, есть определенные сомнения, что Гидрометцентры каждой из стран имеют постоянную информацию о происходящих процессах, способствующих изменению климата **в очагах климатической системы**, в которую входит наш регион. И насколько местные факторы, в том числе и антропогенные, оказывают свое влияние на формирование тех или иных климатических условий региона.

«Все современные теории свидетельствуют о том, что климатические изменения в отдельных регионах (в том числе и в Центральной Азии) нужно рассматривать в рамках общепланетарных тенденций изменений климата» [5].

К сожалению, на территории Центральной Азии сегодня мы не имеем ясной картины по изменению климата. Хотя нет сомнений, что Гидрометом каждой страны ЦА и особенно Узгидрометом, который ранее являлся региональным центром, проводились и проводятся исследования в этом направлении. Однако, насколько полно охватываются актуальные вопросы изменения климата исследованиями, сказать очень сложно. Информация по этим вопросам, именно научная, очень скудная, и труднодоступна для специалистов и ученых смежных дисциплин.

Причина отсутствия научной информации и несерьезного к ней отношения в средствах массовой информации и на уровне международных организаций и проектов, видимо кроется в том, что этим вопросом по большей части занимаются не специалисты, а люди, далекие от этой области науки. Именно науки – потому что одними поверхностными наблюдениями без научно-обоснованных объяснений рассуждать о проблемах изменения климата нельзя. На международных совещаниях мы больше слышим отдельные отрывки результатов международных исследований по глобальному изменению климата, больше устрашающего характера, чем научного доклада. Большой акцент при этом делается на изменение климата в результате выбросов в атмосферу и потепления воздуха через сто лет на 2-4 градуса. В результате, как отмечают ученые, *«в массовом сознании сознательно формируются неверные представления об объективных процессах, происходящих в мире, а не совсем верные представления превращаются в совсем неверные установки к действиям».* *«Доказательства естественных причин глобальных изменений климата правдоподобны, однако они нередко носят предположительный или декларативный характер, что возможно связано с состоянием науки в данной области на сегодняшний день»* [1].

Можем ли мы сказать, насколько научно-обоснованы заявления об изменении климата в ЦАР, насколько серьезно с научной точки зрения проводятся исследования в этой области? Насколько донорские организации и их представители в Центральной Азии представляют себе, что необходимо делать, на каком уровне, и насколько эти представительства имеют соответствующий научный потенциал?

К сожалению, международные проектные работы по изменению климата различных доноров в регионе больше ориентированы на социально-экономические вопросы, которые мало чем связаны с изменением климата, и уж совсем далеки от научных исследований. Более всего рассматриваются вопросы повышения информированности населения, повышения уровня знаний и обучения. Очень модным во всех проектах и в проектах по изменению климата в том числе является гендерный вопрос. Эти вопросы, несомненно, важны, если в результате их рассмотрения может быть решен главный вопрос – смягчение негативного влияния изменения климата.

Если посмотреть на все эти направления с научной точки зрения, то можно однозначно сказать, для того, чтобы иметь информационную базу, необходимо провести серьезные научные исследования с охватом всех аспектов, касающихся климата и его изменения, а также всех ощутимых в прошлом его негативных или иных воздействий – и не только на экологическую составляющую, что несомненно является преобладающим аспектом, но и по другим аспектам, жизненно важным для человека – таким, как формирование водных ресурсов, иссушение водоемов и таяние ледников, деградация земель и конечно же по аспектам, касающимся экономики.

Вряд ли без наличия научно-обоснованной информации о реальных причинах и размерах изменения климата, и научно-обоснованных разработок методов противостояния негативным изменениям климата на окружающую среду и методов адаптации к этим изменениям можно говорить об информированности, повышении уровня знаний и обучении.

Было бы куда уместнее и эффективнее направить все усилия доноров, местных и международных проектов на изучение существующих условий, на поддержку научных исследований и подготовку научных кадров, на тесное взаимодействие местных ученых и специалистов с международными институтами и специалистами различных стран, особенно тех стран и государств, которые находятся в единой системе атмосферного движения с Центральной Азией.

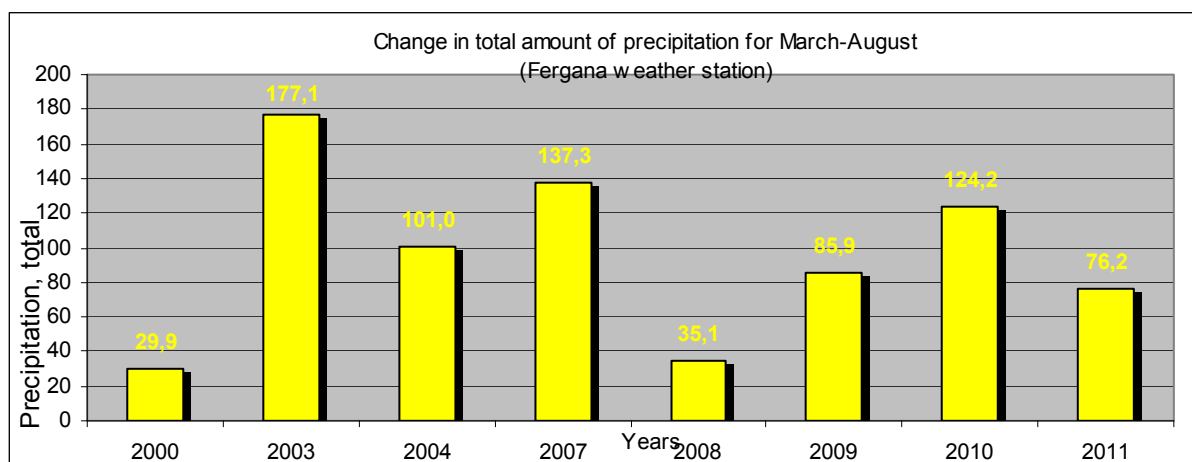
Важно на данном этапе иметь научно обоснованную информацию:

- по существующему состоянию климатических условий в регионе;
- по степени ее изменения, как во временном, так и в пространственном измерении (высокие или низкие температуры, обильные осадки или их отсутствие);
- по характеру проявления негативных последствий на различные сферы (окружающая среда, водные ресурсы, сельское хозяйство);
- по ожидаемым краткосрочным прогнозам изменения климата или его отклонений от среднегодовых значений;
- по тенденции равномерного спада или равномерного повышения температуры или наоборот резких его колебаний как в разрезе года, так и за многолетний период;
- по оценке и прогнозу изменения снежного покрова в горной местности региона;
- по оценке цикличности развития изменения климата или его непредсказуемости;
- по сравнительной оценке регионального изменения климата с глобальным изменением климата.

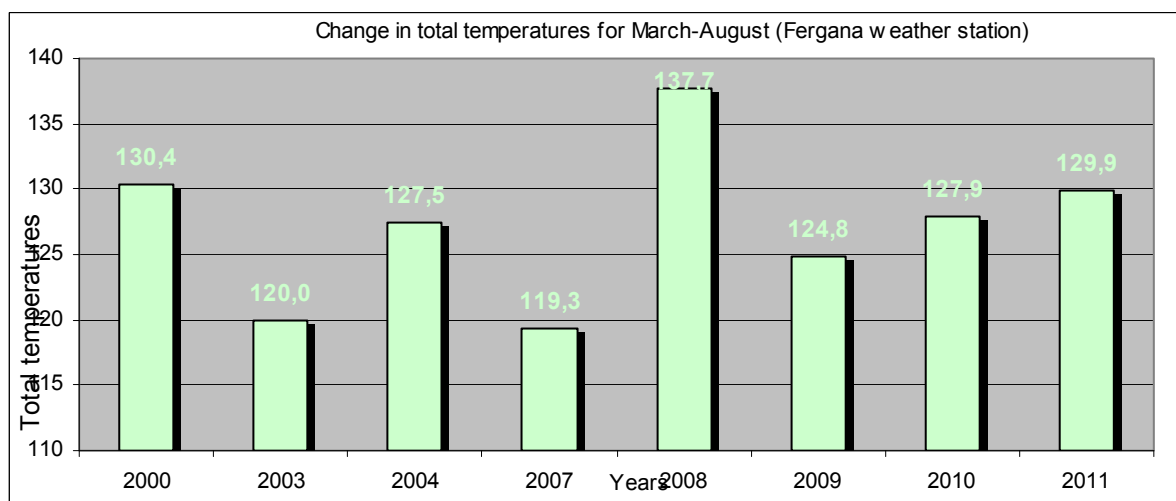
Любые проекты, связанные с изменением климата, должны быть ориентированы в первую очередь на оценку отклонения климатических параметров от среднегодовых и их негативного влияния. К сожалению, на международных совещаниях, посвященных изменению климата, никто такого рода информацию не предоставляет и больше делается акцент на потеплении атмосферы всей планеты. Хотя, как уже было отмечено ранее, есть различные мнения и научно-обоснованные результаты, отличающиеся от данной концепции потепления климата. «Как отмечают ученые, среднегодовые температуры в холодную эпоху начала XX в. по сравнению с периодом 1981-2000 гг. для Центральной Азии были холоднее на 0,5-1,5 °С в зависимости от региона; средние температуры лета были также холоднее на 0-1,5 °С. Зимние температуры 1911-1930 гг. отличались от зимних температур 80-90-х гг. XX столетия значительно больше в сторону похолодания, чем летние (на 1-3 °С)» [5].

Наши анализы такого рода отклонений в регионе за последние 15-20 лет показывают, что к примеру в 2000 году в Центральной Азии климатические условия сложились таким образом, что сумма осадков формирующая речной сток региона была минимальной и сумма температуры воздуха в весенне-летний период была намного выше предыдущих и последующих лет. В то же время, в 2003 году регион испытал на себе сильный стресс от обильных

осадков и низких температур в весенне-летний период [2]. Такого рода резкие колебания в период только с 2000 по 2011 годы регион ощущал дважды.



**Рис. 1. Изменения количества осадков в марте-августе (метеостанция Фергана)**



**Рис. 2. Изменения температуры в марте-августе (метеостанция Фергана)**

Что является причиной таких резких колебаний осадков и температур в регионе, насколько эти отклонения отличаются от среднеголетних и какой режим температур и осадков является характерным для нашего региона? Как связано изменение температуры и осадков в указанные годы с изменением температуры воздуха и осадков в мировой климатической системе или хотя бы в климатической системе, в которую входит наш регион? Все эти вопросы требуют ответа, и пока мы их не имеем.

Учеными Средней Азии в 1960-1970 годы научно обоснованы закономерности происхождения атмосферных явлений, их цикличность и



повторяемость. Исходя из этих закономерностей, задачей ученых сегодня является установить – насколько современные атмосферные явления изменились или имеют тенденцию к изменению.

По данным Бугаева, Джорджио и др., 1957, над Средней Азией наиболее часто наблюдаются следующие синоптические положения:

- 1) холодные вторжения из северных широт (повторяемость их составляет 29% годового числа дней);
- 2) юго-западная периферия антициклона (26%);
- 3) западные вторжения (19%);
- 4) прорывы южных циклонов (16%);
- 5) волновая деятельность (4%);
- 6) термическая депрессия (3%);
- 7) юговосточная периферия антициклона (около 1%);
- 8) широкий вынос теплого воздуха с юга (около 1%);
- 9) малоподвижный циклон в низовьях Сырдарьи (около 1%) [3].

Как видно из данного синоптического положения, происхождение климатических условий Центральной Азии имеет четыре основных направления и 48 % из них составляют северные и западные вторжения и значительное влияние на Центрально-Азиатскую территорию имеет юго-западный антициклон. Как отмечают ученые, «циркуляция атмосферы над Средней Азией в основном характеризуется **западным переносом воздушных масс** в средних и верхних слоях атмосферы примерно от 2-3 до 12 км» [3].

Для проведения любых больших или малых мероприятий, связанных с изменением климата, нужно исходить в первую очередь из степени изменения и их цикличности в многолетнем разрезе, именно по этим основным синоптическим положениям: насколько в многолетнем разрезе изменились их соотношения, произошел ли сдвиг во времени или по частоте проявления северных или южных вторжений, насколько изменились климатические параметры (атмосферное давление, сила и направление ветра, температура воздуха) в каждом из этих направлений?

Только исходя из знания и постоянного отслеживания всех климатических параметров на местности в сопоставлении с атмосферными процессами, можно с достаточной достоверностью говорить о динамике и характере изменения климата в регионе.

Исследователям, так или иначе связанным с климатическими явлениями, несложно было наблюдать, что за последние годы резкие колебания температур в различные периоды отличаются от среднемноголетних. Скажем, характерный для ЦАР термический стресс в последние три года (2012-2014 гг.) наблюдался с удивительной схожей повторяемостью в первой половине августа. В 2015 году термический стресс наблюдался с середины июня до середины июля. Максимальные температуры летнего периода последних лет, все чаще стали превышать 40°C-41°C, по сравнению с годами тридцатилетней давности. Резкий спад температуры в конце марта

(важный показатель для сельскохозяйственной деятельности) практически наблюдается на протяжении всего зримого периода. Однако, понижение температуры в конце марта за все прошлые годы наблюдалось в пределах положительных температур и не опускалось ниже +2°C. В 2015 году в конце марта (с 28 марта по 2 апреля) температура воздуха упала до необычных значений и составила по различным районам региона в пределах -10°...-13°C. Естественно, напрашивается вопрос – откуда такая резкая смена и необычная для этого времени температура воздуха? Это всего лишь поверхностный анализ и больше констатация данных, чем научная оценка. Однако, эти вопросы требуют своего научного объяснения. Существование стрессовых ситуаций в регионе требует их тщательного научно-обоснованного изучения с привлечением и увязкой местных климатических явлений с системой атмосферных процессов региона.

Для научного анализа происходящих процессов и их негативного влияния важно иметь инструменты мониторинга и оценки. Нельзя не согласиться с тем что российские ученые, имея в настоящее время собственные солидные научные результаты и потенциал, отмечают *«что понимание причин и механизмов изменения среднегодовой температуры, а также других важных параметров, характеризующих состояние климата на всем земном шаре, и, особенно, вклада в это изменение результатов хозяйственной деятельности человека, невозможно без развитой системы физико-математического моделирования, в основе которой лежат климатические модели»* [1]. Исходя из этого положения, российские ученые ориентируются на единую – объединенную международную систему моделирования оценки климатических условий. *«В настоящее время широко признается, что объединенные модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) являются наиболее перспективным инструментом исследования процессов, действующих в климатической системе. Если модель позволяет воспроизводить современный климат, различные состояния климатической системы, наблюдавшиеся в далеком прошлом (когда внешние воздействия сильно отличались от современных), а также эволюцию климатической системы (т.е. связанные с внешним воздействием тренды и собственную изменчивость), полученные с помощью этой модели оценки будущих изменений климата в результате реализации того или иного сценария внешнего воздействия заслуживают доверия»* [1].

Для ЦАР тоже важно подключиться к международной модели и иметь ее результаты в общей информационной системе моделирования. Важно подключиться к Модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) и использовать ее информацию и развивать эту модель для региона Центральной Азии. Необходимо подключиться и принять непосредственное участие в программе «Глобальной системы наблюдений за климатом».

Важно совместно с научными исследованиями по установлению причин, характера и прогноза изменения климатических условий создать инструменты управления рисками и адаптации к стрессовым ситуациям в различных сферах.

Чтобы установить изменение климата в регионе и его негативные проявления, недостаточно результатов научных исследований на уровне климатологов, хотя они должны составлять главное ядро и основу научных исследований. К ним должны подключиться ученые и именно ученые с

достаточным опытом работы из смежных дисциплин - гидрологи, гляциологи, почвоведы, гидротехники, экологи, биологи, генетики и конечно же ученые сельскохозяйственных дисциплин.

Сельское хозяйство, являясь одним из важных сфер человеческой жизнедеятельности, в последние годы оказалось сильно подвержено резким стрессовым ситуациям, связанным с климатом. Существует несколько ожидаемых и уже реально существующих рисков в сельском хозяйстве, связанных с климатическими условиями для Центральной Азии:

1. Низкие температуры с минусовыми значениями в начальный период вегетации (март-апрель), приводящие к замерзанию садовых культур и запаздыванию посевных работ по овощным культурам;
2. Обильные осадки с пониженной температурой воздуха в период с апреля по май, приводящие к потере молодых насаждений;
3. Резкое повышение температуры и требование к поливам в условиях нестабильной вододачи;
4. Обильные осадки в разгар вегетации и потребность полей в специальной обработке;
5. Нашествие вредителей и возникновение болезней от низкой температуры воздуха требует разработки предупреждающих мер и мер борьбы с вредителями и болезнями;
6. Недостаток оросительной воды и затяжные межполивные периоды, требуют максимальной мобилизации и применения влагоудерживающих мероприятий и повышения эффективности водопользования;
7. Дефицит оросительной воды в маловодные годы.

Все эти риски имели и имеют место уже сегодня во всех частях ЦАР. Как уже упоминалось выше, 2003 год характеризовался обильными осадками и низкими температурами, отличными от среднесезонных условий региона. Надо сказать, что для региона с дефицитом оросительной воды такой год должен был иметь положительные результаты в сельском хозяйстве. Однако произошло обратное. Низкие температуры и частые осадки в весенний период привели к появлению в то время малоизвестной для производителей пшеницы болезни – желтой ржавчины, которая при многообещающем развитии культуры практически привела к снижению урожайности на 20-30%. По хлопчатнику практически 50 % производителей провели пересев семян хлопчатника из-за отсутствия всходов в апреле в результате низких температур в начальный период после посевной и появления корневой гнили из-за высокой влажности в последующий период в мае. И это было не все: начиная с июня, различного рода болезни и насекомые повредили основную массу посевов хлопчатника и овощных культур. В Ошской области Кыргызстана в результате такого повреждения хлопчатника насекомыми с конца июня многим фермерам пришлось отказаться от дальнейшего его выращивания и пришлось многие поля запахать вместе с растениями. [4]. В 2000 году из-за маловодья и недостатка оросительной воды в нижнем течении реки Амударьи пришлось вывести из оборота до 200 тысяч га земель. 2015 год оказался для региона не менее сложным, чем другие годы: в конце марта сильный мороз практически

уничтожил садовые культуры, привел к потере урожая озимой пшеницы на большей части ЦАР, за исключением южных областей.

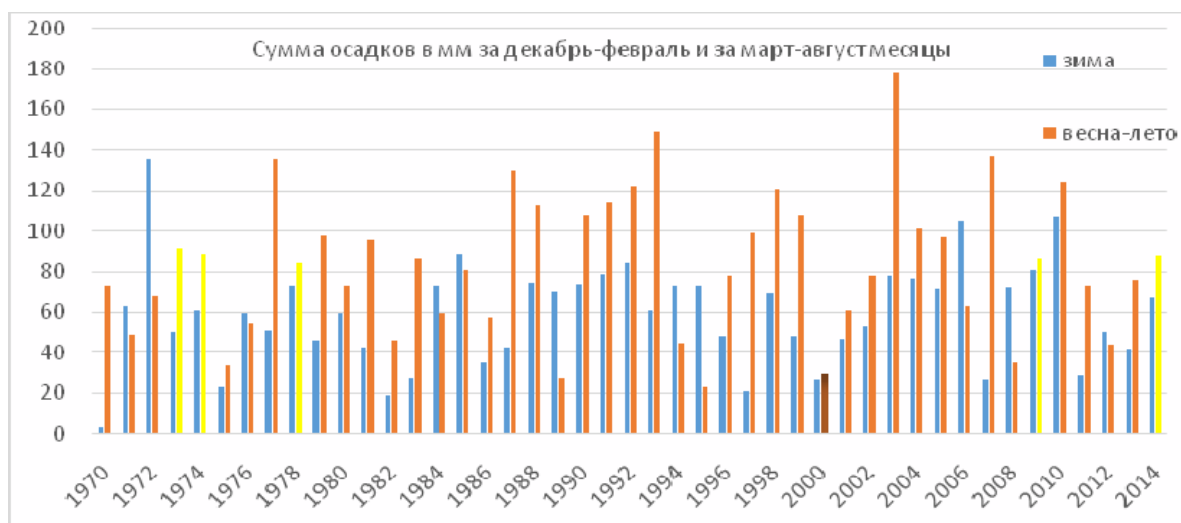
Сильные перепады температур и осадков значительно выводят планируемые агротехнические и оросительные мероприятия от утвержденных нормативных технологических карт выращивания культур и режимов орошения. В настоящее время каждый фермер и службы по поставке оросительной воды стараются противостоять этим отклонениям в силу своих знаний и опыта. Ни в одной из стран региона нет конкретных рекомендаций, позволяющих заранее предпринять меры по адаптации к резким перепадам погодных условий, особенно в течение года.

Для адаптации к изменению климата важно иметь оценку всех климатических параметров, основанную на их постоянном мониторинге. Нет возможности и необходимости предвидеть климатические условия на несколько десятков лет вперед. Совершенно очевидно, что такого рода изменения климата одного региона происходят в результате глобального изменения климата, причины которых могут находиться далеко за пределами рассматриваемого региона. Однако изучение изменения климатических условий на региональном уровне, как за многолетний период, так и внутригодовое распределение осадков и температуры воздуха следует проводить. Именно такое изучение может дать возможность не столько управлять климатическими условиями, что естественно не возможно, сколько приспособлять сельскохозяйственные и оросительные мероприятия к непривычным для данного региона климатическим условиям.

Глобальное Водное Партнерство на территории пяти государств ЦА с 2013 года по настоящее время реализует проект по преодолению негативных последствий климатических изменений в сельском хозяйстве через управление агротехническими операциями и орошением с учетом изменения климатических условий. CGIAR ICARDA с 2013 года по настоящее время осуществляет проект в Ферганской долине по управлению негативными последствиями климатических изменений через создание механизмов и инструментов, основанных на установке малых метеорологических станций и дистанционного зондирования на уровне Ассоциаций водопотребителей. Эти два проекта являются первыми практическими шагами в ЦАР по адаптации сельскохозяйственного и водного сектора к различного рода изменениям климата.

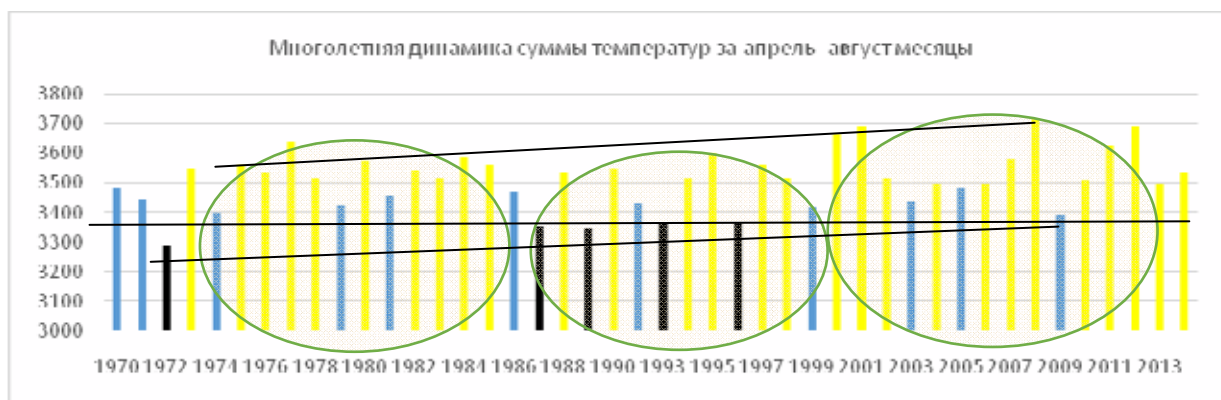
Проведенная в рамках проекта ГВП оценка многолетних климатических данных по Фергане показала, что периодичность повторяемости многолетних лет по разным периодам разная. Анализ внутригодового распределения осадков показал, что сумма годовых осадков не совсем определяет обеспеченность влагой или комфортные условия для выращивания сельскохозяйственных культур. Для сельскохозяйственного производства наиболее подходящими являются годы с достаточным выпадением осадков с ноября по март, с небольшими осадками и с достаточными температурами воздуха и почвенного покрова в посевной период и в период развития растений. К таким годам относятся 1976, 1989, 1994 и 2012 годы. Сложными с точки зрения дефицита воды с начала года до конца вегетации являются 1975, 1982 и 2000 годы. Эти годы отличаются от других острой нехваткой оросительной воды и дефицитом влаги из-за недостаточных осадков.

Превалирование весенне-летних осадков над зимними стало характерным для данного региона. Из рассматриваемого 40-летнего периода только в 10 случаях зимние осадки были больше весенне-летних.



**Рис. 3** Изменение суммы месячных осадков за декабрь-февраль и за март-апрель в Кувинском районе Ферганской области (по данным метеостанции Федченко)

Оценка многолетней динамики суммы температур за период апрель-август показывает, что сумма температур за апрель-август колеблется в пределах 3288-3728 градусов. За период с 1970 по 2014 годы выделяются три периода с 12-летним циклом чередования суммы высоких и низких температур. Высокие температуры (1974-1986 годы) сменились годами, сумма температур которых была значительно ниже, а следующие 12 лет были выше предыдущих.



**Рис. 4.** Многолетняя динамика суммы температур за апрель-август в Кувинском районе Ферганской области (по данным метеостанции Федченко)

Общая за 13 лет сумма температур за апрель-август с 1973 по 1985 годы составила 45845 градуса, с 1986 по 1999 годы эта величина составила 45029, в следующие 13 лет (с 2000 по 2012 годы) общая сумма температур за вегетационный период была выше всех предыдущих 24 лет и составила 46310 градусов.

По приведенным графикам можно сделать вывод, что за последние 30 лет есть тенденция повышения температур, и в то же время есть определенная тенденция увеличения осадков в весенне-летний период. [8].

Исходя из опыта, полученного этими проектами, и изложенным выше в этой статье, можно сказать, что наиболее важными на сегодняшний день и актуальными вопросами являются: создание эффективной системы оперативного реагирования и адаптации сельскохозяйственного производства на негативные вызовы, связанные с изменением климатических условий в Центральной Азии.

Для этого необходимо:

- иметь оценку изменения климата в регионе и степень его негативного воздействия, адаптировать орошаемое и неорошаемое сельскохозяйственное производство ко всем проявлениям климатических изменений;

- разработать и в последующем внедрить в широком масштабе механизмы и инструменты управления с использованием новейшего оборудования, дистанционным зондированием, климат-контролем для оперативного реагирования на любого рода изменения ситуации,

- создать сеть малых агрометеостанций для проведения постоянного климат-контроля,

- увязать все агрометеостанции с системой мониторинга и метеопрогноза национальных гидрометцентров;

- увязать все наземные данные с дистанционным зондированием для последующего дистанционного управления всеми агротехнологическими и оросительными операциями;

- создать систему эффективного использования оросительной воды, основанную на принципах водосбережения, сокращения формирования коллекторно-дренажных вод, максимального использования дренажных вод по месту их формирования;

- использовать систему моделирования сезонного изменения стока в зависимости от климатических условий и увязки ее с моделями орошения;

- создать и внедрить систему ротации засухоустойчивых и морозостойких сельскохозяйственных культур с учетом климатических условий и их резких перепадов;

- создать и внедрить систему оперативного реагирования выявления и борьбы с болезнями и насекомыми при различных погодных условиях года.

### Литература

1. Владимиров В.А., Чураков Ю.И.. Проблема глобального изменения климата как природная опасность / ЦСИ ГЗ МЧС России, ФГУ ВНИИ ГОЧС.
2. Интегрированное управление водными ресурсами как практический подход к адаптации изменению климата в Центральной Азии и в Кавказе, 2014 г., Ш.Ш. Мухамеджанов
3. Балашова Е.Н., Житомирская О.М., Семенова О.А.. Климатическое описание Республик Средней Азии, Гидрометиздат, 1960.
4. Проект «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине», Отчет 2003 г. Отв. исп. Ш.Ш. Мухамеджанов.
5. Борисова Е.А. Эволюция взглядов на изменение климата в Центральной Азии.
6. Доклад Первой рабочей группы Пятого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, IPCC 5AR WG1);
7. Нешиба С. Океанология. - Москва: «Мир», 1991 г.





Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати  
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,  
г. Ташкент, массив Карасу-4, д. 11  
Тел. (998 71) 265 92 95, 266 41 96  
Факс (998 71) 265 27 97  
Эл. почта: [info@icwc-aral.uz](mailto:info@icwc-aral.uz)