

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Адаптация к изменению климата: опыт Центральной Азии

Ташкент 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Влияние изменения климата на бассейн Аральского моря: взгляд из Узбекистана.....	4
Основы адаптации орошаемого земледелия к изменению климата – тренинг и консультативные службы	30
Учет влияния изменений климата при моделировании стока рек бассейна Аральского моря.....	61
Возможность раннего предупреждения климатических условий.....	66

Влияние изменения климата на бассейн Аральского моря: взгляд из Узбекистана

В.И. Соколов

Одной из самых крупных в новейшей истории глобальных экологических катастроф, испытываемой 60-миллионным населением стран Центральной Азии, является трагедия Аральского моря. Эта катастрофа по своим эколого-климатическим, социально-экономическим и гуманитарным последствиям представляет прямую угрозу устойчивому развитию региона, здоровью, генофонду и будущему проживающих в нем людей. Зона кризиса Приаралья непосредственно охватывает территории Туркменистана, Казахстана и Узбекистана, а также опосредованно – Таджикистана и Кыргызстана.

Проблема Арала и ее трагические последствия являются убедительным доказательством взаимовлияния проблем окружающей среды и стратегической безопасности. Гибель Аральского моря не только наносит колоссальный ущерб региону Центральной Азии, но и становится проблемой, имеющей планетарный характер.

1. Эколого-гидрологические проблемы последствий высыхания Арала¹

За свою геологическую жизнь Арал претерпел пять или семь (по данным радиоуглеродных исследований донных отложений) трансгрессий. Различные исследователи сходятся в том, что по крайней мере трижды Арал почти исчезал или опускался до нынешнего уровня.

Современный период обводнения Арала начался в 1 тысячелетии до н.э., когда Амударья, образовав Присарыкамышскую и Акчадарьинскую дельты, впадала в южную часть Аральской впадины, и вместе с Сырдарьей, которая текла тогда через Жандарью и Кувандарью в северную часть впадины. Обе реки стали наполнять Аральскую впадину и образовали современное море.

В период устойчивого существования Арала ширина моря по параллели 45° составляла 284 км, длина с севера на юг составляла 426 км, протяженность береговой линии превышала 4430 км. Площадь водного зеркала Аральского моря до падения его уровня (в 1960-х годах) составляла 69,79 тыс. км²,

¹ Текст подготовлен на основе работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния и анализу социально-экономической и социально-экономической ситуации в зоне Аральского моря с 1994 по 2014 годы [1], а также доклада «Водные ресурсы и изменение климата». Авторы - проф. В.Е. Чуб, Б. Э. Нишонов., Ургенч, 2014

максимальная глубина моря была 69 м, а объем водной массы составлял около 1083 км³.

Еще сравнительно недавно Аральскому морю принадлежала важная роль в развитии экономики Центральной Азии, производстве продовольствия, обеспечении занятости населения и формировании устойчивой социальной инфраструктуры. Ежегодный улов рыбы в водоемах Приаралья достигал 35 тысяч тонн, плодородные земли дельты Амударьи и Сырдарьи, высокопродуктивные пастбища и водоемы обеспечивали занятость миллионов людей в сфере животноводства, птицеводства, рыбоводства и производства сельскохозяйственных культур.

Однако недостаточно обоснованное строительство крупномасштабных гидротехнических сооружений и зарегулирование естественного водотока трансграничных рек Амударьи и Сырдарьи, за счет стока которых Арал в прошлом ежегодно получал около 56 куб. км воды, обернулись одной из самых крупных в новейшей истории планетарных экологических катастроф.

Резкое возрастание безвозвратных изъятий стока (достигающих в последние годы 70-75 км³/год), исчерпание компенсационных возможностей рек Амударьи и Сырдарьи, а так же естественная маловодность двух десятилетий 1960...80 годов (92 % от нормы) привели к нарушению равновесия водного баланса моря.

Аральское море, бывшее уникальным, красивейшим и одним из крупнейших закрытых водоемов мира, практически в течение жизни одного поколения оказалось на грани полного исчезновения, что обернулось беспрецедентным бедствием и непоправимым ущербом для жизнедеятельности проживающего здесь населения, экосистемы и биоразнообразия Приаралья.

Гидрометрические наблюдения показывают, что с 1960 года уровень моря стал устойчиво снижаться. В период с 1960 по 1970 годы снижение уровня моря шло в среднем по 10 см в год, начиная с 1971 до 1985 года в пределах 67 см в год. На отметке 42 произошло разделение моря на два водоема – Большой Арал и Малый Арал, после чего снижение уровня Большого моря несколько снизилось - по 50 см в последующие 20 лет. В этот период Малое море благодаря притоку из Сырдарьи сохраняло размер колебаний между 42,5 и 36 метрами и окончательно стабилизировалось в 2006 году благодаря строительству плотины в проливе Берга на 42,5 – 43 отметке.

В 2006 году произошло также разделение Большого моря на два водоема – глубоководный Западный и мелководный Восточный с отметками медленного опускания Западного моря с 29 отметки до отметки 26 м, а Восточного моря стабилизировавшегося на отметках 28 – 29 м. В результате площадь зеркала Аральского моря в настоящее время уменьшилась в 10 раз, и распределилось между тремя водоемами – Западное море площадью 3,27 тыс. км², Восточное мелкое площадью 0,96 тыс. км², и Малый (Северный) Арал – с площадью 3,4 тыс. км². Соответственно объем Аральского моря уменьшился с 1083 км³ почти в 40 раз в маловодном 2014 году.

Имея значительную водную поверхность, Аральское море служило климаторегулирующим водоемом и смягчало резкие колебания погоды в Центрально-Азиатском регионе. Вторгавшиеся, главным образом, с запада в регион воздушные массы в зимний период прогревались, а в летний период охлаждались над акваторией Аральского моря. Благодаря такому температурному режиму влага, переносимая воздушными потоками, главным образом разгружалась в виде осадков (около 1 % всего объема влагопереноса через Центральную Азию)² над горами Тянь Шаня и Памира в осенне-зимний период, пополняя снегозапасы и объем ледников.

После исчезновения моря лето в Центральной Азии стало короче и жарче (участились сезонные засухи), а осенне-зимний период удлинился и стал холоднее.

На фоне глобального изменения климата исчезновение Арала привело к тому, что с 1980-х годов темпы потепления в регионе бассейна Аральского моря превышают темпы глобального потепления более чем в 2 раза. В качестве наглядного показателя изменения климата можно отметить увеличение числа дней с температурой выше 40°C в 2 раза в Приаралье, а по остальной территории Узбекистана - в среднем в полтора раза.

Вследствие такого изменения температурного режима изменилась и структура воздушного влагопереноса над территорией Центральной Азии. В основной поток влагопереноса с запада на восток стали в определенной мере внедряться потоки с севера, которые несут влагу с Северного Ледовитого океана, а также потоки с юга, которые несут влагу Индийского океана. При этом влага разгружаться стала преимущественно в теплый период года, что привело к сокращению объемов горных ледников Памира и Тянь-Шаня темпами 0,2% - 1% в год. Наблюдаются тенденции сокращения запасов снега в бассейнах горных рек региона, что ведет и к ухудшению условий ведения сельского хозяйства в странах Центральной Азии.

В целом можно однозначно сказать, что в результате изменения климата в регионе уже наблюдаются:

- Увеличение продолжительности сухого жаркого периода
- Увеличение числа дней с сильными осадками и высокая изменчивость осадков
- Сокращение запасов снега в горах и деградация оледенения
- Увеличение повторяемости экстремальных явлений, засух и маловодья
- Увеличение испарения по равнинной и предгорной территории.

На прибрежных территориях Аральского моря атмосферные осадки сократились в несколько раз. Их величина в среднем составляет 100-150 мм со значительной неравномерностью по сезонам. Отмечается высокая испаряемость

² Кузнецова Л.П. Атмосферный влагообмен над территорией СССР. Наука, 1983. 171с.

(до 1700 мм в год) при уменьшении влажности воздуха на 10%. Температура воздуха зимой понизилась, а летом повысилась на 2—3°C. В летний период отмечаются высокие температуры (до +49°C). Часто в районе Аральского моря дуют сильные ветры.

Как повлияют все эти гидрометеорологические отклонения и изменение климата в целом на **водные ресурсы** бассейна Аральского моря?

Перспективная оценка водных ресурсов региона, с учетом потепления климата, показывает, что **ни один** из рассмотренных Узгидрометом климатических сценариев, не предполагает увеличения имеющихся водных ресурсов. Результаты расчетов показывают, что к 2050 году объем речного стока в бассейне реки Амударья сократится на 10-15% и Сырдарья на 2-5%.

Число маловодных лет и число лет с засухой будет расти с потерей стока **до 25-40%** в такие периоды, что вызовет резкий рост спроса на воду и ужесточение водного дефицита в Приаралье.

Оценка изменений осадков и температур воздуха в бассейнах горных рек и расчеты снегозапасов, выполненные с применением гидрологических моделей, показывают, что экстремальное маловодье возникает при дефиците осадков и повышенных температурах воздуха в январе-марте. В этих условиях не происходит достаточного снегонакопления, что приводит к дефициту стока в вегетационный период.

Повышение оросительных норм к 2030 году на 5%, к 2050 на 7-10% и к 2080 году на 12-16%, при неудовлетворенном спросе на воду может вызывать дополнительные потери урожая сельскохозяйственных культур, что при сохраняющемся демографическом росте будет представлять серьезный риск продовольственной безопасности и препятствовать устойчивому развитию.

Аральский кризис стал не только внутренней проблемой региона, но и затрагивает интересы соседних регионов, он вносит свой вклад и в глобальные процессы изменения климата. Указанные выше произошедшие изменения атмосферной циркуляции над территорией бассейна Аральского моря имеют определенное воздействие на атмосферную циркуляцию над всем Евро-Азиатским континентом, да и в целом в Северном полушарии.

Эти процессы практически малоизучены и требуют особого внимания не только региональных ученых и специалистов, но и вовлечение Всемирной метеорологической организации (ВМО, www.wmo.ch), ЮНЕП (www.unep.org) и других авторитетных международных агентств и программ.

2. Вызванные высыханием Арала тяжелейшие последствия для генофонда и здоровья населения Приаралья, условий и качества его жизни, биоразнообразия растительного и животного мира³

Высыхание Арала вызвало к жизни процесс двойного опустынивания. Один обусловлен появлением осушенного дна моря, второй - искусственным заболачиванием орошаемых земель. В результате, в центре пояса великих пустынь Кызылкум и Каракумы образовалась еще одна новая пустыня «Аралкум», опасность которой заключается в том, что она представляет собой сплошной солончак, состоящий из мелкодисперсных морских отложений и остатков минеральных отложений, вымытых с орошаемых полей.

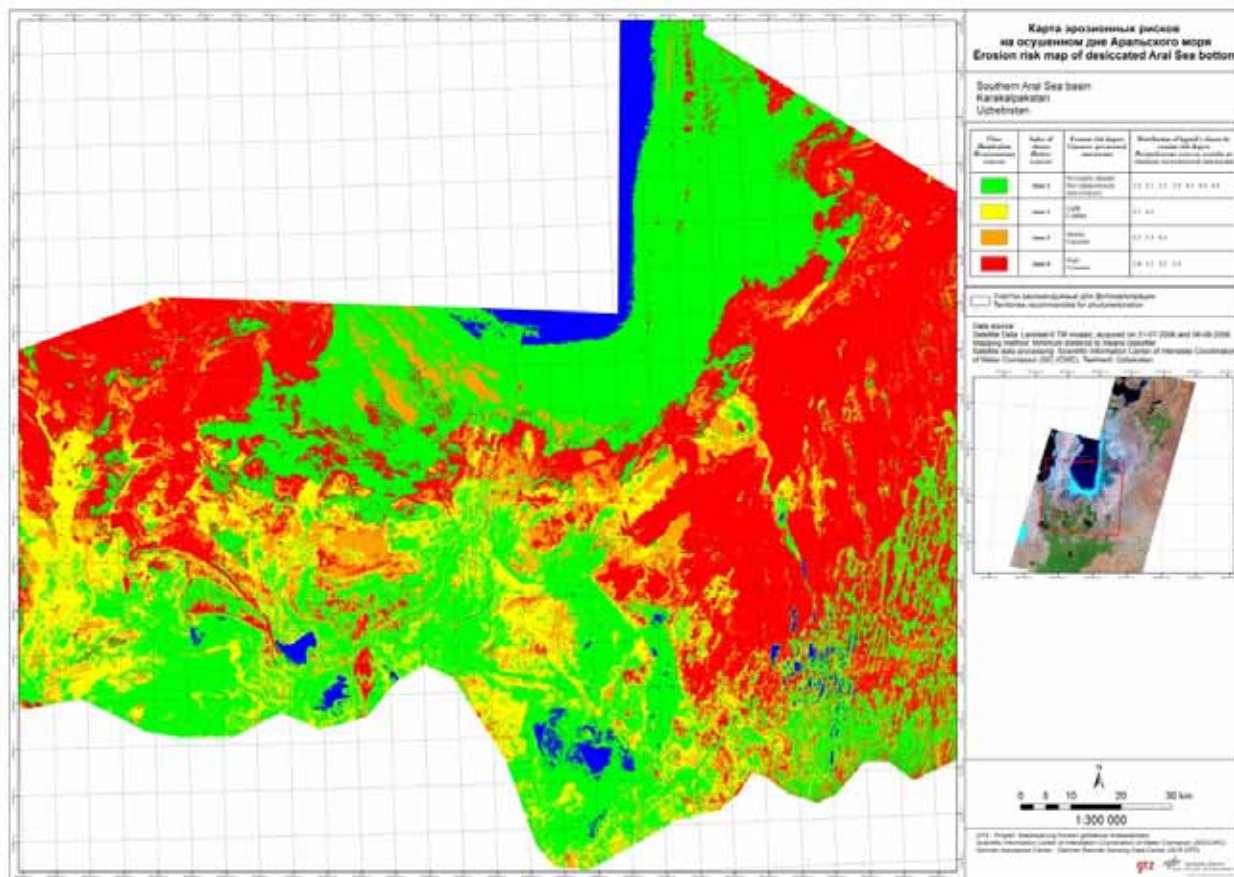
Наступил качественно новый этап воздействия опустынивания на процессы деградации экосистемы Приаралья, локальный и глобальный климат, горные стокообразующие системы и на водно-солевой режим зоны земледелия. Морское дно, бывшее в естественном состоянии своеобразной опреснительной фабрикой, теперь действует как искусственный «антропогенный вулкан», выбрасывая в атмосферу огромные массы солей и тонкодисперсной пыли.

Эффект загрязнения усиливается за счет того, что Аральское море расположено на трассе мощного струйного течения воздуха с запада на восток (о котором было сказано в первом разделе). Это способствует выносу аэрозолей в высокие слои и быстрому их распространению в атмосфере Земли. Поэтому пестициды Аральского региона обнаружены в крови пингвинов Антарктиды, а характерная Аральская пыль оседает на ледниках Гренландии, в лесах Норвегии и полях Белоруссии, удаленных от Центральной Азии на тысячи километров.

Полевые обследования осушенного дна моря показали, что наиболее среди почв здесь широко развиты тенардитовые пухляки, образующиеся при обезвоживании мирабилита. Пухляки занимают около 250 км² площади осушки. Запасы тенардит-мирабилитовых солей составляют 80 млн. т. Пластовый галит мощностью до 0,3–0,5 м слагает дно многочисленных сухих и рапных озер с минерализацией 240–350 г/л. Запасы галита – около 22 млн. т. Тенардитовые пухляки являются основными очагами выноса солей в атмосферу. Наблюдения на полигонах показали, что в год дефлируется 1,5–2 см тенардитовой пушенки. При этом сдутая пушенка восстанавливается и вновь выносится ветром в атмосферу.

В 2006 году создана тематическая «Карта эрозионных рисков» и рассчитаны площади по каждому классу экологической опасности, в скобках указан цвет на карте для всей Узбекской территории Приаралья:

³ Данный раздел подготовлен на основе материалов мониторинга обсохшего дна Аральского моря в рамках двух проектов за период 2004-2011 годы: (1) «Стабилизация и использование осушенного дна Аральского моря»- PN 04.2037.2-001.01. Исполнитель НИЦ МКВК при поддержке GTZ (Германия); (2) «Вода в Центральной Азии» - CAWA. Исполнители НИЦ МКВК и GFZ (Институт Земли, Потсдам, Германия), компонент «Динамика и взаимосвязь между поверхностными, оросительными, грунтовыми водами в дельте Амударьи, Аральском море и Ферганской долине». [2, 3]



1. Нет (практически отсутствует) - **858621,4 га** (Зеленый);
2. Слабая - **311353,0 га** (Желтый);
3. Средняя - **280842,0 га** (Оранжевый);
4. Сильная - **785035,0 га** (Красный).

По отношению к общей площади обсохшего дна Аральского моря (в республиканских границах), территория, где отсутствует экологическая опасность, составляет всего лишь порядка 40 % от общей площади обсохшего дна Аральского моря, площади со слабой и средней экологической опасностью составляют порядка 25 %, а территории с сильной опасностью - 35 %.

Как установлено, на конец 2006 года общая площадь зоны сильного риска экологической опасности составляла 785 тысяч га осушенного дна моря на территории Узбекистана. К 2014 году общая площадь зоны осушки моря увеличилась еще на 500 тысяч га. Бесспорно, защищать любыми методами более 1,2 миллионов гектаров осушенного дна моря непосильно ни стране своими силами, ни с помощью иностранных доноров. С этих позиций необходимо искать пути снижения площадей, подлежащих защите.

Загрязненность воды и большой объем выноса соли и пыли со дна высохшего моря способствовали росту среди населения Приаралья ряда соматических заболеваний, таких как анемия, болезни почек, крови, желудочно-

кишечного тракта, органов дыхания, сердечно-сосудистых, желчнокаменных и других болезней. Особенно сильному негативному воздействию опасной экологической обстановки подвергаются дети. Содержание диоксида в крови беременных женщин и молоке кормящих матерей в Каракалпакстане в 5 раз выше показателей в Европе.

Независимая международная гуманитарная организация «Врачи без границ» (ВБГ) совместно с Германской MSF провела обследование в 2001-2002 годах, и был выявлен факт высокой распространенности туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью в Республике Каракалпакстан (13% новых и 40% повторных случаев), и это побудило ВБГ и Минздрав начать впервые в Узбекистане пилотный **проект ДOTS-Плюс** по лечению лекарственно устойчивых форм туберкулеза в г.Нукус и Чимбайском районе. Первоначально, завершение программы планировалось к концу 2005 года. Однако, проект продолжался в 2003-2009 годы. Анализ ситуации показал, что для искоренения всех форм туберкулеза необходим более комплексный подход. По этой причине в 2010 году была начата программа в Караузьякском и Тахтакупирском районах под названием **«Комплексное лечение туберкулеза для всех»**. Программа поэтапно расширялась и к концу 2013 года охватила Ходжейлийский, Нукусский, Кегейлийский, Шуманайский, Чимбайский, Канликульский районы, г.Тахиаташ и г.Нукус. Итоговое количество больных, зачисленных на лечение с начала программы – 7651, из которых 4000 (52%) больные с лекарственно чувствительными и 3650 (48%) - лекарственно устойчивыми формами туберкулеза.

С начала 2014 года Минздрав Республики Каракалпакстан самостоятельно расширил программу на Муйнакский и Кунградский районы, при минимальной поддержке ВБГ.

По данным Минздрава в Узбекистане по состоянию к 1 января 2014 года состояли на диспансерном учете 108260 пациентов со злокачественными образованиями, из них 9878 пациентов – из зоны Приаралья, что составило 9,1%. Благодаря усилиям проводимых профилактических работ и мероприятий по улучшению качества жизни населения зоны повышенного экологического риска, отмечается некоторое снижение первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями по Хорезмской области: с 66,9 на 100000 населения в 2009 году до 63,2 в 2013 году при среднереспубликанском показателе – 66,1. В отличие от этого, по Каракалпакстану имеет место увеличения этого показателя с 61,4 в 2009 году до 69,9 в 2013 году. Также отмечается варьирование показателя 5-летней выживаемости среди онкологических пациентов в зоне приаралья: В Хорезмской области за период 2009-2013 гг. 5-летняя выживаемость увеличился с 42,9 до 45,5% при среднереспубликанском показателе – 42,8%. В отличие от этого, в Каракалпакстане за этот же период 5-летняя выживаемость снизился с 40,5 до 33,2%, т.е. 10% ниже по сравнению с общереспубликанским показателем. Данное обстоятельство диктует необходимость кардинального улучшения оказываемой онкологической помощи населению в зоне экологического риска, в частности в Республике Каракалпакстан.

Зона Приаралья являлась регионом с уникальным разнообразием животного и растительного мира, численность сайгаков доходила до 1 млн. голов, флористический состав составлял 638 видов высших растений. Однако из-за исчезновения моря и деградации его экосистем, стремительно сокращаются количество произрастающих здесь растений и популяция диких животных. На грани полного исчезновения оказались 12 видов млекопитающих, 26 видов птиц и 11 видов растений.

Ихтиофауна Аральского моря исходно была относительно бедной. Здесь обитало лишь 20 видов рыб относящихся к 7 семействам, из которых к промысловым относилось 10-12 видов; это были в основном крупные коммерчески ценные рыбы, такие как аральский усач, лещ, сазан, жерех, плотва, щука, сом, судак и ряд других. От 80 до 85% уловов состояло из этих видов. В дальнейшем, в результате интродукций в 1950-1960-х гг. количество рыб в Арале возросло до 30 видов.

Несмотря на сравнительно бедную биологическую продуктивность Арала, что связано с олиготрофным характером водоема, до 1960-х гг. это был крупнейший рыбохозяйственный водоем Центральной Азии с ежегодным уловом 15-40 тысяч т. рыбы (в основном карповые, но также и осетровые). Для сравнения: все водоемы Узбекистана (за исключения рыбоводных прудов) производят около 8 тыс. т. рыбы ежегодно. С 1980 года Большой Арал полностью потерял свое рыбохозяйственное значение. Наиболее важным непосредственным фактором, катастрофически изменившим биоту Арала, является минерализация водоема возросшая за неполных 50 лет с 10 ppt до 100 ppt.

В результате утраты транспортного значения моря, упадка рыболовства, животноводства и других видов хозяйствования, сокращения пастбищ и снижения продуктивности земель, десятки тысяч людей потеряли традиционные источники средств существования.

По оценке проектов ИНТАС–РФФИ 1733 и ИНТАС–Арал 2000–1059, выполненных при координации НИЦ МКВК, прямые потери в зоне Южного Приаралья составляют в годовом исчислении:

- в орошаемом земледелии - 6,55 млн. долларов США;
- в рыбоводстве и отлове рыбы - 28,57 млн. долларов США;
- в вылове ондатры - 4,0 млн. долларов США;
- в продукции животноводства - 8,4 млн. долларов США;
- в рекреации и туризме - 11,16 млн. долларов США

Итого в сельском хозяйстве: 58,68 млн. долларов США.

- в рыбной промышленности - 9,0 млн. долларов США;
- в переработке пушнины - 18,0 млн. долларов США;
- в переработке камыша - 12,6 млн. долларов США;

- в потере транспорта - 1,0 млн. долларов США.

Итого потери в промышленности - 40,6 млн. долларов США.

Всего в производстве - 99,28 млн. долларов США.

- косвенные потери - 16,74 млн. долларов США;
- социальные потери - 28,81 млн. долларов США

Таким образом, суммарные прямые и косвенные социально-экономические потери от экологической катастрофы в Южном Приаралье составляют 144,83 млн. долларов США в год.

Ряд завершенных и разрабатываемых ныне проектов позволяют оценить предварительно общую стоимость гидротехнических сооружений, которые могут создать в какой-то степени более или менее устойчивое водоснабжение и обводнение Приаралья. Гидротехнический комплекс постоянных и временно действующих водоемов требует ориентировочно около 890 млн. долларов США, к которым следует добавить стоимость поддержания Западного моря – около 140-160 млн. долларов США. Какую часть природного комплекса удастся при этом восстановить, и какую часть ущерба уменьшить, покажут более детальные расчеты. Но уже сейчас видно, что размеры ежегодного ущерба Южному Приаралью практически соизмеримы с размером необходимых капвложений в их приведенном исчислении.

При оценке социально-экономического и экологического ущерба на уровне 2002 в зоне Северного Приаралья были получены НИЦ МКВК⁴ следующие показатели:

Прямые потери составляют в годовом исчислении:

- в орошаемом земледелии – 13 млн. долларов США;
- в рыбоводстве и отлове рыбы – 2,6 млн. долларов США;
- в вылове ондатры – 0,3 млн. долларов США;
- в продукции животноводства – 8,2 млн. долларов США;
- в рекреации и туризме – 4,3 млн. долларов США

Итого в сельском хозяйстве: 28,4 млн. долларов США.

- в рыбной промышленности – 0,8 млн. долларов США;
- в переработке пушнины – 2,2 млн. долларов США;
- в переработке камыша - 2,6 млн. долларов США;
- в потере транспорта – 0,3 млн. долларов США.

Итого потери в промышленности – 5,9 млн. долларов США.

⁴INTAS Арал 2000-1059Б Экономическая оценка локальных и совместных мер по сокращению социально-экономического ущерба в зоне Приаралья [4]

Всего в производстве – 34,3 млн. долларов США.

Косвенные и социальные потери – 13,66 млн. долларов США.

Таким образом, суммарные прямые и косвенные социально-экономические потери от экологической катастрофы в Северном Приаралье составляют 47,96 млн. долларов США в год.

3. Важность создания необходимых условий для воспроизводства и сохранения генофонда и здоровья населения этого региона, социальных и экономических механизмов и стимулов для повышения качества и уровня его жизни.

К огромному сожалению, на сегодняшний день стало очевидным, что восстановить Аральское море в полной мере уже не представляется возможным.

Важнейшая задача настоящего времени - сократить губительное воздействие Аральского кризиса на окружающую среду и жизнедеятельность проживающих в Приаралье миллионов людей, в том числе путем реализации глубоко продуманных, адресных и обеспеченных надлежащими источниками финансирования проектов.

Основные резервы для этого имеются в следующих направлениях:

(1) сохранение сложившегося на сегодняшний день хрупкого экологического баланса Приаралья, борьба с опустыниванием, совершенствование системы управления, экономного и рационального использования водных ресурсов. Речь идет о:

- формировании и развитии имеющихся водоемов в дельте реки Амударья, разработке согласованных механизмов управления и охраны водных ресурсов бассейна Аральского моря, внедрении интегрированного управления водными ресурсами в бассейнах рек Амударья и Сырдарья;
- реконструкции ирригационно-дренажных систем и внедрение современных водосберегающих технологий орошения;
- реализации мероприятий по осуществлению лесопосадок на осушенном дне Аральского моря и предотвращению опустынивания региона, нацеленных на предотвращение эрозионных процессов, приостановление и закрепление движущихся песков, недопущение подъема вредных частиц соли и песка в воздух.

(2) создание условий для воспроизводства и сохранения генофонда и здоровья населения Приаралья. В первую очередь имеется в виду:

- обеспечение населения чистой питьевой водой, развитие социальной инфраструктуры и повышение качества, профилактических и лечебных услуг, создание условий для занятости и роста доходов населения;
- реализация проектов по охране здоровья матери и ребенка, укреплению материально-технической базы лечебных учреждений на селе, оснащению их современным оборудованием;
- создание необходимых социальных и экономических механизмов и стимулов для повышения качества и уровня жизни населения, развитие базовой инфраструктуры и коммуникаций, собственного бизнеса живущих в Приаралье людей, обеспечение их новыми рабочими местами и источниками доходов;

(3) Сохранение биоразнообразия, восстановление биологических ресурсов, охрана животного и растительного мира, в т.ч. путем создания локальных водоемов, питомников для сохранения (восстановления) генофонда исчезающих видов флоры и фауны, расширения охраняемых природных территорий в зоне Приаралья, внедрения устойчивой системы управления водно-болотными угодьями и сохранения пастбищ.

Исследования НИЦ МКВК с партнерами в период 2006-2011 выявили, что ряд элементов Аральской биоты все еще сохранились в некоторых водоемах Южного Приаралья, таким образом, являющимися рефугиумами (убежищами) аральской биоты. Наиболее важными рефугиумами являются озера Судочье, Сарыкамьши Восточный Каратерень).

Наиболее богатое сообщество водных животных Аральского происхождения обнаружено в озере Судочье. Проведенные исследования выявили в составе фауны озера ряд видов водных животных морского происхождения: морские раковинные инфузории *Folliculina*, мшанки, морской кольчатый червь nereis, морские веслоногие и ракушковые ракообразные, аральский бокоплав, улитки *Caspiohydrobia*, рыба атерина. В озере Сарыкамьш встречаются аральские моллюски *Cerastoderma* и *Theodoxus*, ракообразные *Podonevadnecamptonyx*, *Turkogammarus aralensis*.

Но для того чтобы воспользоваться остатками богатств животного мира Арала необходимо в первую очередь сохранить это богатство. А для этого нужно обеспечить стабильное существование водоемов Приаралья. Причем для остатков аральской фауны губительным может явиться как пересыхание водоемов (практически все озера в Приаралье мелководны), так и их чрезмерное распреснение. Крайне важный вывод из засухи 2000-2001 годов то, что экосистемы большинства озер Приаралья (например, озера Судочье, Сарбыс, Шегекуль, Ходжакуль и др.) крайне нестабильны в условиях недостатка воды, что создает риск исчезновения ряда рефугиумов (Мирабдуллаев и др., 2004).

Нестабильность экосистем связана с мелководностью этих озер (глубина обычно в пределах 1-2 м) и высокой испаряемостью (более чем 1 м в год). В результате засуха вызывает резкое уменьшение размера озер и возрастание минерализации.

Другими факторами риска являются антропогенные изменения гидрологического режима и возрастание загрязнений. Например, отвод значительного количества воды от озера Аязкуль вызвал повышение минерализации и исчезновение из планктона большинства видов аральского комплекса, отмеченного там в начале 1990-х годов (Мирабдуллаев, Гец, 1996). Не менее важно и то, что для аральской биоты представляет опасность не только засухи, но значительное снижение минерализации. Большинство представителей Аральской фауны будучи солоновато-водными гидробионтами, не в состоянии обитать в пресноводных условиях.

Очень важный вопрос состоит в продолжение мониторинга осушенного дна моря и особо дельты реки Амударьи и реки Сырдарьи, также как и организация управления этой сложной человеко-природной системы. На осушенном дне моря в настоящее время происходит за короткий период такие критические изменения природной среды, на которые в другие периоды затрачивались столетия. Природа за счет самозарастания осушенного дна моря, которое теперь принято называть пустыней Аралкум, старается защитить себя.

Требуемый мониторинг должен быть комплексным и междисциплинарным, а основное внимание должно уделяться взаимодействию гидрофизических, гидрохимических, метеорологических и биологических компонентов экосистемы. Ставится также задача усвоения данных мониторинга для экосистемного моделирования и прогнозирования экологических условий в регионе. Полученная в результате таких комплексных исследований информация может не только послужить для решения конкретных социальных, экономических и экологических проблем в Приаралье, но и оказаться полезной в более общем контексте, поскольку Аральское море есть своего рода «модельный объект» для исследования реакции водных экосистем на антропогенные воздействия, имеющие место и во многих других регионах планеты. В этом смысле Аральский кризис несомненно имеет мировое значение. Вместе с этим страны Приаралья (Узбекистан и Казахстан) едва ли могут в настоящее время организовать нужные исследования и мониторинг только собственными силами. Поэтому крайне необходимо участие со стороны международного научного сообщества.

4. Серьезная обеспокоенность проблемой обеспечения продовольственной безопасности, в частности ускоренного производства продуктов питания, обеспечения населения полноценным и сбалансированным питанием

Прокормить 60-миллионное население региона – это огромная проблема и вызов.

Основная причина, обуславливающая растущую с каждым годом напряженность в мире с решением вопросов продовольственной безопасности, - это разрыв между опережающими темпами роста населения Земли и ограниченными возможностями роста объемов производства продовольственной продукции. То есть рост объемов производства продуктов питания не успевает за увеличением численности и потребностей населения.

Этот разрыв усугубляется, прежде всего, в тех регионах, где нет соответствующих условий для ускоренного производства продуктов питания. Речь в первую очередь идет о продолжающейся экологической деградации окружающей среды и непредсказуемых последствиях изменения климата, часто повторяющихся засухах и дефиците водных ресурсов. Все это также относится к региону Приаралья.

После обретения независимости в 1991 году Узбекистан начал поэтапные аграрные реформы в отраслях агропромышленного комплекса. Радикально изменились экономические, финансовые и правовые условия хозяйствования, осуществлен переход от административной планово-распределительной к рыночно ориентированной системе экономики. Сформировалось многоукладное сельское хозяйство.

Начиная с 2004 года, внедрена арендная форма землепользования для всех форм хозяйствования, кроме дехканских хозяйств. Земельные участки предоставляются фермерским хозяйствам на долгосрочную аренду от 30 до 50 лет, при этом минимальный размер фермерских хозяйств хлопководческого и зерноводческого направления составляет 30 га, овощеводческого, садоводческого направления 5 га. Создана юридическая основа для наследования права аренды земельных участков фермерских хозяйств. Внедрен механизм стимулирования освоения дополнительных земель за счет собственных средств фермерских хозяйств.

На сегодняшний день доля фермерских хозяйств в валовой продукции сельского хозяйства составляет 35 процентов. Этот показатель в хлопководстве составляет почти 100,0%, в зерноводстве - 84,0%, а в производстве коконов тутового шелкопряда - 97,0%.

Аграрная реформа привела к существенным позитивным изменениям в сельскохозяйственном производстве – росту объемов производства, повышению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства. Постепенное сокращение посевных площадей хлопчатника и размещение на этих площадях зерновых, овощных, бахчевых культур, картофеля, кормовых культур дало возможность недопущения дефицита и повышения цен на продовольственные товары в условиях мирового финансового кризиса.

В результате осуществленных мер обеспечивается ежегодный рост объема экспорта плодоовощной продукции. Следует отметить, что за последние годы удельный вес сельского хозяйства в ВВП постепенно сокращается. С 2000 по 2014 годы удельный вес сельского хозяйства сократился с 30,1 до 17,5 процента. При этом сокращение доли сельского хозяйства в ВВП произошло на фоне

высоких темпов прироста сельскохозяйственной продукции, который в 2014 году вырос против 2000 года более чем в 2 раза.

Зерноводство. Правительством Узбекистана была определена стратегическая задача по обеспечению населения страны зерном и зернопродуктами за счет собственного производства. В результате чего, в настоящее время зерноводство стало одной из ведущих отраслей сельского хозяйства. В течении 1991-2014 годов орошаемые площади под зерновые увеличились более чем в 5,2 раза, урожайность - в 2,3 раза, валовой сбор - в 8 раз, реализация зерна для государственных нужд - в 20 раз. За сравнительно короткий период в Узбекистане достигнута зерновая независимость и страна превратилась из импортера зерна в его экспортера.

Хлопководство. Хлопководство имеет особое значение в обеспечении устойчивого развития экономики страны. Как видно из таблицы 2, Узбекистан занимает одно из передовых мест по производству и экспорту хлопкового волокна. Хлопковое волокно обеспечивает существенную часть валютных поступлений страны.

Флодоовощеводство и виноградарство. В результате изменения за последние годы климата и увеличения численности населения во всем мире повышается спрос на продукции плодово-овощеводства, картофеля и на других видов продовольствия. В Узбекистане осуществлены широкомасштабные мероприятия по увеличению объемов производства для насыщения внутреннего рынка продуктами продовольствия.

За 1990-2014 годы площади под овощными культурами увеличены более чем на 140%, картофеля почти на 170%. Только за последние 7 лет объем производства плодовоовощной продукции возрос в 2 раза.

Продовольственная безопасность в Узбекистане

В 2013 году Центром экономических исследований (ЦЭИ) при содействии проектов Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) «Содействие модернизации, ускорению реформ и трансформации» подготовлен доклад «Продовольственная безопасность в Узбекистане». В этом докладе приведены следующие показатели, отражающие состояние продуктовой безопасности Узбекистана на уровне 2012 года:

Численность людей, страдающих от недоедания (млн.)	Достаточность средней ценности рациона питания, %	Средний объем производства продовольствия, 1\$ на душу населения	Масштабы недоедания, % от общей численности населения	Величина дефицита продовольствия, ккал/душу населения/день	Масштабы недостаточности продовольствия, %
2,0	115	288	6,1	41	13,5

Источник: FAO ECFS, 2012

Обеспечение продовольственной безопасности представляет собой важную социально-экономическую задачу, решение которой имеет огромное значение для республики, и поэтому оно является наиболее актуальным направлением государственной политики в обеспечении национальной безопасности, сохранения ее государственности и суверенитета, а также необходимым условием национальной стратегии повышения благосостояния населения. Охватывая широкий спектр национальных, экономических, социальных, демографических и экологических факторов, политика в области продовольственной безопасности реализуется посредством разработки, и реализации комплекса мер, направленных на расширение производства собственной продовольственной продукции, создания необходимой социальной, институциональной и производственной инфраструктуры для обеспечения населения продуктами питания.

Наиболее важным направлением являются развитие агропромышленного комплекса на основе внедрения в производство передовых достижений отраслевой науки и новейших технологий, повышения продуктивности земель и урожайности сельскохозяйственных культур.

Основными задачами продовольственной безопасности являются:

- Расширение производства собственной продовольственной продукции, позволяющее создать надежные резервы продовольствия и сырья, обеспечивающие продовольственную безопасность страны за счет внутренних источников, что имеет особое значение в условиях роста на мировых рынках цен на основные продукты питания;
- Достижение и поддержание физической и экономической доступности для всех граждан страны безопасных пищевых продуктов в объемах и ассортименте, которые соответствуют установленным рациональным нормам потребления пищевых продуктов, необходимых для активного и здорового образа жизни;
- Обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов.

Механизмы обеспечения национальной продовольственной безопасности

Механизм обеспечения национальной продовольственной безопасности определяется соответствующими нормативно-правовыми актами, определяющими условия функционирования отраслей национальной экономики и обеспечивающими межотраслевое регулирование экономики. Важен также механизм обеспечения финансовыми ресурсами государственного бюджета, различных фондов по поддержке отраслей и секторов экономики, органов управления на местах, кредитование коммерческих банков, а также обеспечение организаций и предприятий, и других субъектов частного сектора собственными средствами.

Предпринимаемые комплексные мероприятия и механизмы, обеспечивающие продовольственную безопасность, направлены на стабильное поддержание внутренних запасов продовольствия и сырья. В соответствии с государственными прогнозами социально-экономического развития страны эти мероприятия устанавливают основные параметры производства важнейших видов продовольственных товаров, посевные площади и прогнозируемые объемы производства мясомолочной и плодоовощной продукции, а также расширение производств по переработке продукции сельского хозяйства.

Национальная политика в области продовольственной безопасности направлена на решение следующих задач:

- увеличение урожайности и объемов производства сельскохозяйственной продукции: обеспечение зерновой независимости, увеличение производства мясомолочной продукции;
- развитие транспортной и коммуникационной инфраструктуры;
- развитие перерабатывающей отрасли продукции сельского хозяйства;
- совершенствование денежно-кредитной системы агропромышленного комплекса;
- социальная защита населения, выделение субсидий населению;
- совершенствование страховой системы, налоговой системы;
- поддержка и развитие пищевой промышленности и др.

Механизм обеспечения продовольственной безопасности в Республике Узбекистан, в частности, включает:

- расширение объемов производства сельскохозяйственной продукции за счет оптимизации размещения и повышения эффективности сельскохозяйственного производства: овощей, бахчевых, картофеля; производства, молока, яиц;
- повышение эффективности государственной поддержки, уделяя особое внимание созданию условий для финансовой устойчивости и платежеспособности товаропроизводителей;
- развитие научного потенциала агропромышленного комплекса;
- внедрение новых технологий глубокой и комплексной переработки продовольственного сырья, методов хранения и транспортировки сельскохозяйственной продукции;
- развитие деятельности специализированных компаний по авансированию, закупке, транспортировке, хранению и оптовой реализации плодоовощной продукции в целях стабильного обеспечения населения основными видами продовольствия;
- повышение эффективности работы системы санитарного, ветеринарного и

фитосанитарного контроля с учетом международных правил и стандартов;

- наделение вновь создаваемых специализированных компаний необходимыми оборотными средствами и предоставление им в аренду необходимой материально-технической базы;
- увеличение поголовья крупного рогатого скота и птицы за счет развития племенного дела, сети зооветеринарных услуг и ускоренного развития птицеводства;
- улучшение транспортного и коммуникационного обеспечения.

Меры по мелиорации орошаемых земель

В соответствии с указом Президента Республики Узбекистан в 2007 году был создан Фонд мелиорации орошаемых земель при министерстве финансов. Государственная программа, реализованная в 2008-2014 годах с общим бюджетом US\$ 672 миллионов. Для ее реализации были созданы: государственная лизинговая компания «Узмелиомашлизинг» и 49 ГУП – государственных унитарных предприятий. Объем ремонтно-восстановительных работ 2008-2014:

- 88,903 км коллекторно-дренажных систем
- 6,189 скважин вертикального дренажа
- 233 насосных станций
- 7,445 ГТС и трубчатых регуляторов

Закуплено машин и механизмов за счет Фонда в 2008-2014 годы:

Всего	В том числе:		
	экскаваторы	бульдозеры	Другие машины
1,688	655	200	833

Новая программа Фонда мелиорации на период 2015-2017 годов предусматривает новое строительство:

- 5,109 км коллекторно-дренажной сети;
- 35 насосных станций;
- 907 скважин вертикального дренажа.

Кроме того, ремонт и реконструкция:

- 83,589 км коллекторно-дренажной сети;
- 3,639 скважин вертикального дренажа;
- насосных станций.

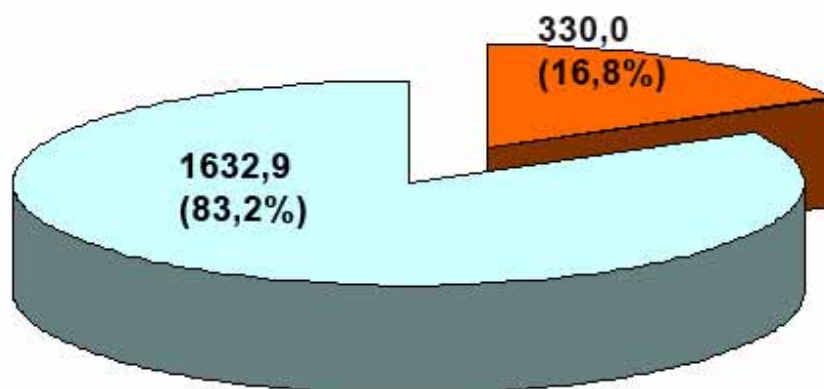
Закупка новой техники и машин – 836 штук, включая: 303 экскаваторов, 109 бульдозеров, 424 прочих механизмов и машин

Также эта программа предусматривает внедрение передовой техники полива:

- Капельное орошение на 25,000 га
- Гибкие шланги 34,000 га
- Борозды под пленкой 45,600 га

Программа комплексного развития и модернизации систем питьевого водоснабжения и санитарии Республики Узбекистан на период до 2020 года включает:

- Диагностика и обследование ресурсов в разрезе каждого источника питьевой воды на предмет обеспечения надежным и качественным водоснабжением;
- Широкий охват сельских населенных пунктов в сфере водоснабжения, в том числе строящихся массивов по типовым проектам;
- Формирование и реализация проектов в сфере санитарии, прежде всего, в городах, где завершена реконструкция водоснабжения;
- Завершение установки приборов учета водопотребления, внедрение автоматизированной системы учета потребителей;
- Дальнейшее совершенствование правовой и институциональной систем управления сектором, оптимизация организационной структуры территориальных предприятий водоснабжения и канализации;
- Разработка проекта Концепции комплексного развития и модернизации систем питьевого водоснабжения и канализации до 2035 года.



■ в сфере водоснабжения - 21 проект с расчетной стоимостью 1632,9 млн. долл.

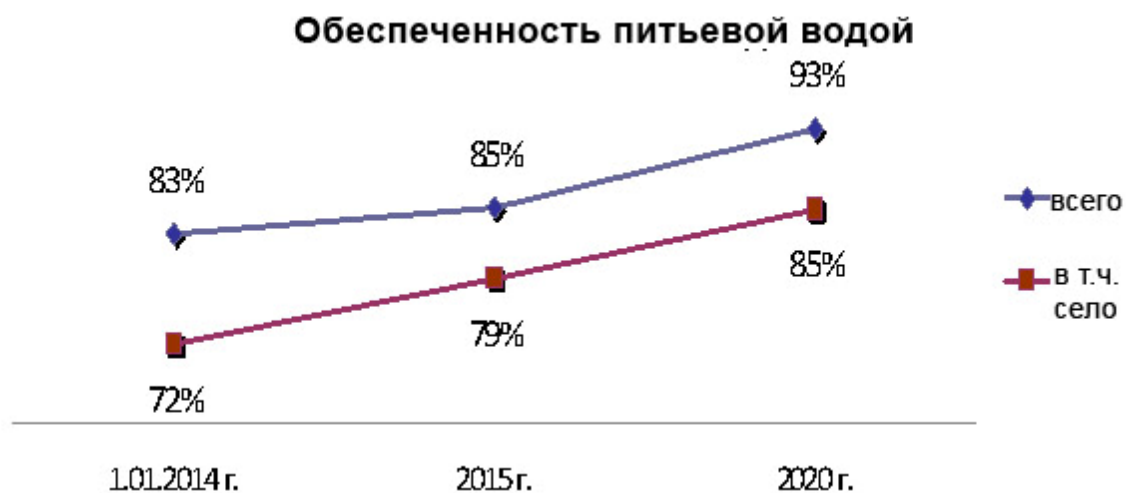
■ в сфере санитарии - 7 проектов с расчетной стоимостью 330,0 млн. долл.

Расчетные параметры финансирования за счет средств МФИ программы комплексного развития и модернизации систем питьевого водоснабжения и санитарии до 2020 года

№	Территории	Кол-во проектов	Расчетная стоимость проекта, млн. долларов США
Всего:		29	1962,9
1	Республика Каракалпакстан	2	130,0
2	Андижанская	1	72,0
3	Джизакская	2	158,0
4	Кашкадарьинская	4	107,1
5	Наманганская	1	73,0
6	Самаркандская	1	31,3
7	Сурхандарьинская	1	25,2
8	Сырдарьинская	1	45,6
9	Ташкентская	6	281,7
10	Хорезмская	5	172,3
11	Обеспечение питьевой водой жилых домов по типовым проектам	1	860*
12	Охранная сигнализация УЭМВ	3	2,1
13	ГУП «Сувсоз»	1	4,6

*С учетом намечаемого кредита за счет ИБР

Ожидаемая эффективность от реализации Программы комплексного развития и модернизации систем питьевого водоснабжения и санитарии до 2020 года

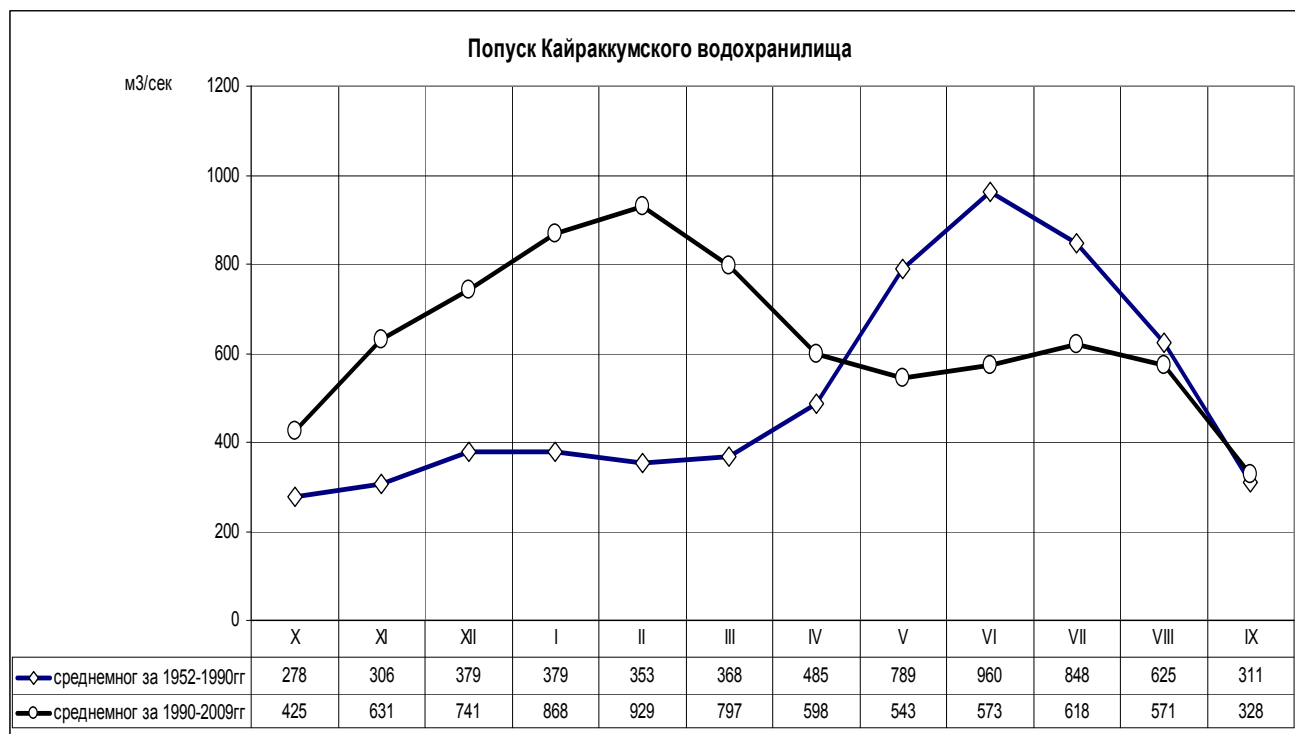


5. Планы стран верховья Амударьи и Сырдарьи (главных трансграничных рек Центральной Азии, за счет стока которых обеспечивается водой бассейн Аральского моря) по строительству новых крупных ГЭС с гигантскими плотинами

Высыхание Аральского моря непосредственно связано с вопросом рационального использования водных ресурсов трансграничных рек региона Центральной Азии. Любое изменение объема и режима стока Амударьи и Сырдарьи грозит безвозвратно нарушить и без того хрупкий экологический баланс в Центральной Азии.

В Соглашении «О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников» (г. Алматы, 1992 г.) четко сказано: «каждая из сторон, участвующих в Соглашении, обязуется не допускать на своей территории действий, затрагивающих интересы других сторон и способных нанести им ущерб, привести к изменению согласованных величин расходов воды и загрязнению источников». Однако режимы Нурекского, Токтогульского и Кайракумского водохранилищ дают серьезные основания для беспокойства (например, см. рис. ниже).

Изменение гидрографа режима Кайракумского водохранилища
(по данным БВО «Сырдарья»)



Узбекистан придерживается принципиальной позиции в этих вопросах таким образом, что вопросы использования водных ресурсов трансграничных рек Центральной Азии должны решаться с учетом интересов всего населения региона, и любые действия на трансграничных реках не должны оказывать негативного воздействия на экологический и водный баланс региона.

Основные угрозы сегодня для гарантированного доступа к воде:

- недостаток эффективной правовой основы регулирования водных отношений на международном и национальном уровне;
- нерациональное и неэффективное использование поверхностных и подземных вод;
- коммерциализация воды и отношение к воде как товару в отдельных странах региона.

Необходимо создать национальные программы водосбережения и увязать их с факторами климатических и иных изменений, а также скоординировать их на региональном или бассейновом уровне.

В силу различия интересов и положения стран региона единственный эффективный способ преодоления противоречий - необходимость руководствоваться принципами международных конвенций, в которых определены принципы согласованного и справедливого использования водных ресурсов трансграничных водотоков. Узбекистан присоединился к международным Конвенциям:

- Конвенция ЕЭК ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 17 марта 1992 г., вступила в силу в 1996 г.);
- Конвенция (ООН) по ненавигационному использованию международных водотоков (Нью-Йорк, 21 мая 1997 г., вступила в силу в 2014 г.).

Присоединение Узбекистана к названным Конвенциям предполагает, в частности, разработку правовых и иных мер по выполнению Конвенций, включая совершенствование водного законодательства. Кроме того, вопросы водных отношений имеются в ряде природоохранных Конвенций природоохранного характера, к которым присоединился Узбекистан, и по которым он имеет соответствующие обязательства, в частности:

- 1) Конвенция «О биологическом разнообразии» (1992 г.);
- 2) Конвенция «О водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местобитаний водоплавающих птиц» (Рамсар, 1971 г.);

- 3) Конвенция «По борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке» (1994 г.);
- 4) Рамочная конвенция об изменении климата (1992 г.)

Общеизвестно о планах стран верховья Амударьи и Сырдарьи (главных трансграничных рек Центральной Азии, за счет стока которых обеспечивается водой бассейн Аральского моря) по строительству новых крупных ГЭС с гигантскими плотинами. (Рогун в верховьях Амударьи и Камбарата в верховьях Сырдарьи).

Эти планы приведут к нарушению естественного стока этих рек. Это чревато кардинальным нарушением и без того хрупкого водно-экологического баланса в регионе и дальнейшим ухудшением экологической обстановки в зоне Аральского моря.

Игнорирование этих серьезных вызовов ставит под угрозу перспективы развития и в целом выживания десятков миллионов жителей Узбекистана, Казахстана и Туркменистана.

Именно поэтому мы не можем согласиться с некоторыми подходами к использованию водных ресурсов нашего региона. Мы считаем контрпродуктивными и опасными любые попытки реализации проектов по возведению в верховьях этих рек масштабных гидросооружений.

Такие опасные, иррациональные проекты пытаются реализовать некоторые наши соседи - проекты Камбаратинской ГЭС в Кыргызстане и Рогунской ГЭС в Таджикистане.

Реализация таких проектов без тщательного анализа всего спектра их последствий может нарушить естественный сток трансграничных рек, создавая угрозу водной, продовольственной и экологической безопасности Центральной Азии, что способно привести к росту напряженности и конфликтного потенциала в регионе. Возведение таких грандиозных гидротехнических сооружений в высокогорной высокосейсмичной зоне с вероятностью землетрясений магнитудой 9 и выше баллов и выше может создать угрозу разрушительной техногенной катастрофы.

В Узбекистане придерживаются принципиальной позиции о необходимости формирования справедливой и рациональной системы водопользования в регионе на основе общепризнанных норм и принципов международного права и с учетом интересов всех стран региона, что еще раз было наглядно продемонстрировано в ходе состоявшегося в г.Алматы в июле 2014г. обсуждения проекта доклада Всемирного банка «Ключевые вопросы для дальнейшего рассмотрения предлагаемого проекта Рогунской ГЭС».

По итогам данного мероприятия Всемирный банк был вынужден заявить о своем принципиальном решении далее не продвигать реализацию проекта

строительства Рогунской ГЭС до выработки согласованных подходов и достижения консенсуса всеми странами региона.

В условиях обострения экологических проблем все больше государств во всем мире отказываются от возведения гигантских плотин в пользу строительства малых и средних ГЭС, не наносящих вреда окружающей среде, безопасности и социально-экономическому благополучию населения.

6. Заключение

Учитывая все большее обострение экологических, социально-экономических и гуманитарных последствий высыхания Аральского моря и деградацию среды обитания человека в Приаралье, без продолжения существенной помощи ООН и мирового сообщества трудно решить проблемы реабилитации этого региона, сохранения здоровья и генофонда населения, восстановления и защиты экосистем, создания всех необходимых условий для достойной жизни людей.

В том числе реализовать такие принципиально важные задачи по стабилизации ситуации в регионе, как:

- создание условий для проживания, воспроизводства и сохранения генофонда в Приаралье;
- совершенствование системы управления и экономного использования водных ресурсов. Поддержание системы естественных водоемов в акватории Аральского моря;
- реализация масштабных мероприятий по осуществлению лесопосадок на осушенном дне Аральского моря и предотвращению опустынивания региона;
- сохранение биоразнообразия, восстановление биологических ресурсов, охрана животного и растительного мира;
- дальнейшее совершенствование институциональной основы и укрепления сотрудничества стран региона в рамках МФСА, а также активизация усилий, направленных на привлечение внимания мирового сообщества к решению проблем, связанных с Аральской катастрофой.

Именно эти ключевые вопросы находятся в центре внимания предложенной нами с высокой трибуны ООН «Программы мер по ликвидации последствий высыхания Арала и предотвращению катастрофы экосистем в Приаралье», которая была распространена в качестве официального документа 68-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН.

Это говорит о том, что мировая общественность рассматривает трагедию Аральского моря в качестве глобальной экологической катастрофы и признает

высокую актуальность срочного реагирования на вызовы экологической и социальной безопасности многомиллионного региона.

Об этом же свидетельствует поддержка ООН и других партнеров по развитию, предоставленная Международному фонду спасения Арала, созданному в 1993г. ООН и пятью государствами Центральной Азии. За прошедший период МФСА реализовал две программы общей стоимостью более 2 млрд. долл. по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря, поддержанные международным донорским сообществом.

К активным международным партнерам Узбекистана, оказавшим содействие в решении острейших проблем, вставших перед государствами и населением Приаралья, относятся Азиатский банк развития, Всемирный банк, агентства ООН, Исламский банк развития, ЮСАИД, Европейский союз, а также Япония, Корея, Китай, Германия, Франция, Швейцария, Кувейт и др.

Начиная с 2013г. Международный фонд спасения Арала при поддержке ООН, Европейского союза, ведущих международных организаций и финансовых институтов реализует третью по счету Программу по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря, включающую свыше 300 проектов, для осуществления которых необходимо мобилизовать более 8,5 млрд. долл.

В то же время мы должны открыто признать, что, несмотря на реализуемые проекты и программы, требуется сделать значительно больше. Страны региона не располагают достаточными собственными средствами и материально-техническими возможностями для преодоления экологических, социально-экономических и гуманитарных последствий Аральской катастрофы, их воздействия на окружающую среду и жизнедеятельность проживающих здесь людей.

В этой связи представляется очевидным, что без существенной помощи Организации Объединенных Наций, других международных организаций и государств - партнеров по развитию решить эту, по сути дела, общепланетарную проблему невозможно.

Широкий спектр тяжелых последствий Аральской трагедии требует формирования новой многоплановой программы содействия, направленной на эффективное преодоление множественных вызовов, стоящих перед населением, экономикой, социальной сферой и окружающей средой Приаралья.

Ключевая роль в разработке и реализации такой комплексной программы содействия региону Приаралья должна принадлежать, прежде всего, международным организациям - ООН, финансовым институтам в лице Всемирного банка, Азиатского банка развития, Исламского банка развития и авторитетным международным экологическим организациям. Это позволит привлечь для осуществления данной, программы не только ресурсы международных организаций и финансовых институтов, но и возможности дружественных стран-партнеров.

Практически все государства-члены МФСА, как и другие страны Центральной Азии, осуществляют национальные программы водосбережения,

восстановления и развития Приаралья. Широко внедряются принципы интегрированного управления водными ресурсами, современные водосберегающие технологии, реализуются меры по диверсификации сельскохозяйственного производства и многое другое.

Особое внимание уделяется качеству и условиям жизни людей, развитию в Приаралье жилищной, социальной и транспортно-коммуникационной инфраструктуры, строительству современных сельских жилых домов, общеобразовательных школ и профессиональных колледжей, врачебных пунктов, строительству и реконструкции автомобильных дорог. Реализуются программы по улучшению мелиоративного состояния земель.

Целенаправленное, многоплановое и системное взаимодействие между государствами, структурами ООН, международными финансовыми и экологическими организациями, которых волнуют судьбы Приаралья и его населения, позволит претворить в жизнь действенные программы и проекты, направленные на решение самых острых проблем в регионе Приаралья.

Литература

1. Аральское море и Приаралье: Обобщение работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния и анализу ситуации. - Ташкент, НИЦ МКВК, 2015 г. - 108 с.
2. Комплексные дистанционные и наземные исследования осушенного дна Аральского моря. / В.А. Духовный, П. Навратил, И. Рузиев, Г. Стулина, Е Рощенко. Под ред. проф В.А. Духовного. - Ташкент, 2008. - 190 с.
3. Проект «Вода в Центральной Азии» - САВА. компонент «Динамика и взаимосвязь между поверхностными, оросительными, грунтовыми водами в дельте Амударьи, Аральском море и Ферганской долине». Отчеты за 2009-2014 гг. // В.А. Духовный, Г. Стулина, Е Рощенко и др.
4. Экономическая оценка локальных и совместных мер по сокращению социально-экономического ущерба в зоне Приаралья (INTAS Арал 2000-1059Б) / В. Духовный, Н. Кипшакбаев, И. Рузиев, Л. Аверина и др. - Вена-Амстердам-Москва-Алматы-Ташкент, 2004, 156 с.

Основы адаптации орошаемого земледелия к изменению климата – тренинг и консультативные службы

**Ш.Ш. Мухамеджанов, А.Ш. Мухомеджанов, Р.Р. Сагдуллаев,
М. Мирзалиев, К. Шарипов**

Введение

Сельскохозяйственная деятельность, имея свои специфические проблемы, в последние годы усложнилась еще и за счет изменившихся погодных условий в разрезе года и чередованию сухих и влажных лет в последние десять лет. 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. Данная программа нацелена на демонстрацию опыта проектов «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине» (ИУВР-Фергана) и «Улучшение продуктивности воды на уровне поля» (WPI-PL) по максимальной адаптации технологических операций к различного рода отклонениям погодных условий и его негативным последствиям, как агрономического характера, так и, тесно взаимосвязанных с ним, оросительным мероприятиям. Основным смыслом данного подхода состоит в качественной и специальной подготовке сельскохозяйственных полей к возможным погодным аномалиям и обеспечению технологическими инструментами, позволяющими контролировать и оперативно реагировать на любого рода изменения ситуации.

Основными рисками и мерами по их выявлению и устранению являются:

- резкое повышение температуры и требование к поливам в условиях нестабильной водоподдачи;
- обильные осадки в разгар вегетации и потребность полей в специальной обработке;
- нашествие вредителей и возникновение болезней от низкой температуры воздуха требует разработки предупреждающих мер и мер борьбы с вредителями и болезнями;

- недостаток оросительной воды и затяжные межполивные периоды, требуют максимальной мобилизации и применения влагоудерживающих мероприятий и использования эффективной технологической схемы полива.

Все эти риски могут быть управляемы и предотвращены при наличии определенной информации и вооружении поля необходимыми инструментами и технологическими подходами.

Полученная за время выполнения проекта информация по агротехническим операциям и поливным мероприятиям а также многолетняя и текущая информация по климатическим показателям дала возможность нам проанализировать ее отработать на ее основе оптимальные варианты техники полива, норм орошения и сроков орошения для повышения продуктивности оросительной воды. На основе этой информации были разработаны рекомендации для широкого использования, адаптированная для климатических условий орошаемого земледелия Ферганской долины по планированию и управлению оросительной водой в системе поле – хозяйство (или АВП).

1. Методика оценки и адаптации к изменению климатических условий

Для адаптации к климатическим изменениям был проведен постоянный мониторинг за климатическими параметрами и показателями роста и развития сельскохозяйственных культур и изменения влажности почвы. Была собрана информация месячных данных по осадкам и температуре воздуха за последние 100 лет (минимум 50 лет). В первую очередь мы должны установить:

- есть ли какие либо отклонения климатических условий от тех какие мы наблюдали и имели в течении всего зримого прошлого в нашем регионе,

- являются ли существующие изменения климатических условий не стандартными отклонениями.

Очень важно определить какой период наиболее важен для анализа и оценки. При рассмотрении роста и развития растений важно установить динамику изменения климатических параметров для периода вегетации и для предшествующего периода. Необходимо установить закономерность изменения климатических показателей в различные годы в зависимости от периода года, установить их периодичность в многолетнем цикле, это важно для прогноза климатических показателей в текущем году.

По данным суммы месячных показателей в разрезе года можно установить динамику и закономерность распределения осадков и температуры.

По оценке многолетних данных осадков и температуры за зимний и весенний периоды можно установить периодичность и закономерность обеспеченности осадками рассматриваемой территории.

По данным суммы осадков за март-август месяцы за определенный период времени (10 или 20 лет) можно установить динамику значений по осадкам и

температуре воздуха в различные года и их резкие отличия между собой. По этим данным можно установить значения климатических параметров наиболее типичные для интересующего региона.

Такая оценка дает возможность выявить сочетания сухих и влажных лет практически в течение всего наблюдаемого периода.

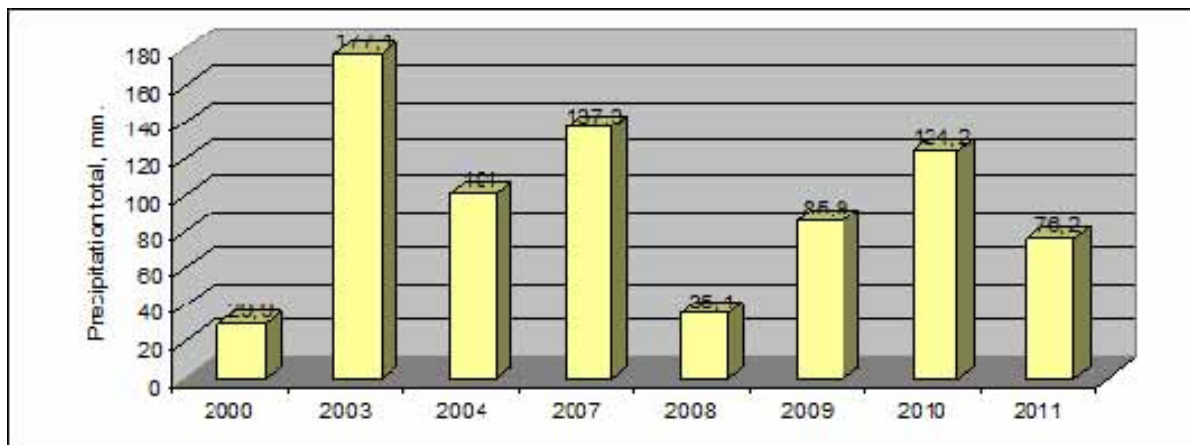


Рис. 1. Суммарные осадки за период с марта по июль месяцы

На основе оценки климатических показателей становится возможным разработать подходы, позволяющие дать оперативный прогноз на предстоящий вегетационный период и на каждый последующий месяц, особенно:

- по осадкам и температурному режиму,
- разработать инструменты, позволяющие эффективно управлять агротехническими и поливными мероприятиями с учетом резких внутригодовых колебаний осадков, испаряемости, температуры воздуха и почвы.

На основе сбора и оценки многолетних климатических данных должен быть проведен анализ повторяемости климатических условий. Из многолетних данных нами проводится выборка лет зимних и весенних осадков аналогичные климатическим условиям текущего года. Ниже показан график по осадкам зимнего и весеннего сезонов за каждые 6 лет начиная с 1978 по 2014 годы. Здесь можно увидеть, что выбранные годы имеют аналогичный текущему году график осадков за зимний и весенний период (рис. 2).

По построенным графикам может быть установлена цикличность повторяемости климатических показателей в многолетнем цикле. И эти годы могут быть взяты за аналог для прогноза предстоящих месяцев. Сравнительная оценка многолетних климатических данных за октябрь, ноябрь, декабрь, январь и февраль месяцы и оценка последующих месяцев в весенний и летний периоды, дает возможность сделать прогноз на весенний период текущего года.

Следует отметить, что могут быть отклонения и прогнозы в отдельных случаях могут не оправдаться, тем ни менее не имея, более точного прогноза мы ориентируем наши усилия и работу с учетом погодных условий аналогичных лет. Информация по осадкам и температуре воздуха за каждые 10 суток и каждый месяц должна анализироваться на постоянной основе для текущего года.

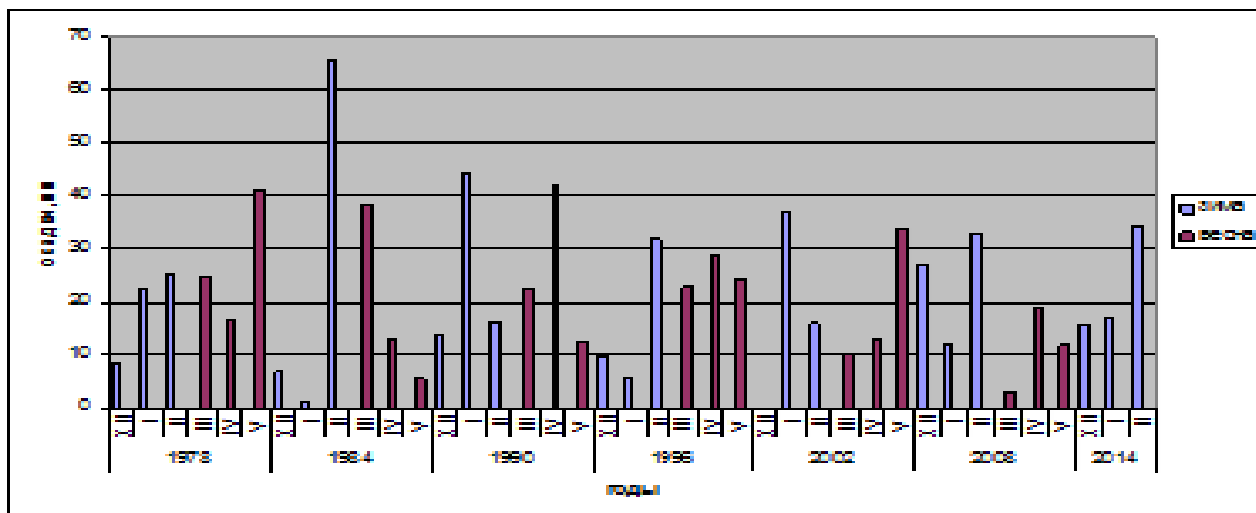


Рис. 2. Осадки зимнего и весеннего сезонов за каждые 6 лет, с 1978 по 2014 годы

1.1 Методика мониторинга роста и развития культур и их оценка в потребности к поливу

Постоянный мониторинг роста развития культур и наблюдения за влажностью почвы и испаряемостью особенно важны при резких колебаниях климатических условий каждого года. Разработанные для средних по водности лет агротехнологические карты выполнения агротехнических работ для различных культур и режимы орошения практически не соответствуют реальным потребностям культур при резких колебаниях климатических условий года и каждого месяца. Поэтому становится необходимым отработать инструменты мониторинга потребности культур к воде и к агротехническим операциям. В рамках данного проекта организованы работы по определению суточной испаряемости, весовой влажности и установления сроков очередного полива по показателям иррометра.

Целью такого рода наблюдений является определение:

- уменьшения влажности почвы между поливами;
- суммы суточной испаряемости;

- сроков наступления дефицита влаги в почве;
- установление зависимости между влажностью почвы и испаряемостью;

1.2 Мониторинг за испаряемостью на демонстрационных полях проекта

Мониторинг за испаряемостью проводится по испаромерам ET-gage установленных на каждом демонстрационном поле один прибор на поле с озимой пшеницей и один прибор на поле с хлопчатником. Прибор позволяет проводить замеры за суммарным испарением и количеством осадков. Прибор устанавливается на высоте 0,5-1,0 метр над землей. Замеры проводятся ежедневно в одно и то же время суток (16 ч. 00 минут). Данные испаромера заносятся в таблицу.

1.3 Мониторинг за влажностью почвы по тензиометру

Для определения сроков полива на каждом демонстрационном поле установлены тензиометры на глубину 30, 60 и 90 см. Наблюдения проводятся ежедневно. Данные замеров заносятся в таблицу.

1.4 Мониторинг за влажностью почвы между поливами весовым способом

Для контроля влажности почвы на каждом поле после каждого полива проводится отбор проб на влажность почвы при помощи бура. Влажность определяется известным в практике весовым способом. Данные по влажности почвы заносятся в таблицу.

1.5 Наблюдения и замер за водоподачей и сбросом оросительной воды

Для оценки эффективности использования оросительной воды и расчета ее продуктивности на каждом поле установлены водомерные устройства – водосливы Чипполети и водосливы САНИИРИ. Замеры по водосливам проводятся с начала полива. Ежедневно после начала полива замеряется уровень по шкале на водосливе и записывается в журнал. Далее по данным замеров проводится расчет расхода воды по каждому водосливу.



1.6 Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений

Для оценки за ростом и развитием растений на демонстрационных полях под озимой пшеницей и хлопчатником организованы по три фенологических площадок на каждом поле.

Для хлопчатника на каждой площадке выделено по 25 кустов, после посева хлопчатника по каждой фенологической площадке проводится наблюдение за ростом и развитием, данные замеров заносятся в специальную таблицу. Замеры проводятся каждые 15 суток.

Для пшеницы на каждой точке выделено по 1 м² площадки с 400-500 штук растений. Замеры проводятся также каждые 15 суток и данные заносятся в таблицу фенологических наблюдений.

1.7 Методика составления зависимости влажности почвы от испарения

Набор данных за вегетационный период по влажности почвы и испарению позволил нам найти зависимость между этими показателями. Мы сочли очень важным привести эти результаты, так как оба параметра являются основными показателями полива и определяют его режим. На рисунках 3-6 приведены графики изменения влажности и испарения между поливами, и зависимость влажности от испарения.

При достижении суммы суточного испарения до определенного значения влажность в почве понижается до уровня, при котором растение испытывает дефицит влаги.

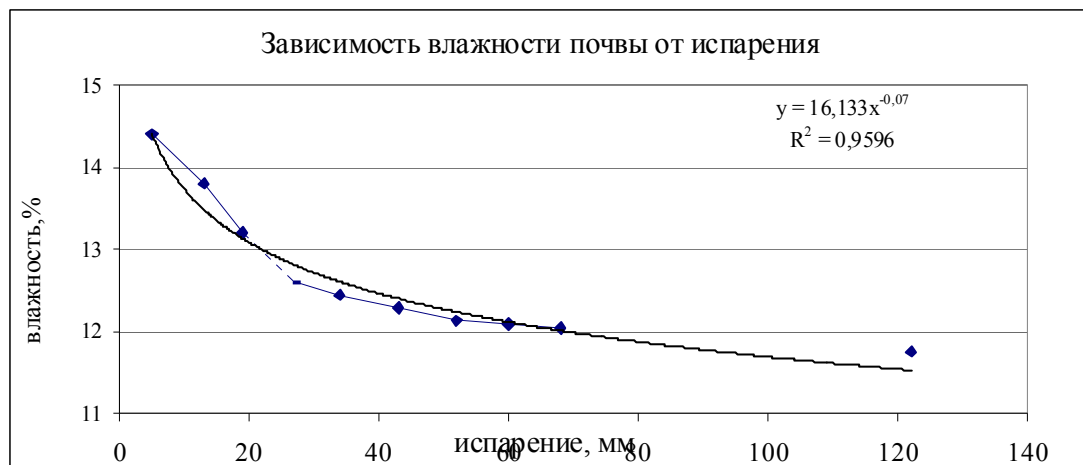


Рис. 3. Зависимость влажности почвы от испарения

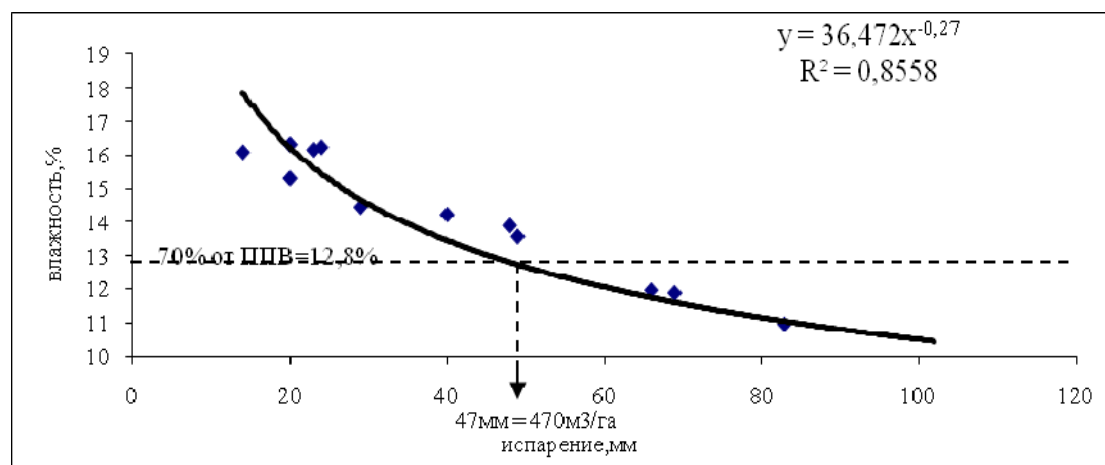


Рис. 4. Установление суммы суточного испарения для определения срока полива

Наблюдения за испарением и влажностью почвы, позволили сравнить зависимости влажности почвы от испарения для лет с различными климатическими особенностями. Оба параметра являются основными показателями полива и определяют его режим. Зависимость между этими показателями дает возможность проследить снижение влажности между поливами и рост суммы суточного испарения. Чем больше сумма суточного испарения между поливами тем меньше влажность почвы. При достижении суммы суточного испарения до значения при котором влажность в почве снижается до 70% ППВ, растение испытывает *дефицит влаги*. Сумма суточного испарения дает возможность определить срок следующего полива.

Анализ изменения испарения и влажности показывает, что уровень дефицита влажности в почве для растений в среднем достигает при сумме суточного испарения в пределах от 50 до 100 мм. В зависимости от почвенно-

мелиоративных условий объем водоподдачи в поле (нетто) при этом составляет 500–1000 м³/га. Следует сказать, что данный показатель является ориентировочным и для его уточнения следует провести детальные исследования, хотя в первом приближении этими значениями вполне можно работать в тех почвенно-климатических условиях для которых они определены.

2. Оценка климатических условий

На основе сбора и оценки многолетних климатических данных нами проведен анализ повторяемости климатических условий. Из многолетних данных нами была проведена выборка лет зимних и весенних осадков аналогичные климатическим условиям текущего года. Ниже показан график по осадкам зимнего и весеннего сезонов за каждые 6 лет начиная с 1978 по 2014 годы. Здесь можно увидеть, что выбранные годы имеют аналогичный график осадков за зимний и весенний период.

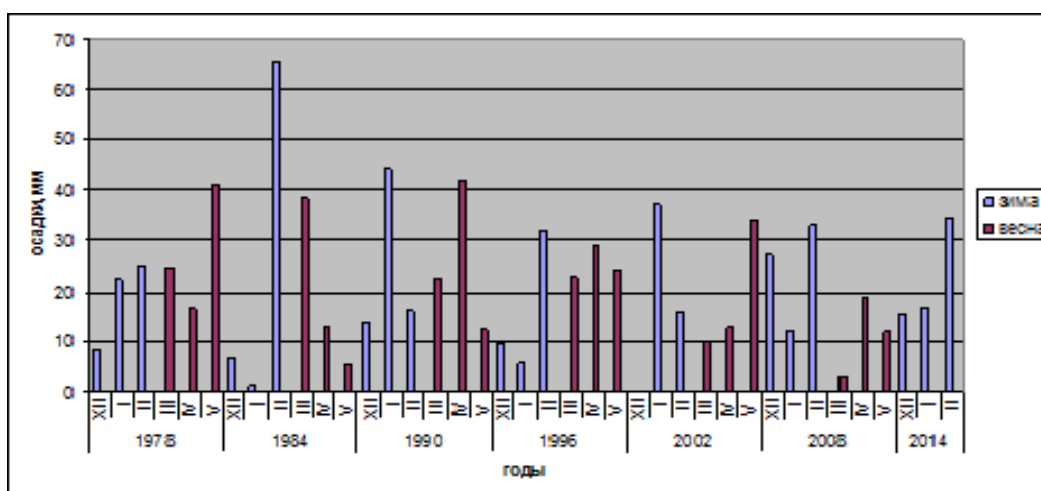


Рис. 5. Осадки зимнего и весеннего сезонов за каждые 6 лет, с 1978 по 2014 годы

Анализ климатических данных по осадкам за период с 1970 по 2014 годы показал, что за сорок лет повторяемость многоводных и маловодных лет не имеет определенной закономерности. По сумме годовых осадков выделяются 11 лет с суммой годовых осадков выше 200 мм.

Периодичность повторяемости многоводных лет по разным периодам разная. Вместе с тем выделяются два года наиболее влажные с высоким выпадением осадков свыше 300 мм – в 1993 и в 2003 годах. Средняя величина обеспеченной по всем годам суммы годовых осадков составляет в пределах 120 мм в год.

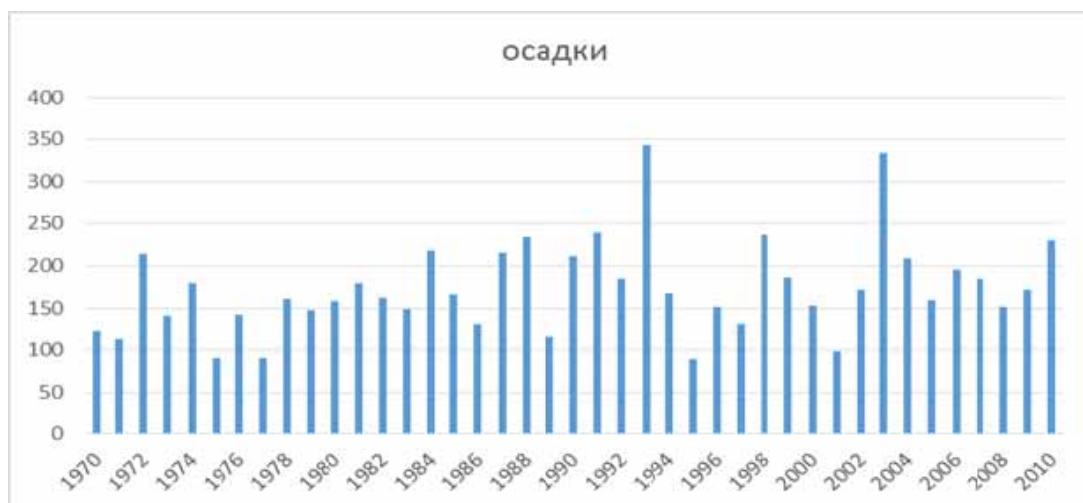


Рис. 6 Сумма годовых значений осадков за многолетний период

Однако анализ внутри годового 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 месяца по март месяцы, с небольшими осадками и с достаточными температурами в посевной период и в период развития растений. К таким годам относятся 1976, 1989, 1994 и 2012 годы. Сложными с точки зрения дефицита воды сначала года до конца вегетации являются годы 1975, 1982, и 2000 годы, эти годы отличают от других острой нехваткой оросительной воды и недостатком влаги из-за недостаточных осадков.

Как видно из графика преобладание весенне-летних осадков над зимними осадками является характерной для данного региона. Из рассматриваемого 40-летнего периода только в 10 случаях зимние осадки больше весенне-летних.

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



Рис. 7. Изменение суммы месячных осадков за декабрь-февраль и за март-апрель

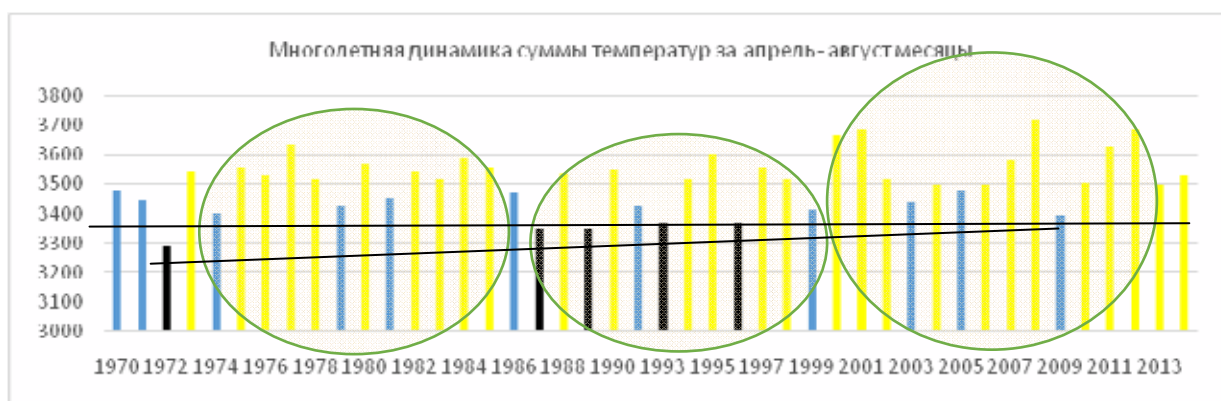


Рис. 8. Многолетняя динамика суммы температур за апрель-август

Общая сумма суммы температур за апрель-август с 1974 по 1986 года составила 45773 градуса, с 1987 по 1999 года эта величина составила 41556 в следующие 12 лет – с 2000 по 2012 годы – общая сумма суммы температур за вегетационный период была выше всех предыдущих 24 лет и составила 46310 градусов.

По приведенному графику 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.

По данным оценки многолетней динамики осадков и температуры воздуха видно, что чаще всего встречаются годы с очень большим количеством осадков в весенний и даже летние периоды. Высокая влажность и низкие температуры в такие периоды вызывают проблемы в сельскохозяйственном производстве. В такие годы в марте и апреле месяцах усложняется посев сельскохозяйственных культур, в мае месяце от больших осадков и низких температур и недостатка солнечной энергии, растения страдают различными болезнями, вплоть до полной их потери. Режим орошения и агро-технологические карты ориенти-

рованные для средних климатических условий практически рушатся и не подходят для текущих условий.

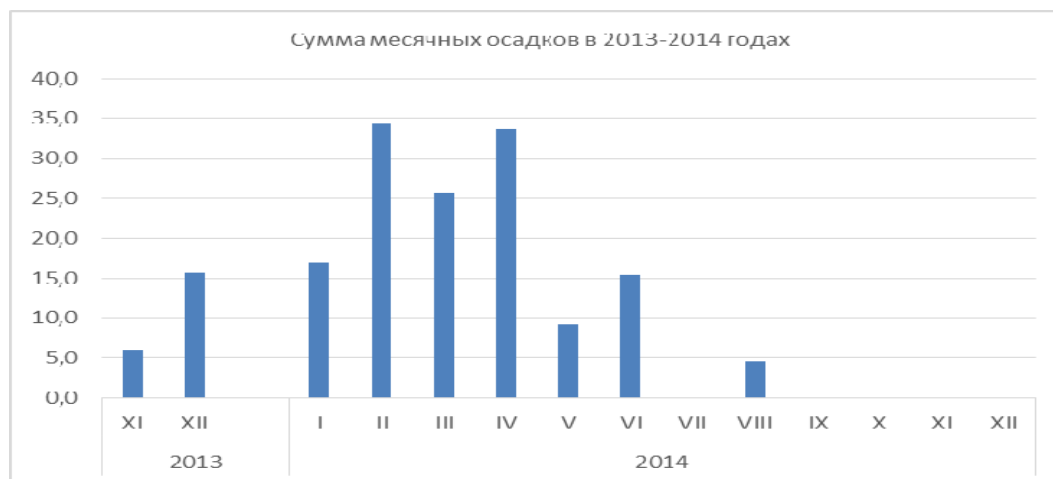
3. Адаптация режима орошения и агротехнических операций для климатических условий 2014 года

2014 год можно отнести к средним по осадкам и температурному режиму годам. Осадки и низкие температуры сопровождали практически весь весенний период. Подобные 2014 году года встречались четырежды за последние 40 лет. Наиболее близкий к текущему году является 1974 год.



Анализ многолетних климатических данных схожих с климатическими условиями 2014 года, дал основание предположить, что весенний сезон этого года будет сопровождаться обильными осадками и низкими температурами. Учитывая полученные результаты, оценки предстоящих климатических условий,

были предприняты меры и подготовлены рекомендации для обильной осадками весны и низких температур в это время. В обычные годы в сельскохозяйственной практике данной территории практикуется посев хлопчатника начиная с марта месяца до 10 апреля. Для ожидаемых в этом году погодных условий такой подход мог привести к торможению всходов и гниению семян хлопчатника.



На демонстрационном поле было принято решение перенести сроки посева хлопчатника с марта на апрель месяц. Фермерам, ближайших фермерских хозяйств со стороны специалистов также было рекомендовано перенести срок посева. В начале марта этого года со стороны специалистов проекта проведен ряд встреч с водопользователями, расположенных в проектной зоне в пределах АВП “Кодиржон Азамжон” у которых земли запланированы для посева хлопчатника. Цель встречи была передача рекомендаций по проведению агротехнических и гидротехнических работ в зависимости от погодных условий.

Как видно из графиков прогнозы оправдались и весна 2014 года пришла обильная осадками даже в июне месяце наблюдались осадки свыше 15 мм, что выше среднемоноголетних значений на 9 мм.

Такие условия не позволили фермерам провести ранние посевы хлопчатника. В результате большая часть посевов была проведена в первой декаде апреля.

За счет частых и обильных осадков в начале текущего года специалистами данного проекта фермерам было рекомендовано обратить особое внимание на предпосевную обработку почв.

Ряд фермеров (“Одилбек Валижон”, “Акмалжон Матмусаев” и “Олтин Хумо”) в результате низких температур и частых осадков в марте месяце провели некачественную предпосевную обработку почвы, для исправления положения им было предложено сделать глубокие борозды и хлопчатник сеять на борозду. Этот способ посева ускоряет развитие растения на 3-4 дня в сравнении с обычным посевом семян на ровное поле, так как на поверхность

борозды доходит ни столько сама вода сколько влага, то есть семена не затапливаются, и это обеспечивает температуру на 6 -7° выше чем на обычном ровном поле. При глубокой разбивке борозд улучшается состояние земли, где изначально была проведена не качественная обработка. На тяжелых по механическому составу землях увеличивается рыхлость, после чего улучшается обмен кислорода в почве и корневая система растений начинает развиваться гораздо быстрее. После вызывного полива почва не уплотняется и это позволяет для последующих глубоких обработок сохранить землю рыхлой.

В результате частых и обильных осадков в марте и апреле месяцах и сопровождавшихся низких температур развитие хлопчатника в этом году отставала на 8-10 дней в сравнении с 2013 годом. Начиная с 3-й декады мая, положение улучшилось в результате повышения температур.

По данным метеорологической станции Федченко в 2013 году суммарное количество температур воздуха в первой половине мая превышала ее значения 2014 года. Однако резкое повышение температуры воздуха во второй половине мая и особенно в третьей декаде мая значительно повысила сумму эффективных температур мая месяца 2014 года (табл. 1). Обычно эффективной температурой для хлопчатника считается температура свыше 10°.

В 2013 году эффективная температура в мае месяце составила 631,9° - 300° = 331,9°. В 2014 году в мае месяце сумма температур воздуха составила 690,8°, и сумма эффективных температур составила 390,8°

Таблица 1

Климатические показатели 2013 и 2014 годов за апрель-июнь месяцы

Декады	Средняя температура воздуха	Максимальная температура воздуха	Минимальная температура воздуха	Температура почвы на глубине 10 см	Влажность воздуха в %	Осадки в мм
2013 год, апрель						
Средняя	16,6	30,6	2,8	17,9	66	19
2014 год, апрель						
Средняя	15,4	30	3,3	16,8	62	33,6
2013 год, май						
Средняя	21,6	35,5	13,5	23,4	59	10,6
2014 год, май						
Средняя	23,2	34,2	8,4	24,8	51	9,2
2013 год, июнь						
Средняя	25,8	38,8	14,7	27,3	49	16,6
2014 год, июнь						
Средняя	25,5	36,5	14,6	28,1	51	15,4

В 2014 году в мае месяце в сравнении с 2013 годом эффективная температура была больше на $+58,9^{\circ}$, только за счет посленних десяти дней мая месяца. Таким образом низкие температуры апреля и начала мая месяца сменились высокими температурами в конце мая. В начале июня 2014 года средний показатель температуры воздуха составил $25,5^{\circ}$, что характеризуется не достаточным температурным режимом для этого периода года. Низкие температуры воздуха в апреле-мае и частично в начале июня оказали свое влияние на поспевание пшеницы, пшеница в большинстве хозяйств сдвинулась на 5-10 дней позже.

Во второй и третьей декаде июня наблюдалось повышение температуры воздуха до $39,2^{\circ}$, температура почвы в слое 10 см поднялась до $30,9^{\circ}$, в сравнении с 2013 годом температура слоя почвы была выше на $3,2^{\circ}$. Влажность воздуха упала до 42%, что характеризуется очень сухой. Резкое повышение температуры воздуха потребовала провести специальные агротехнические мероприятия раньше чем в прошлые года. В 2010 году исходя из погодных условий 1-поливные работы начались 30 июня, а 2009 году 20 июня в 2014 году первый полив был проведен на 10 дней раньше.

4. Фенологические наблюдения на хлопковом поле.

Для контроля оценки развития растений было выбранно 3 фенологических точек и на каждой из них выбранно по 25 ростений для регулярного наблюдения. Начиная с 15-мая каждые 15 дней специалисты своевременно проводили замеры и записывали полученные результаты наблюдений в специальные таблицы (табл. 2).

По результатам последних фенологических наблюдений, было выявленно что в этом году развитие хлопчатника опережает показатели прошлого года на 8-10 дней. Уже к первой декаде июля во многих хлопковых полях шла фаза массовой бутонизации, на каждом кусте были раскрытые цветки и даже образованные коробочки от 2 до 5 штук. Однако высокие температуры воздуха, начиная со второй декады июня, ускорили потребность к воде на всех хлопковых полях. В результате, начиная с 5 по 20 июня был проведен массовый первый полив.

Высокие температуры в свою очередь имеют и негативные последствия. В этом году по сравнению с прошлыми годами болезнь паутиным клещем наблюдалась больше чем в прошлые года. Эти симптомы умножения паутиноного клеща в высокую температуру наблюдались и раньше.

На полях фермерских хозяйств “Акмалжон Матмусаев”, ”Кахрамон Давлат Саховати”, “Одилбек Валижон”, “Михчагар Олтин Диёр”, “Кува Олтин Хумо”, “Фозилов Ахмадали Муродил” а так же и в других хозяйствах, расположенных по соседству, с 20 июня из за массовых заражений паутиным клещем, повсеместно организован контроль и обработка химпрепаратами.

Специалистами проекта был подготовлен месячный бюллетень за июнь месяц на тему “Борьба с вредителями хлопчатника” и роздан в 200 экземплярах.

Таблица 2

Усредненные показатели фенологических замеров

Даты замеров	точка №1					точка №2					точка №3				
	Высота стебля (см)	Ко-во симподий (шт)	Ко-во бутон нов (шт)	Ко-во цвет ков (шт)	Ко-во коробо чек (шт)	Высота стебля (см)	Ко-во симподий (шт)	Ко-во бутон нов (шт)	Ко-во цвет ков (шт)	Ко-во коробо чек (шт)	Высота стебля (см)	Ко-во симподий (шт)	Ко-во бутон нов (шт)	Ко-во цвет ков (шт)	Ко-во коробо чек (шт)
15.05.14	8,12	0	0	0	0	6,08	0	0	0	0	8,44	0	0	0	0
01.06.14	17,3	0	0,6	0	0	14,1	0	0,16	0	0	17,5	0	0,32	0	0
15.06.14	41,6	5,56	7,44	0,04	0	39,2	5,52	5,4	0,04	0	41,4	5,6	8	0,2	0
01.07.14	61,2	9,24	10,5	1,28	1,44	58,8	8,88	13,2	1,36	1,12	58,8	9,36	12,9	1,56	1,92

5. Тренинги и повышение знаний фермеров

В текущем году в АВП «Кодиржон Аъзамжон» был проведен ряд семинаров с фермерами, по:

- адаптации агротехнологий к различным проявлениям климата,
- по нормированному проведению поливов,
- по определению сроков полива, по ведению водоучета на уровне фермерских хозяйств,
- по суточному распределению воды на уровне фермерских хозяйств.
- по технологической схеме полива культур
- по режиму орошения и гидромодульному районированию, понятие и принципы плана водопользования.
- по мерам борьбы с вредителями и с сорными растениями в разных климатических условиях года».

В ходе проектных работ, налажен непосредственный контакт с фермерскими хозяйствами расположенных в округе демонстрационных участков. Со стороны исполнителей проекта проведен мониторинг полей, и проанализированы условия ведения сельскохозяйственного производства фермерских хозяйств направленные на эффективное использование ресурсов. Исходя из календаря агротехнических работ, с учётом проводимых мероприятий и климатических условий, фермерам выданы рекомендации и бюллетени, направленные на повышение продуктивности воды и урожайность сельхоз культур.

На проведенных семинарах с фермерами и по результатам мониторинга исполнителями проекта было установлено, что большие потери оросительной воды и не эффективное его использование происходит в результате отсутствия у фермеров знаний и информации по подаче фактически потребного объема воды на орошаемое поле.

При планировании поливных мероприятий фермеры практически не учитывают текущие климатические условия.

Отсутствие у фермеров практики самостоятельного ведения сельскохозяйственного производства и особенно агротехнических работ, отсутствие агротехнологических карт с учетом различных погодных условий приводит к большим потерям не только урожая выращиваемых культур, но и используемых ими ресурсов.

6. Рекомендации по адаптации оросительных и агротехнических мероприятий к различным климатическим условиям

6.1 Определение водоподачи на границе фермерских хозяйств

Для эффективного использования оросительной воды, своевременного получения необходимого расхода воды на уровне всех фермерских хозяйств АВП Кодиржон Агзамжон организована система водоучета на границе каждого фермерского хозяйства. Для постоянного учета забираемого расхода воды и определения ее нормы и самого расхода со стороны исполнителей проекта была разработана таблица (табл. 3). В ней дана информация по подаче воды в м³/га для различных расходов воды протекающие через водосливы фермерских хозяйств на различную продолжительность времени подачи. Эта таблица удобна для фермеров и специалистов АВП тем, что она не требует проводить специальные расчеты по определению водоподачи. Фермеру достаточно знать – сколько воды протекает через его водослив и сколько времени он должен поливать.

6.2. Определение сроков и нормы полива по суточному испарению

Определенная в полевых условиях зависимость влажности почвы от испарения позволила нам разработать наиболее доступный для фермера метод определения сроков и норм полива по суточному испарению. Логический смысл данного подхода сводится к следующему, в случаях глубокого залегания уровня грунтовых вод, подача в поле производится с нормой оросительной воды только для увлажнения рабочего слоя почвы с учетом корневой зоны и не более. При этом насыщенный слой почвы в основном срабатывается на эвапотранспирацию. Имея ежедневную информацию по суммарному испарению, зная количество поданной воды, можно рассчитать, в какое время и сколько осталось в почве воды.

В первую очередь фермеру необходимо:

-получить информацию по испарению, и следить за его ежедневным изменением с момента влагозарядки или вызывного полива (*как правило, посев пропашных культур сопровождается либо влагозарядковым, либо вызывным поливом*);

- иметь информацию по объему поданной на поле воды (*фермерское хозяйство должно быть оборудовано средствами водоучета*);

В таблице 4 приведен пример расчета определения срока и нормы полива с использованием информации о суточном испарении и количестве поданной воды. По данным таблицы с 25 по 27 апреля проведен вызывной полив с нормой 850 м³/га, то есть почва получила 85 мм влаги. С 28 апреля проводится отслеживание суточного испарения. При этом мы можем наблюдать и вести учет, на сколько уменьшилось содержание влаги в почве. Так, 28 апреля суточное испарение было 2 мм. От первоначально поданного объема воды на 28 апреля содержание влаги в почве осталось 85 мм - 2 мм = 83 мм. За пять суток – с 28 апреля по 1 мая – суммарное испарение составило 13 мм, содержание влаги уменьшилось на эту величину и на 1 мая составило 72 мм. Как видно из таблицы, в целом сработка поданного объема воды при сложившихся в эти месяцы значениях суточного испарения произошла за 24 сутки. Время очередного полива приходится на 20 мая с нормой сработанного объема воды 82 мм или 820 м³/га.

Следует отметить, что нет необходимости ежесуточного отслеживания испарения. Зная приближенный ход среднесуточного его значения, достаточно оценить суммарное испарение за пять или 10 суток.

Используя таблицу 4 для расчета каждого полива, основные показатели вносятся в таблицу 5. Данная таблица может служить для прогноза сроков и норм полива, если заранее задаваться среднесуточным испарением (см. вторую строку в табл. 5). Среднесуточное испарение может быть получено на основе фактически наблюдаемых значений за прошлые годы.

Определение сроков и норм полива по суточному испарению

Месяцы	Апрель							Май																					
	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Суточное испарение, мм	вызывной полив		2	2	2	4	3	4	2	2	3	3	3	4	4	3	2	2	3	4	4	4	3	6	7	1-полив			
поливная норма, м3/га	850																						820						
содержание влаги в почве, (поливная норма деленная на 10), мм	85																						82						
Суммарное испарение за пять суток с нарастающим итогом, мм			13																										
содержание влаги в почве с убывающим итогом, мм			83	81	79	75	72	27																					
								68	66	64	61	58	43																
													55	51	47	44	42	60											
																		40	37	33	29	25	63	69	76	82	91		
																							22	16	9	3	-6		
Межполивной период			24 суток																										

Таблица 5

Определение потребности растений в воде

между вызывным и первым поливом	между 1 и 2 поливами	между 2 и 3 поливами	между 3 и 4 поливами	между 4 и 5 поливами	между 5 и 6 поливами	между 6 и 7 поливами	между 7 и 8 поливами	между 8 и 9 поливами
<i>межполивной период, сутки</i>								
28	17	9	10	6	7	7	7	8
<i>среднесуточное испарение, мм</i>								
2,5	3,25	6	6,7	8,4	8	7,5	7,5	7,5
<i>суммарное испарение, мм</i>								
70	55,25	57,3	66,7	50,3	58,3	52,5	52,5	60
<i>потеря влаги в почве (суммарное испарение * 10), м3/га</i>								
700	552,5	573	667	503	583	525	525	600

Получив потребный объем водоподачи в поле по табл. 5 и 6, далее проводится подсчет водозабора необходимый на границе хозяйства (табл. 7). Потеря влаги в почве – это то количество воды, которое необходимо подать в почву, другими словами это норма нетто.

Таблица 6

Назначение объема водоподачи

Между вызывным и первым поливом	между 1 и 2 поливами	между 2 и 3 поливами	между 3 и 4 поливами	между 4 и 5 поливами	между 5 и 6 поливами	между 6 и 7 поливами	между 7 и 8 поливами	между 8 и 9 поливами
<i>потеря влаги в почве (суммарное испарение * 10), м3/га</i>								
700	552,5	573	667	503	583	525	525	600
<i>необходимый объем воды для восполнения влаги в почве (брутто - 0,8), м3/га</i>								
875	691	716	833	628	729	656	656	750
<i>продолжительность полива, час</i>								
36	36	36	36	36	36	36	36	36
<i>потребный расход воды в голове поля, л/сек</i>								
34	27	28	32	24	28	25	25	29

Для получения нормы брутто необходимо норму нетто поделить на коэффициент поля, в данном случае он принят за 0,8. Получив необходимый объем водоподачи, эту величину умножают на продолжительность полива и через переводной коэффициент получаем величину водозабора на границе поля в л/сек.

Описанный метод является первой попыткой разработки доступного метода для фермера, не имеющего специального образования. Данный метод для удобства пользования может быть доведен до табличной формы с набором всех возможных вариантов испарения и получения конечного результата нормы и срока полива.

Таблица 7

Определение сроков полива по фазам развития растений

Название полива	Поливы										
	Влагоза рядка	Вызывной полив	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Сроки полива: начало полива конец полива	15.04.	25.04.	25.05.	14.06.	25.06.	7.07.	15.07.	24.07.	3.08.	13.08.	23.08.
	18.04.	27.04.	28.05.	16.06.	27.06.	9.07.	17.07.	27.07.	6.08.	16.08.	26.08.
Межполивной период	28 суток		9 суток		6 суток		7 суток		8 суток		
	17 суток			10 суток		7 суток		7 суток			
Фазы развития растений	до посева	на второй, третий день после посева	Массовая бутонизация	начало цветения	массовое цветение		появление первых коробочек	развитие коробочек		созревание коробочек ниже конуса	

6.3 Оросительные мероприятия в засушливые маловодные годы

Для маловодных лет из-за недостатка воды характерна нестабильная водоподача со стороны подающих воду служб, в связи с этим чтобы максимально полезно использовать поданную воду целесообразно разработать эффективные технологические схемы полива с максимально-возможными укороченными бороздами, (постоянная нестабильная подача воды в маловодье не дает возможности обеспечить поливом длинные борозды за один прием). В таких условиях важно разработать рекомендации, по возможности использованию методов локального или очагового орошения на поле.

Главный упор нужно сделать на точное определение очередных поливов. Также очень важно использовать весенние осадки, подготовки земель в вегетационный период. А именно использовать метод посадки хлопчатника на гребень борозды с предварительной влагозарядкой, в марте месяце на тех полях, где это возможно, кроме галечниковых и песчаных земель.

Использовать возможность удерживание влаги при посадке хлопчатника, по зерноколосовым культурам максимально использовать осадки.

Основные направления действий на уровне поля при маловодье:

1. Проведение влагозарядковых поливов и посадка семян хлопчатника на гребень борозды;
2. Обеспечение всходов на естественную влагу;
3. Продление межполивного периода агротехническими мероприятиями (увеличение количества культиваций в межполивной период);
4. Сокращение продолжительности полива с использованием оптимальной для каждого условия технологической схемы полива;
5. Контроль сброса с поля и инфильтрации с использованием технологической схемы полива;
6. Управление, корневой системой, используя его удлинение задержкой первого полива после посева;
7. Использование высокого стояния грунтовых вод для сокращения подачи воды;
8. Применение местных удобрений (гумус) для увеличения влагоудержания в почве;
9. Применение после каждого полива прополки на влажную почву;
10. Использование очагового способа полива;
11. Максимальное использование внутренних резервов (дренажные воды, воды из скважин вертикального дренажа).

Оптимальный режим орошения в маловодный год

В комплексе мероприятий по повышению урожайности сельхозкультур важное значение имеет разработка и внедрение оптимального режима орошения сельхозкультур. Поэтому уже сейчас необходимо разработать и внедрять комплекс мероприятий гидромелиоративного, агротехнического и организационного порядка, которые могли бы предотвратить возможные потери урожая сельхозкультур. В данных рекомендациях рассматриваются вопросы агромелиоративного комплекса по режиму орошения хлопчатника и других культур хлопкового севооборота.

В состав агромелиоративного комплекса должно входить максимальное накопление влаги в почве за счет атмосферных осадков, которое достигается ранней вспашкой и глубокой зяби, проведением своевременных предпахотных, влагозарядковых, промывных поливов и других агроприемов обеспечивающих сохранение влаги в почве.

Влагозарядковые поливы. В районах, где количество атмосферных осадков в осенне-зимний период не превышает 150 мм, эффективно применять

запасные поливы. Учитывая ожидаемое маловодье, следует уточнить раннее разработанные рекомендации по влагозарядковым поливам и особенно по сроком их проведения. Сроки влагозарядковых поливов следует максимально приблизить к началу сева.

На тяжелых почвах их нужно провести в феврале-марте, а на среднесуглинистых и легких почвах в марте за 10-15 дней до сева. Это позволит добиться максимального сохранения запаса влаги в почве к моменту сева и получить дружные всходы растений без подпитывающих поливов. Влагозарядковые предпосевные поливы должны быть проведены, как правило по бороздам нарезаемым через 60-90 см, норма расхода воды колеблется в пределах 1200-1500 м³/га.

Вызывные поливы. Такие поливы проводят в тех случаях, когда запасов влаги по тем или иным причинам (сухая весна, ветры, непроведение влагозарядкового полива) не достаточно для получения всходов сельхозкультур. Полив необходимо проводить только через борозду нарезанных при севе, до тех пор, пока влага не достигнет ложа семян. Поливная норма должна составлять 600-800 м³/га.

Вегетационные поливы. Для экономного расходования воды и получения высокого урожая особенно в условиях маловодья большое значение имеет дифференцированное применение режима орошения хлопчатника. Число и сроки поливов зависят от механического состава почвы, глубины залегания уровня грунтовых вод, климатических условий зоны (величина испарения, дефицит влажность воздуха) особенностей сорта хлопчатника и величины урожая и принимаемой техники полива. В зависимости от этих факторов число поливов могут быть от 3-4 при оросительной норме 3000-4000 м³/га при близком залегании грунтовых вод и до 6-11 поливов с оросительной нормой 5000-6000 м³/га на землях с глубоким залеганием грунтовых вод.

В период созревания хлопчатника и при недостаточной водообеспеченности (маловодья) влажность почвы может быть снижена до 60-65% от ППВ, но имея ввиду, что в этих условиях межполивной период для хлопчатника продлевается не более чем на трое суток, а для зерновых не более чем на 4-5 суток. С учетом углубления корневой системы 0-50-70см (фаза цветения - плодообразования) максимальный размер поливных норм не должны превышать 800-1000 м³/га, желательно использовать меньшие поливные нормы.

В целях экономного расхода оросительной воды необходимо обратить внимание на выбор правильной техники полива т.е. назначение оптимальной длины борозды, размера струи воды в борозду и продолжительности полива. Рекомендуется длину борозд принимать в пределах 50-75-100 м. Струя в поливную борозду на участках с заметным уклоном как правило составляет 0,1÷0,3 л/с на малых уклонах а также при высокой водопроницаемости почв ее можно увеличить до 0,3÷0,5л/с. Продолжительность полива рекомендуется 16-24 часа и не более.

На маломощных среднекаменистых и сильно каменистых почвах, кроме одного предпосевного полива, следует проводить 10-12 вегетационных поливов.

Средняя поливная норма вегетационных поливов 500-600 м³/га до цветения и в период созревания поливная норма, а в период цветения и плодообразования 600-700 м³/га. Межполивные периоды от 10 до 15 суток, В маловодье рекомендуется поливы проводить через борозду при длине борозд до 50-60 м, продолжительностью до 20-24 часов с поливной струей в борозду 0,3÷0,5 л/с .

6.4 Агротехнические мероприятия для получения высоких урожаев в засушливые годы для озимой пшеницы

Согласно многочисленным наблюдениям за изменением погодных условий на протяжении многих лет, местное сельскохозяйственное население пришло к определенным выводам, позволяющим им предпринимать предварительные агротехнические меры. При возделывании зерноколосовых культур одним из индикаторных показателей ожидаемых погодных условий предстоящего вегетационного сезона служили погодные условия складывающиеся в сентябре и октябре предстоящего вегетационного периода. Так многочисленными наблюдениями было установлено:

- Если на 20-25 сентября приходится ветреная погода и идут дожди - тогда погодные условия осени, зимы и весны будут близки к ожидаемым среднемноголетним погодным условиям.
- Если аналогичные условия складываются в период 10-15 сентября, то в этом случае осень будет сухая, зима холодная, с малым количеством осадков, весна будет дождливая, а лето будет сухим и жарким.
- Если на период 13-18 сентября приходится сильный ветер без дождя, в таком случае осень и зима будут обильны на осадки, весна будет с несколько пониженной температурой, начало лета будет пасмурным и дождливым, а жаркий период будет наблюдаться во вторую половину летнего периода.

В этой связи были предложены следующие рекомендации:

При предварительном прогнозе сухой погоды для озимой пшеницы следует проводить мероприятия направленные на сохранение в почве большего количества влаги:

- Посев проводить на качественно вспаханную почву на глубину 3-4 см;
- При посеве по полосам почву предварительно необходимо обработать рыхлителем на глубину 15-25 см.
- Получив всходы следует провести два полива (один осенью и второй зимой). На сильноводопроницаемых почвах следует проводить два полива (один осенью и один полив зимой).

На тяжелых и средних по механическому составу почва озимая пшеница осенью поливается два раза. На засоленных почвах осенью полив необходимо также проводить два раза, но большими нормами. На легких и песчаных почвах до весны необходимо провести три полива. Кроме этого необходимо:

- Хотя бы один раз провести шерватный полив (полив с растворенным в воде навозом) для сохранения влаги в почве;
- При возможности для засушливого года в середине осеннего периода провести полив с внесением 50 кг калия, и 100 кг мочевины;
- В засушливые годы полив следует начинать в вечерний период, поливать ночью и завершать полив в утреннее время (с целью уменьшения испарения и потери воды в жаркий период дня).
- В зависимости от почвенных условий полив должен проводиться с максимально возможным просачиванием воды в почву, так как лишний объем воды в грядках приведет к сбросу и вымыванию удобрений;
- В засушливые годы семена пшеницы следует высаживать на глубину 5-6 см, что обеспечит лучшее развитие корневой системы;
- Необходимо особое внимание обратить первому поливу, важно обеспечить равномерное увлажнение всей посевной площади, иначе всходы будут неравномерными.
- На сильноводопроницаемых и тяжелых почвах с глубоким залеганием уровня грунтовых вод для обеспечения равномерных всходов и укрепления корневой системы необходимо осенью провести 2-3 полива
- В засушливые годы, при завышенных температурах, в фазу цветения и созревания проводят два полива.

6.5 Агротехнические мероприятия для получения высоких урожаев хлопчатника в засушливые годы

Предпринимаемые агротехнические мероприятия в основном должны быть направлены на увеличение влагоёмкости почвы и максимального удержания влаги в почве.

- При проявлении предпосылок засушливого года необходимо обратить внимание на пахоту, которая должна быть проведена глубже чем в обычные годы на 10-12 см, то есть до глубины 35-40 см. Если есть возможность провести пахоту с помощью рыхлителя нужно провести её до глубины 50-60 см, что даёт возможность улучшить влагоемкость почвы. Такое мероприятие позволит на 10-25% увеличить влагоемкость почвы. В засушливые годы перед пахотой (при недостаточной влаге в почве) необходимо провести увлажняющий полив для пахоты с нормой 600-700 м³/га;

- 60-70% фосфорных и калийных удобрений должны вноситься до зяблевой пахоты, на что в последние годы не обращают внимания;
- Вспаханное поле осенью должно быть выровнено вдоль и поперек поля;
- Для выравнивания глубины вспашки и размельчения почвы также вдоль и поперек проводят чизелевание, малование и боронование;
- Затем при помощи маркёра проводят нарезку борозд для весеннего посева хлопчатника (для земель с легким мехсоставом);
- Если поле вспахано ровно и глубина пахоты удовлетворительная, края поля выравниваются при помощи КПН, проводится боронование и затем проводится нарезка борозд (для земель с легким мехсоставом).
- Для староорошаемых земель с небольшим уклоном проводят вдоль и поперек выравнивание поверхности при помощи длиннобазового планировщика, а затем при помощи маркёра проводится нарезка борозд для посева хлопчатника на гребень нарезанной борозды.
- На нарезанных осенью бороздах есть возможность накопления осенней и зимней влаги, которая с приходом весны позволит в короткие сроки провести посев.
- На таких площадях после появления всходов хлопчатника и проведения культивации поле на 70-80% освобождается от сорняков.
- На засоленных почвах осенью поле выравнивается, нарезаются чеки и проводится обязательная промывка земель;
- На каменистых и адырных землях после пахоты, выравниваются края поля с помощью КПН, проводится двойное малование и затем проводится нарезка борозд.
- На всех почвах (кроме тяжелых) необходимо проводить влагозарядку нормой 1000-1200 м³/га.
- Для тяжелых почв, каменистых и адырных земель проводится вызывной полив перед посевом хлопчатника, так как влагозарядка осенью или зимой приведет на этих землях к ее уплотнению.
- В засушливые годы, если не проводить осеннее-зимние влагозарядковые поливы, весной можно не успеть провести влагозарядку так как может подойти время посева. В случае, если проведён посев без влагозарядки, необходимо после посева для получения ровных всходов провести два полива. Это лишние трудозатраты, так как полив в такие сроки полив сопровождается другими операциями (после полива появится корка, появятся сорняки, появится нехватка тепла в почве);
- После промывки засоленных земель чеки необходимо выровнять, для чего проводится вдоль и поперек на глубину 15-20 см чизелевание, малование, а затем посев хлопчатника. Появление всходов достигается по естественной влаге (сейчас такие мероприятия часто не проводятся, в

результате чего используются дополнительные объёмы оросительной воды, рост и развитие хлопчатника в таких случаях становится не одинаковыми).

- В агротехнике разница между появлением первых всходов и окончания последних всходов должна составлять не более 6-8 дней. В таких условиях для всего поля можно провести одни и те же агротехнические операции в одни и те же сроки, что даёт возможность собрать первым сбором до 80-85% урожая. Если же сроки появления полноценных всходов достигают 15-20 дней и более, то первый сбор составит всего 40-45%, что отрицательно скажется на качестве оставшегося урожая.
- По данным многолетних наблюдений в засушливый год весна приходит достаточно рано, что даёт возможность провести посев хлопчатника в третьей декаде марта;
- На легких староорошаемых почвах посев хлопчатника необходимо проводить по полосам.
- На почвах тяжелых и адырных землях, где завышено содержание в почве кальция посев хлопчатника необходимо проводить гнездовым способом.
- Тяжелые по механическому составу почвы требуют внимательного отношения, на таких почвах землю пашут как по сухой почве, так и по влажной почве.
- На таких почвах, при высокой их влажности не рекомендуется использование тяжелого транспорта, что приводит к уплотнению. В результате, несмотря на ранний срок посева, развитие хлопчатника приостанавливается на 25-30 суток. Дело в том, что в результате уплотнения почвы необходимое тепло не достигает корневой системы. На таких почвах в результате неверных действий хлопчатник отстает в развитии и формируется низкая урожайность.
- Чтобы не допускать подобных ошибок, через 5-6 дней после посева хлопчатника нужно провести культивацию для удержания влаги, хорошего обмена кислорода и повышения температуры почвы. Такие действия позволят быстрее получить всходы хлопчатника на всём поле.
- Для удержания влаги в почве и улучшения развития корневой системы (на площадях где появились первые листья) в междурядьях следует провести глубокое рыхление, это мероприятие возможно продолжать до появления 2-3 почек на растении. Глубина рыхления зависит от почвенных условий и обычно составляет 20-30 см. После этого необходимо провести мягкую культивацию. В засушливые годы нарезать арыки между бороздами нельзя. В годы с высокой влажностью напротив следует нарезать борозды (на что в настоящее время никто не обращает внимания).
- Обработка междурядий хлопчатника в основном проводится 4 раза совместно рыхлением до окончания фазы бутонизации или начальной

фазы цветения. В засушливые годы, культивация в основном проводится после каждого полива желательнее 2 раза.

- Нужно обратить особое внимание на проводимые культивации в августе месяце, так как культивация в этот срок делает поздно созревающий хлопчатник рано созревающим, повышает урожайность и помогает урожаю созреть в ранние сроки. Если в конце августа провести культивацию междурядий, то хлопчатник после чеканки прибавит 4-5 коробочки на верхней части куста. Если не провести культивацию в августе месяце на полях с поздно созревающим хлопчатником, то 30% коробочек не успеет раскрыться. Раскрытие коробочек целиком зависит от их полного созревания. Значит, хорошая обработка даёт больше плодов на хлопчатнике.
- Внесение удобрения определяется после 1 и 2 культивации при наличии 100% всходов и в зависимости от состояния почвы. Первое внесение удобрения обычно дается вглубь 8-10 см от поверхности почва вперемешку со 100-120 кг/га мочевины с сухим навозом. Целесообразно второе внесение удобрений проводить в дозировке: селитра 150-200 кг/га вперемешку со 100 кг/га калия в период бутонизации. Третье внесение удобрения проводится в период цветения вперемешку: 150-200 кг/га селитры с 350 кг/га суперфосфатом (или 150 кг/га нитрофоса, аммофоса) в междурядья. В последнее время внесение удобрений после завершения периода цветения не проводится, внимание к правильному и своевременному внесению удобрения в разных местностях не одинаково.
- Чеканку можно назвать кульминационной точкой при уходе за посевом хлопчатника. Определение точного времени проведения чеканки на хлопчатнике имеет большое значение (для определения оптимального срока нужно иметь не менее 10 коробочек на 1 кусте). Если чеканку провести правильно и в нужный срок, урожай созреет раньше, а также в верхней части куста прибавятся 4-5 дополнительных коробочек. Если чеканку провести раньше времени то хлопчатник ожиреет, а если позже оптимального срока, то уровень ожидаемого урожая несколько снизится.

6.6 Принимаемые меры борьбы с вредителями в засушливые годы

В засушливые годы интенсивно развивается паутинный клещ. Поэтому с весны нужно начинать профилактические меры. Сначала нужно определить участки куда больше всего поражаются паутинным клещем, затем зачищаются края поля и обрабатывается с помощью ИСО и ОВХ. На поле же проводят сухое опрыскивание серой на один гектар по 30 кг. Кроме этого, в такие годы нужно запастись токсичными химикатами (для крайних случаев).

- При использовании биометода эффективными являются золотоглазка и богомол. При хорошем развитии растений появление трипса и тли практически исключается. Для избавления от сосущих вредителей и

предотвращения их развития нужно остатки от прореживания растений вынести за пределы поля и закопать. Это основной метод профилактики от распространения сосущих вредителей.

- Паутинный клещ на поле распространяется очагами. Необходимо определить эти очаги, собрать поражённые листья, положить их в целлофановый пакет и сжечь. Изолировать очаги заражения следует обработкой препаратами Ниссоран, серой и ИСО.
- При появлении тли следует выпустить на поле личинки златоглазки и “божьей коровки”, эти насекомые сами устранят появившиеся особи тли.
- Для предупреждения появления паутинного клеща необходимо пыльные дорожки вокруг поля полить водой, по возможности технику которая работала на зараженном поле отвезти в безопасное место и помыть.
- Самый опасный вредитель это коробочный червь. В основном вред приносят два поколения коробочного червя. Первое поколение появляется как правило во второй половине мая (в зависимости от погодных условий) когда начинают летать бабочки коробочного червя. В основном это поколение размножается, оставляя личинки на посевах томатов. Поэтому на полях где посажены помидоры, важно следить за появлением личинок и яиц коробочного червя с помощью феромоновых ловушек. При появлении вредителей необходимо выпускать в поле трихограмму или если появились сами черви собирать их и уничтожать. Один червь может произвести до 600-1800 особей следующих поколений.
- Наибольший вред хлопчатнику приносит второе поколение коробочного червя. Второе поколение появляется во второй половине июня с появлением бабочек и продолжается до первой половины августа. Наблюдения показали что последние бабочки первого поколения смешиваются с первым бабочками второго поколения. Второе поколение ставит свои личинки после полива. Для борьбы с этим вредителем на поле (в нескольких участках ближе к краям поля) проводят полив для привлечения к этим участкам бабочек коробочного червя. Все эти вредители направляются на политые участки, как только они устанавливаются на листьях, свои личинки проводится чеканка и все собранные листья уничтожаются. Таким образом, можно избавиться от 70% коробочного червя.
- Применять химические средства в посевах необходимо после определения точного положения зоны поражения вредителями или болезнями, а в остальных зонах против яиц бабочек нужно использовать трихограмму, а против червей браконом.

6.7 Агротехнические мероприятия для получения высоких урожаев хлопчатника в годы с большими осадками

Из технических культур выращивание хлопчатника является одним из трудоемких, который зависит от множества проводимых мероприятий и зависит от климатических условий года и климатической зоны. Многолетний опыт выращивания хлопчатника показывает, что в отличие от засушливых лет, в годы с обильными осадками и низкой температурой при выращивании хлопчатника возникают отдельные трудности и неожиданности. Так, например, выпавший в октябре месяце в 1986 году снег слоем в 20-30 см покрыл на большой территории урожай хлопка (даже первый сбор находился под снегом). Или обильные осадки выпавшие во второй и третьей декаде мая 2003 года в количестве до 100 мм и низкие температуры в это время (всего 10-15 градусов) привели к излишнему увлажнению почвы и гибели значительной части посевов, в результате чего в некоторых районах пришлось проводить пересев хлопчатника.

В такие годы важно особое внимание уделить агротехническим мероприятиям направленным на снижение количество влаги в почве и повышению обмена кислорода в почве.

В частности:

- При подготовке поля к посеву для уменьшения влаги в почве нужно провести дополнительное продольное и поперечное чизелевание и затем малование.
- Перед посевом важно знать и учесть прогноз погоды минимум на 1 неделю в перёд, так как обильные дожди после посева могут понизить температуру почвы и увеличить её влажность, что может привести к изреженности всходов или к загниванию семян.
- В такие годы можно начинать межрядную обработку почвы после появления 80% всходов.
- Прореживание посевов нужно проводить на 5-10% меньше чем в обычные годы, на случай потерь от низких температур и обильных осадков (после улучшения погодных условий лишние растения можно убрать).
- Для скорейшего уменьшения влаги в почве и обеспечения в почве обмена воздуха обязательно 1-2 раза провести ручную прополку на влажной почве. Прополка помогает быстрому обмену воздуха в почве, поступлению теплого воздуха в корневую зону, что предотвращает загнивание корневой системы.
- В такие годы важно проводить обработку земель направленную на обогрев почвы. Для этого в междурядьях необходимо провести рыхление до глубины 20-30 см. Обогрев только верхней части почвы недостаточен для хорошего развития растений. Такие мероприятия по рыхлению почвы нужно проводить до августа.

- После внесения удобрений во влажные годы можно задержать очередной полив на 7-10 дней, так как в такой ситуации имеется достаточно влаги в почве для усвоения внесенного удобрения.

В этих погодных условиях внесение годовой нормы удобрений можно провести в 2 приема, а не в 3 как в обычные годы. Дело в том, что усвояемость сложных азотных удобрений в такие годы проходит медленнее и для улучшения питательного режима почвы следует провести дополнительные культивации.

Учет влияния изменений климата при моделировании стока рек бассейна Аральского моря

А.Г. Сорокин

Анализ существующих моделей изменения климата и водных ресурсов бассейна Аральского моря на ближайшую (2030 год) и отдаленную перспективы (2050 год, конец столетия) позволяет отметить следующее.

1. Климатические характеристики бассейна Аральского моря хуже воспроизводятся глобальными климатическими моделями, чем региональными, поскольку требуют учета множества региональных особенностей [Агальцева Н.А., Болгов М.В и др, 2011]; тоже самое можно отметить и для гидрологических характеристик (объемов стока рек и их изменчивости).

2. Наиболее надежным инструментом для моделирования физических процессов, определяющих климатические изменения, считаются трехмерные численные модели общей циркуляции – МОЦ [Агальцева Н.А., 2002]. Климатические модели используют различные исходные данные и сценарии эмиссии парниковых газов, и показывают различные результаты, - поэтому, в условиях значительной неопределенности в оценках, на региональном уровне (бассейн Аральского моря), как правило, отбирается несколько сценариев и моделей; строятся региональные климатические сценарии методом усреднения результатов моделей ведущих мировых климатических центров - HadCM3, Hadley Centre, Великобритания; ECHAM4, Max Planck Institute, Германия и др. [Агальцева Н.А., Болгов М.В и др., 2011].

3. Климатические сценарии строятся в соответствии со сценариями эмиссии парниковых газов МГЭКИК, которые характеризуют изменения средних значений к 2030, 2050 год и т.д. Сценарии эмиссии строятся на различных предположениях о динамике социально-экономических факторов и, соответственно, различных уровней выбросов парниковых газов. Сценарии год от года уточняются и публикуются в специальных отчетах. В последнее время выделяют следующие семейства таких сценариев: B2 (умеренный, более влажный вариант), A2 (более сухой вариант), A1B и др. В одном из последних исследований - Региональном исследовательском проекте “Вода в Центральной Азии”(САWa, 2014 г) климатические изменения приняты по региональному сценарию REMO 0406 (University of Wurzburg) – проекции для ЦА сценария среднего потепления, основанного на A1B, и рассчитанного по модели общей циркуляции ECHAM 5.

4. В качестве основного инструмента расчета стока рек бассейна Аральского моря используется математическая модель формирования стока САНИГМИ, позволяющая оценивать роль и вклад разных источников питания в

сток рек [Денисов М.В., Агальцева Н.А., Пак А.В., 2000]; модель рассчитывает сток рек на основе сценарных оценок климата (температура, осадки), и поэтому соответствует (повторяет) тренды и колебания климата. Существует опыт использования и других гидрологических моделей в бассейне Аральского моря: WASA (German Research Centre for GeoSciences, проект CAWa), HBV-Chirchik (проект RiverTwin, www.cawater-info.net/rivertwin/) и др. Разработанная в НИЦ МКВК модель HBV-Chirchik – это адаптированная к условиям Чирчик-Ахангаран-Келесского бассейна версия модели HBV-IWS [Y.Hundecha, A.Bardossy., 2004].

5. Альтернативным подходом к гидрологическим моделям САНИГМИ, WASA, HBV является опыт моделирования стока рек с использованием исторических циклов-рядов, откорректированных на будущее по фактору климатических изменений. Данный подход, примененный в комплексе моделей ASBmm [www.asbmm.uz] и отработанный на фактических данных (включая сравнение расчетных и фактических рядов рек за 2010-2014 гг), основан на концепции цикличности колебаний природных процессов, которая рассматривается не как простое периодическое повторение наблюдаемых явлений, а как поступательное развитие, на которое накладываются изменения, вызванные климатом; корректировка рядов происходит по коэффициентам, рассчитанным по результатам оценок модели САНИГМИ, - таким образом, в данном подходе концепция цикличности (где учтены все особенности местного формирования стока) усиливается гидрологическим моделированием.

6. Существует также подход, основанный на стохастической концепции колебаний стока, исходя из предпосылки, что процесс стока случаен, и описать его можно с помощью методов теории вероятности и математической статистики. Примером использования такого подхода являются модели для рек Вахш, Амударья, показывающие оценки в условиях большой неопределенности [Агальцева Н.А., Болгов М.В и др, 2011].

Анализ существующих сценарных оценок, выполненных по моделям для бассейна Аральского моря на 2030, 2050 гг/ позволяет сделать следующие выводы.

1. При реализации “жестких” климатических сценариев (на время удвоения концентрации углекислого газа в атмосфере) ожидается значительное сокращение водных ресурсов Сырдарьи и особенно Амударьи. Например, модель УКМО (модель Метеорологического бюро Соединенного королевства) дает снижение стока реки Сырдарьи на 15 %, а снижение стока Амударьи на 21 % [Чуб В.Е., 2000]; по другим оценкам, полученным на базе “жестких” климатических сценариев по Сырдарье ожидается сокращение на 30 %, а по Амударье на 40 % [Чуб В.Е., 2007]. Реализация таких сценариев к 2050 году маловероятна, а к 2030 году практически исключена.

2. Большинство моделей, формирующих водные ресурсы, основанных на умеренных, “мягких” климатических сценариях, не предполагают заметного

снижения стока основных рек бассейна Аральского моря к 2030 году. Сценарий А1В, спроектированный на бассейн Аральского моря, можно характеризовать следующим образом: общее потепление, изменение осадков в пределах наблюдаемых естественных колебаний. К 2030 году сокращение водных ресурсов бассейна Амударьи возможно в пределах 5-8 % от нормы [ЕАБР и ИК МКВК, 2009]; снижение водных ресурсов бассейна Сырдарьи будет находиться в пределах естественной изменчивости стока (что не исключает появление маловодных лет, аналогичных наблюдаемым ранее по годовому стоку).

3. К 2050 году влияние климата (потепление) на объем годового стока будет более заметным – сокращение водных ресурсов для Амударьи ожидается в пределах 10-15 %, для Сырдарьи в пределах 6-10 % [ЕАБР и ИК МКВК, 2009]. Для зимнего периода уровня 2050 года возможно некоторое увеличение осадков, для летнего – уменьшение на 5-15 %; более интенсивное потепление ожидается на низкогорных станциях по сравнению с высокогорными.

4. Увеличатся отклонения годового стока от средних многолетних значений – “глубина” маловодных лет может превысить наблюдаемые ранее значения; увеличится частота появления маловодных лет (с вероятностью превышения 75 % и более). Снижение объемов стока, вызванных изменениями климата (к современному климату) для лет различной водности различно: чем более маловодный год, тем % снижения выше; в таблице 1 для иллюстрации данной тенденции приводятся ожидаемые отклонения стока реки Вахш (г/п Комсомолабад) и Амударьи (г/п Керки) к 2030 и 2050 году для стока различной обеспеченности (вероятности превышения), - обработка результатов исследования сценария, представляющего собой комбинацию современного климата (50 %), сценария А1В (25 %) и В1 (25 %) [Агальцева Н.А., Болгов М.В и др, 2011].

5. Потепление вызовет во внутригодовом режиме рек сдвиги характерных дат половодья (начало, пик, продолжительность); пик половодья может быть перенесен на более ранние сроки (10-30 дней), увеличится продолжительность половодья (10-50 дней) [ЕАБР и ИК МКВК, 2009]. Летний сток будет снижаться в большей степени, чем весенний и осенне-зимний.

6. По бассейну реки Амударья существуют оценки, отличные от умеренных сценариев (при которых к 2030 году сокращение водных ресурсов составит 5-8 % от нормы, а к 2050 году 10-15 %), - в работе [Чуб В.Е., 2007] снижение вегетационного стока реки Вахш к 2030 году оценивается в 25 %, а к 2050 году в 28 %. В проекте ASBmm сценарий максимального влияния климата на сток реки Вахш характеризуется снижением вегетационного стока реки (к норме) к 2030 году на 9 %, а к 2050 году на 15 %; сток реки за октябрь-март снижается соответственно на 3 и 5 %. Оптимистичный сценарий для реки Вахш показан и в работе [Агальцева Н.А., Болгов М.В и др, 2011], близкий по оценкам к сценариям ASBmm – смотрите таблицу 1.

7. Оценка возможных изменений стока рек бассейна Аральского моря к 2030 и 2050 гг. по сценарию ASBmmm для сезонов (апрель-сентябрь, октябрь-март) приводится в таблице 2. Результаты оценок по сценарию ASBmm

практически совпадают с результатами региональных исследований проекта САВа [НИГМИ, 2014], - по сценарию REMO 0406 для основных рек Ферганской долины ожидается следующее снижение сток рек: по притоку к Токтогульскому водохранилищу снижение стока к 2030 году на 4 % (по ASBmm на 3 %), к 2050 году на 11 % (по ASBmm на 10 %); для рек бассейна Карадарьи – к 2030 году на 1-2 %, к 2050 году на 4-5%. По реке Заравшан – к 2030 году на 3 %, к 2050 году на 11 % (оценки совпадают с ASBmm).

Таблица 1

Ожидаемое снижение стока рек Вахш и Амударьи к 2030 и 2050 гг.
(в % от стока, не подверженного влиянию климата) для стока рек различной обеспеченности (%): обработка результатов
[Агальцева Н.А., Болгов М.В и др, 2011]

Обеспеченность, %	Река Вахш (Комсомолабад)		Река Амударья (Жерки)	
	2030 год	2050 год	2030 год	2050 год
50 (норма)	3	6	2	5
75	4	10	3	9
90	6	13	5	11
95	7	14	6	13

Таблица 2

Ожидаемое снижение стока рек бассейна Аральского моря (ASBmm)
к 2030 и 2050 гг. для сезонов (апрель-сентябрь, октябрь-март), в % от нормы стока.

Река	Апрель-Сентябрь		Октябрь-Март	
Бассейн реки Амударьи				
Вахш	9	15	4	9
Пяндж	6	13	3	7
Заравшан	3	11	0	5
Кафирниган	2	10	1	4
Сурхандарья	3	11	2	4
Бассейн реки Сырдарьи				
Нарын (приток к Токтогулу)	3	10	1	5
Карадарья	2	5	0	3
Чирчик	4	8	0	4
Ахангаран	2	5	1	2

Литература

1. Чуб В.Е., 2000. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. Ташкент, 252 стр.
2. Денисов М.В., Агальцева Н.А., Пак А.В., 2000. Автоматизированные методы прогнозов стока горных рек Средней Азии. Ташкент, САНИГМИ, 160 с.
3. Агальцева Н.А., 2002. Оценка влияния климатических изменений на располагаемые водные ресурсы в бассейне Аральского моря. Диалог о воде и климате: исследование случая бассейна Аральского моря, Ташкент, с. 3-59.
4. Сорокин А.Г. и др., 2002. Управление водными ресурсами бассейнов рек Амударья и Сырдарья по вариантам развития с учетом изменения климата. Диалог о воде и климате: исследование случая бассейна Аральского моря, Ташкент, с. 122-139.
5. Hundecha Y., Bardossy A., 2004. Modeling of the effect of land use changes on the runoff generation of a river basin through parameter regionalization of a watershed model. *Journal of Hydrology* 292, с 281-295.
6. Ососкова Т.А. и др., 2005. Изменение климата. ЮНЕП, Узгидромет, Ташкент.
7. Чуб В.Е., 2007. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. “Vogis-Nashriyot”. Ташкент, 132 с.
8. UNDP, 2007. Вода жизненно важный ресурс для будущего Узбекистана. Публикация в поддержку Целей Развития Тысячелетия. Ташкент, 128 с.
9. ЕАБР и ИК МКВК, 2009. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии (сводный доклад). Алматы,
10. Агальцева Н.А., Болгов М.В. и др, 2011. Оценка гидрологических характеристик в бассейне Амударьи в условиях изменения климата. *Метеорология и гидрология*. № 10.
11. НИГМИ, 2014. Оценка будущего состояния водных ресурсов на основе климатических сценариев REMO. Проект CAWa 2.

Возможность раннего предупреждения климатических условий

Г.Ф. Солодкий

1. Методы предсказания погоды

Предсказание погоды с научной точки зрения - одна из сложнейших задач физики атмосферы. Существуют различные методы для прогнозирования метеорологических явлений и их величин, но в полном объеме ни один метод не обеспечивает пока точного прогноза. Имеется прямая зависимость между заблаговременностью прогнозов и ростом их ошибок.

Синоптический метод составления прогнозов погоды основан на анализе карт погоды. Сущность этого метода состоит в одновременном обзоре состояния атмосферы на обширной территории, позволяющем определить характер развития атмосферных процессов и дальнейшее наиболее вероятное изменение погодных условий в интересующем районе. Осуществляется такой обзор с помощью карт погоды, на которые наносятся данные метеорологических наблюдений на различных высотах, а также у поверхности земли, производимых одновременно по одной программе в различных точках земного шара. На основе подробного анализа этих карт синоптик определяет дальнейшие условия развития атмосферных процессов в определенный период времени и рассчитывает характеристики метеоэлементов - температуру, ветер, облачность, осадки и т.д.

Численные (гидродинамические) методы прогноза погоды основаны на математическом решении системы полных уравнений гидродинамики и получение прогностических полей давления, температуры на определенные промежутки времени. Вычислительные центры Москва, Вашингтон, Токио, Рейдинг (Европейский прогностический центр) используют различные численные схемы развития крупномасштабных атмосферных процессов.

Точность численных прогнозов зависит от скорости расчета вычислительных систем, от количества и качества информации, поступающей с метеостанций. Чем больше данных, тем точнее расчет. Если техническая и математическая сторона метода ежегодно улучшается, то, к сожалению, в последние годы на территории нашей страны значительно уменьшилось число метеорологических и аэрологических станций, что существенно влияет на конечный результат.

Статистические методы прогноза позволяют по прошлому и настоящему состоянию атмосферы спрогнозировать на определенный будущий период

времени состояние погоды, т.е. предсказать изменения различных метеоэлементов в будущем.

В оперативной практике синоптики используют несколько методов, иногда несовпадающих по ряду параметров. Поэтому последнее слово всегда остается за прогнозистом, выбирающим с его точки зрения лучший метод прогнозирования. Часто выбирается комплексный подход - использование сразу нескольких частных методов прогноза одной и той же характеристики состояния атмосферы с целью выбора окончательной формулировки прогноза.

Приморские синоптики, используя все передовые методы и технологии при составлении прогнозов погоды, знание региональных особенностей развития синоптических процессов, учитывая уникальность географического положения края и опираясь на многолетний опыт, предсказывают погоду с высокой степенью оправдываемости.

2. Прогноз погоды в современном мире

Метеорологи разных стран работают, руководствуясь едиными рекомендациями (Техническими регламентами) ВМО. Членами ВМО являются более 150 стран Мира. ВМО имеет шесть региональных ассоциаций по географическим районам, куда входят Африка, Азия, Южная Америка, Северная и Центральная Америка, Юго-запад Тихого океана, Европа.

Крупнейшей является программа ВМО «Всемирная служба погоды», основой которой являются три глобальные системы: наблюдений (ГСН), обработки данных (ГСОД) и телесвязи (ГСТ). Согласно этой программе функционируют три категории метеорологических центров: национальные (НМЦ), региональные (РМЦ) и мировые (ММЦ). В настоящее время успешно функционируют Центры приема и обработки спутниковой информации.

Национальные центры (их более 100) осуществляют сбор и распространение метеорологической информации с территории одной страны и пользуются необходимой информацией с территориями других стран.

Региональные центры (их более 30-ти, в том числе, в России имеются РМЦ в Москве, Новосибирске и Хабаровске) освещают метеорологическими данными большие территории, охватывая при необходимости системой сбора, обработки метеорологической информации несколько стран.

Мировые центры - в Москве, Вашингтоне и Мельбурне - собирают данные со всего мира, включая информацию метеорологических спутников Земли.

Современные метеорологические технологии, а также исследования и практические методы климатологии включают в свой арсенал обработку спутниковой информации (детекция протон-электронных околосолнечных облаков - т.н. «солнечного ветра»; оптическое - от инфракрасного до ультрафиолетового, - и широкодиапазонное радиосканирование атмосферы и поверхности Земли); обработку информации от маловысотных (до границ стратосферы: 50-80 км)

привязных и дрейфующих радиозондов; оптических и акустических аппаратов (на метеосарах и стратостатах); информации от специальных авиасредств (бортовая и наземная обработка) и одноразовых метеорокет, а также информации от наземных средств оптического, акустического и радионаблюдения [25].

Наземная сеть метеонаблюдений образована системой национальных и международных метеопостов, оборудованных, в том числе, специальными радиофизическими приборами наблюдения и средствами компьютерной обработки метеоданных. Основным источником информации о состоянии атмосферы, как и полвека назад, являются наземные (синоптические) метеостанции — их сейчас около 10 000 в мире, 8 500 на Северном полушарии; и станции аэрологические: 600 и 500, соответственно; имеется тенденция к уменьшению). Покрытие данными весьма неоднородно: территория Европы, Китая и Сев. Америки в наилучшем положении. 2/3 земной поверхности составляет океан. Здесь имеется лишь несколько островных станций и кораблей погоды. Обычные корабли часто измеряют и передают данные о температуре, давлении и ветре [6].

В рамках Всемирной службы погоды особое внимание уделяется организации наблюдений с метеорологических спутников. Измеряя с помощью бортовой аппаратуры спутника параметры излучения тепла различных слоев атмосферы, можно получить богатый материал для изучения происходящих в ней процессов. Кроме того, спутник может служить хорошим средством для сбора информации с наземных метеорологических пунктов, разбросанных по всему земному шару. За время одного оборота вокруг Земли спутник собирает данные, которые в 100 раз превышают информацию, поступающую со всех метеорологических станций, и, кроме того, дает сведения о погоде на той части поверхности земного шара, которая является «белым пятном» для метеорологов [6].

Метеорологические сведения передаются со станций в центры службы погоды, зашифрованные с помощью особых цифровых кодов. Сроки и волны радиопередач согласованы в международном порядке. В учреждениях службы погоды эти сведения наносятся цифрами и условными знаками на синоптические карты погоды. Такие карты составляются 4 раза в сутки и чаще, за каждый срок наблюдений на станциях.

В настоящее время, когда синоптические карты, на которые наносятся данные тысяч станций, могут охватывать все полушарие и даже весь Земной шар и когда, кроме приземных карт, составляются также и высотные карты (барической топографии и др.), объем этой систематизированной информации об атмосферных условиях очень велик. В целях экономии усилий и средств в последнее время переходят на централизованную систему составления и анализа синоптических карт в немногих центрах, откуда карты распространяются путем факсимильной передачи по проводам или по радио в органы службы погоды на местах. Прием синоптических карт по радио возможен и в воздухе, и на судах в открытом океане [25].

3. Обзор методов прогноза погоды

Всю совокупность методов современного прогнозирования погоды можно свести к следующим группам методов:

- 1) синоптические,
- 2) статистические,
- 3) гидродинамические,
- 4) смешанные (синоптико-статистические, синоптико-гидродинамические).

Разработке научного прогноза погоды предшествует глубокий, физически обоснованный комплексный анализ синоптической обстановки. После того как на картах проанализировано положение барических систем, воздушных масс и атмосферных фронтов, выявлен характер погоды во фронтальных зонах и вне этих зон, синоптик переходит к составлению прогноза, который представляет собой научно обоснованное предположение о будущем состоянии погоды. Вначале составляется прогноз синоптического положения, а затем на его основе - прогноз значений различных метеорологических элементов и характеристик погоды. Прогноз синоптического положения включает в себя прогноз будущего положения воздушных масс с их свойствами, положения барических систем и атмосферных фронтов.

Прогноз синоптического положения является подготовительным и в то же время основным этапом разработки детализированного прогноза погоды. При этом следует учитывать, что прогноз синоптического положения отражает только фон крупномасштабных процессов, на которые местные условия могут оказать существенное влияние. Тем не менее, чем вернее спрогнозировано синоптическое положение, тем правильнее будет разработан и прогноз погоды.

К числу синоптических методов прогноза синоптического положения следует отнести:

- 1) приемы формальной экстраполяции,
- 2) приемы физической экстраполяции,
- 3) качественную оценку синоптика о предполагаемом развитии атмосферных процессов [6].

Следует отметить, что личный опыт синоптика и уровень его знаний во многом предопределяет качество разрабатываемых им прогнозов погоды. В этом заключается недостаток синоптического метода прогноза погоды в сравнении с объективными (численными) методами.

Выявляя закономерности развития атмосферных процессов и тенденцию их дальнейшей эволюции в процессе анализа серии последовательных карт погоды, сопоставляя это развитие с ранее наблюдавшейся схемой процесса и

привлекая различного рода правила и признаки, полученные из опыта работы, синоптик дает качественную оценку наиболее вероятному развитию синоптического процесса и погодных условий в интересующем его районе. Большую роль при этом играют шаблоны или аналоги, взятые из арсенала прошлых, ранее наблюдавшихся процессов и представляющие подобие текущих процессов. Однако полного подобия в ходе метеорологических и явлений обычно не наблюдается.

Синоптический метод широко востребован для краткосрочных прогнозов погоды (до двух суток).

Основой современной системы прогнозов являются гидродинамические модели атмосферы, основанные на решении системы уравнений гидродинамики, описывающих с определенной степенью точности поведение атмосферы. Система уравнений, определяющая поведение атмосферы, очень сложна и нелинейна. Поскольку не существует общих методов решений такой системы аналитически, возникает необходимость использования численных методов, обычно с использованием метода конечных разностей.

Первый, практически приемлемый подход к решению гидродинамического прогноза был реализован в России в 1940 году [29]. Однако из-за огромного объема вычислений развивать и оперативно применять гидродинамические модели стало возможным только после появления ЭВМ. В основу прогноза по гидродинамической модели берется начальное состояние атмосферы по данным метеорологических наблюдений. Далее рассчитываются изменения давления, которые произойдут через некий, достаточно короткий промежуток времени, например, через 10 минут. Это дает новый набор данных, который используется для расчета условий через следующий 10-минутный интервал. Такая процедура повторяется до тех пор, пока не будет получено поле давления на срок прогноза. Благодаря развитию глобальных гидродинамических моделей стало возможным с достаточной степенью точности прогнозировать ряд параметров атмосферы (давление, ветер и температуру) для различных высот на срок до 5-6 суток. Предвычисленные выходные параметры моделей используются для прогнозирования метеорологических величин и явлений погоды (облачности, осадков, тумана, шквалов). Прогностические зависимости при этом определяются на основании статистических связей между наблюдавшейся погодой и выходными параметрами конкретной модели. На основе расчетных методов осуществляется в настоящее время прогнозирование большей части явлений погоды с заблаговременностью 24-36 часов. В последнее время создаются также комплексные системы слежения за текущей погодой с использованием спутниковой и радиолокационной информации, а также данных обычных метеорологических наблюдений. Использование таких систем позволяет постоянно уточнять предварительные расчеты и предупреждать о возникновении опасных локальных явлений.

Статистический метод основан на осреднении синоптических процессов на протяжении очень длительного времени. Он позволяет сделать прогноз без точного знания механизмов этих процессов.

В настоящее время практическая предсказуемость прогноза погоды - 5 дней. Успешность прогноза на завтрашний день составляет 96%. Для каждого последующего дня успешность снижается на 2-3% [6].

4. Проблема долгосрочного прогноза погоды

Долгосрочные метеорологические прогнозы являются сложной проблемой с длительной историей. Задача долгосрочного прогнозирования впервые была поставлена на Втором международном метеорологическом съезде в 1906 году [29].

При разработке метеорологических прогнозов используются три основных подхода: синоптический, гидродинамический и эмпирико-статистический.

Под руководством Б. П. Мультановского в начале 30-х годов 20 века был создан синоптический метод долгосрочного прогноза погоды, который основывался на синхронных наблюдениях за погодой над регионом [19]. Это давало возможность выявить и проследить пространственные особенности изменений атмосферной циркуляции во времени. Прогноз погоды основывался главным образом на экстраполяции перемещения циклонов и антициклонов. В последующем накопленные сведения об особенностях атмосферной циркуляции дали возможность для глубокого физического понимания атмосферных процессов. В прогнозах стали использоваться ритмические свойства атмосферной циркуляции. Не меньшее значение в создании методов долгосрочных прогнозов имели работы С.Т. Пагавы [21], Г.Я. Вангенгейма, А.А. Гирса [7], М.Х. Байдала [4] и ряда зарубежных ученых.

Мультановский разделил территорию России по признаку влияния Атлантики на погоду и ввел понятие естественного синоптического района. Это - часть пространства Северного полушария, в котором отмечаются специфические особенности развития синоптических процессов, связанных с характером теплообмена между океаном и материком. Затем Мультановским было введено понятие естественного синоптического периода и естественного синоптического сезона. С.Т. Пагава [21] существенно развил представление об этих понятиях, он показал наличие связи между сменой синоптического периода в Европейском районе и характером теплообмена в Северной Атлантике. Эта связь позволила получить дополнительный критерий для определения границ синоптических сезонов. Г.Я. Вангенгейм ввел понятие элементарного синоптического процесса - это период, в течение которого погодные условия относительно однородны. В течение естественного синоптического сезона сохраняются некоторые общие характерные черты атмосферной циркуляции, отражающие сложившееся взаимодействие между атмосферой и океаном, и сохраняются положение и интенсивность центров действия атмосферы. Способность атмосферной циркуляции квантоваться по сезонам хорошо известна. Вторым примером квантования может быть циркуляционная эпоха - это наиболее крупная стадия процесса развития атмосферной циркуляции с

определенным характером межгодового и внутригодового макропреобразования циркуляции, формирования и распределения термобарических полей на полушарии [7, 8, 9].

Постепенно выяснилось, что межсезонные связи внутри года оказались не достаточными для надежных прогнозов на следующий сезон. Это стало очевидным с появлением ЭВМ и обработкой большого количества материалов. Получилось, что приблизительно одинаковые условия в одном сезоне не приводили к приблизительно одинаковым условиям следующего года.

Позднее новый подъем в разработке долгосрочных прогнозов погоды начался за рубежом только в конце прошлого века в связи с изучением цикличности в тропиках и явлений взаимодействия атмосферы и океана (Эль-Ниньо и Южное колебание).

Переход в 80-х годах от синоптико-статистических методов долгосрочного прогноза к чисто статистическим методам, позволил автоматизировать весь процесс составления прогноза и исключить элементы субъективизма прогнозиста, но оправдываемость долгосрочных прогнозов не повысилась. Основная причина, сдерживающая повышение надежности долгосрочных прогнозов, - способность атмосферы изменять свои прогностические связи в разных сезонах и в разных циркуляционных эпохах. Указанное свойство атмосферы является серьезным ограничением применения статистических методов анализа случайных чисел, в которых главным условием надежности оценок является максимально возможная длина исследуемого ряда в предположении стационарности ряда.

5. Типизация форм атмосферной циркуляции Вангенгейма - Гирса

Данная классификация лежит в основе отечественного макроциркуляционного метода долгосрочных метеорологических прогнозов. Остановимся на ней подробнее.

В 1933 году Вангенгейм ввел понятие элементарного синоптического процесса (ЭСП). Под ЭСП понимался процесс, в течение которого в пределах атлантико-европейского сектора северного полушария сохраняется географическое распределение знака барического поля и направление основных переносов воздуха [7].

Пользуясь понятием ЭСП, Вангенгейм расчленил процессы, непрерывно протекавшие в течение 42 лет, на такие элементарные стадии (ЭСП) и для каждой из них построил сборно-кинематические карты. Последние затем сопоставлялись друг с другом с целью получения аналогичных групп ЭСП. При этом основанием для отнесения ЭСП к одной группе являлись:

- 1) аналогичное географическое распределение «дирижирующих» полей давления и аналогичный характер процессов их формирования;
- 2) аналогичная ориентировка господствующих ветровых систем;

3) аналогичные характеристики основных вторжений воздушных масс.

В результате проделанной работы Вангенгейм отобразил все многообразие макропроцессов, наблюдавшееся за 42 года, в 26 типах. Для каждого из них были построены типовые сборно-кинематические карты и графики хода метеорологических элементов. Анализ типовых карт и графиков этих 26 типов показал, что, несмотря на их принципиальные отличия друг от друга по указанным выше признакам аналогичности ЭСП, ряд из этих типов имеет между собой сходство по более общим характеристикам процессов. Такими общими характеристиками являются:

- а) направление перемещения барических центров и изаллобарических очагов в зоне умеренных широт;
- б) направление барических и термических градиентов в толще тропосферы;
- в) распределение аномалий наземного давления и температуры;
- г) направление ведущего потока на высотах [7].

Пользуясь этими, более общими критериями аналогичности, Вангенгейм произвел классификацию типовых ЭСП. В результате оказалось, что все 26 типов ЭСП можно обобщить в трех типах атмосферной циркуляции - западном (W), восточном (E) и меридиональном (C). Эти 26 типов рассматриваются теперь как разновидности более крупных процессов W, C, E и как элементарные стадии их формирования. Классификация построена для атлантико-европейского сектора северного полушария.

В 1948 году Гирс исследовал вопрос о вертикальной структуре макропроцессов W, C, E и о распространении этих форм на все северное полушарие. Применяя критерии, использованные Вангенгеймом для установления типов процессов W, C, E к процессам тихоокеано-американского сектора, он пришел к выводу, что макропроцессы, наблюдаемые в этом секторе, также можно обобщить в трех типах - одном зональном (3) и двух меридиональных (M_1 и M_2) [7].

В этой же работе было показано, что типам W, C, E, 3, M_1 , M_2 в тропосфере соответствуют определенные и отличные друг от друга высотные макродеформационные поля. При этом процессы W и 3 характеризуют зональное состояние атмосферы, при котором в тропосфере наблюдаются волны малой амплитуды, быстро смещающиеся с запада на восток. Процессы E, C, M_1 , M_2 характеризуют зональное состояние атмосферы, которому в тропосфере свойственны стационарные волны большой амплитуды. При этом географическое положение высотных гребней и ложбин при E и C, а также M_1 и M_2 противоположны (т. е. там, где при E располагается ложбина, при C отмечается гребень и т.д.). Расчленение меридионального состояния атмосферы на две противоположные формы очень важно в прогностическом отношении, так как с этими формами связано противоположное распределение аномалий ряда гидрометеорологических элементов и явлений.

Анализ показал, что при одном и том же типе процессов W, C или E, наблюдавшемся в атлантико-европейском секторе полушария (первый сектор), почти с одинаковой вероятностью могут наблюдаться различные типы процессов ($З$, M_1 или M_2) в тихоокеано-американском (втором) секторе. Поэтому, чтобы охарактеризовать макропроцесс сразу на всем полушарии, необходимо учесть одновременно процессы первого и второго секторов.

В результате было получено 9 типов макропроцессов (W_3 , W_{M_1} , W_{M_2} , E_3 , E_{M_1} , E_{M_2} , C_3 , C_{M_1} , C_{M_2} , которые могут рассматриваться как основные формы атмосферной циркуляции северного полушария или как разновидности форм W, C, E, наблюдающихся в первом его секторе [7].

Анализ карт географического положения основных гребней и ложбин при каждой из указанных форм циркуляции на полушарии показывает, что формы атмосферной циркуляции фиксируют определенный характер длинных термобарических волн, наблюдаемых в тропосфере и нижней стратосфере. Отличие этих форм проявляется, прежде всего, в характере волн (стационарные или смещающиеся волны), их амплитуде и географической локализации основных гребней и ложбин [7].

Усилиями ученых различных стран установлено, что в тропосфере и нижней стратосфере существуют длинные термобарические волны, природа и свойства которых во многом отличны от коротких фронтальных волн. Обстоятельное изучение длинных волн было выполнено в 1946-1947 гг. группой ученых Чикагского университета. Ими показано, что длина волн во многом зависит от скорости зонального потока. Длинные волны в тропосфере являются одной из важнейших комплексных характеристик общей циркуляции атмосферы [18].

Методы составления прогнозов погоды. Научное прогнозирование погоды

Предсказание погоды требует не только больших вычислений, но и целой сети сбора данных о погоде. В своей работе метеорологи используют различные методы предсказания, составляя таблицы оценок вероятности событий. От решения задачи прогнозирования зависит многое. Данные о погоде используются, например, в авиакомпаниях для предупреждения и избежания сложных ситуаций при встрече с непогодой в небе, также в военной области, космической и других.

Ежедневно результаты работы метеоцентра появляются на телевидении и в интернет-сервисах, что даёт возможность всем людям знать, что их ожидает, лучше планировать свой день, стиль одежды.

Предлагаем вам детальный обзор методов предсказания погоды⁵.

⁵ Информация с сайта www.kubanmeteo.ru/index.php?catid=1:articles&id=96:2010-12-13-19-...

Погоду можно предсказывать по местным признакам, синоптическим методом - на основе анализа синоптических карт погоды - и численными методами - путем предвычисления с использованием ЭВМ.

Существуют еще и физико-статистические методы, отличительной способностью которых является составление прогнозов погоды в так называемой вероятной форме. У каждого из перечисленных методов есть свои достоинства и недостатки, своя специфика использования и свои возможности применения на практике для удовлетворения нужд потребителей прогностической информации.

В настоящее время составляются прогнозы как общего пользования, рассчитанные на всех и распространяемые средствами массовой информации, так и специальные - предназначенные для удовлетворения запросов отдельных отраслей народного хозяйства, учитывающие специфику деятельности людей тех или иных профессий (строителей, моряков, авиаторов, земледельцев, животноводов и т.д.); они помещаются в специальных метеорологических бюллетенях или передаются по ведомственным каналам связи.

Прогнозы общего пользования содержат минимум количественной информации об ожидаемом состоянии всего комплекса метеорологических величин, характеризующих погоду. Специальные прогнозы отличаются большей детализацией и конкретностью характеристики состояния отдельных метеорологических величин, представляющих наибольший интерес для потребителя.

Прочитав эту главу, читатель убедится, насколько это непростая задача - составление прогнозов погоды.

- Как предсказывают погоду по местным признакам?

Чтобы составить представление об ожидаемой в ближайшие часы погоде по местным признакам, необходимо, прежде всего, верно оценить характер погоды в данную минуту. Для этого достаточно хорошенько рассмотреть небо по возможности из точки с хорошим обзором горизонта, не закрытой ни строениями, ни деревьями.

Состояние неба, то есть наличие или отсутствие облаков, подскажет, связана ли наблюдаемая погода с режимом какой-либо одной воздушной массы или она определяется влиянием атмосферного фронта.

Направление и скорость перемещения облаков, так же как и ветер у земли, помогут уточнить, в какой части барической системы (циклона, антициклона или их периферийных участков - ложбины или гребня) находится в данное время наблюдатель. Если есть под руками барограф или барометр-анероид, весьма кстати окажутся данные об изменении давления за последние часы (так называемая барическая тенденция). Определив таким образом метеорологическую обстановку, можно мысленно представить себе ее дальнейшее развитие и вытекающие отсюда возможные изменения погоды: для внутримассовой погоды определяющим будет ее суточный ход, характерный для

каждого сезона; для погоды фронтальной - надо знать, с каким фронтом имеем дело и что несет с собой этот фронт. Подтверждение своим выводам надо искать в других известных признаках - состоянии светил на небе, окраске горизонта, типичных облаках - предвестниках ненастья, грозы, холодного или теплого фронта и т.д. Надо использовать максимально полно весь арсенал доступных анализу признаков, включая распространение запахов, поведение животных, состояние водоемов и т.д. Судить о будущей погоде следует по всему комплексу признаков, и чем больше таковых указывают на один и тот же характер погоды, тем увереннее можно быть в том, что вы на верном пути.

- Как предсказывают погоду синоптическим методом?

Сущность синоптического метода прогноза погоды состоит в одновременном обзоре ее состояния на достаточно большой территории, позволяющем определить характер развития атмосферных процессов и дальнейшее наиболее вероятное изменение метеорологических условий в интересующем нас районе.

Осуществляется такой обзор с помощью карт погоды, на которые наносятся данные метеорологических наблюдений у поверхности земли и на всех доступных метеорологическим приборам высотах, производимых одновременно по определенной программе метеорологическими станциями. В основе предсказания погоды синоптическим методом лежит анализ карт погоды, называемых синоптическими. Анализ состоит в определении того, чем обуславливается погода в интересующем нас районе: откуда и какой приходит воздух, в какой барической системе он циркулирует; как взаимодействует с земной поверхностью; существуют ли атмосферные фронты, способные оказывать влияние на погоду; куда и с какой скоростью перемещаются барические системы и атмосферные фронты; как они изменяются; каков суточный ход погоды, обуславливаемой ими, и т.п.

На основе такого подобного анализа, который предусматривает как чисто качественную оценку развития атмосферных процессов, так и получение их количественных показателей, синоптику предстоит определить, как будут развиваться эти процессы в интересующий нас период времени и каковы будут обусловленные этими процессами конкретные условия погоды - облачность, температура воздуха, ветер, осадки и т.д.

Значения некоторых метеорологических величин он может рассчитать, используя известные ему расчетные методы и приемы, а значения некоторых других (например, облачности) он оценивает приближенно, без точных расчетов, но опять-таки исходя из известных в синоптической метеорологии положений и методов. Во всех случаях синоптик опирается на свое понимание развивающихся атмосферных процессов, на свой опыт и знания, а также на известные современной науке положения, собранные в официальном документе «Руководство по краткосрочным прогнозам погоды».

- Как предвычисляют погоду?

Предвычисление будущего состояния погоды осуществляется с помощью ЭВМ, в память которых поступает непрерывный поток метеорологической информации о фактическом состоянии погоды, зафиксированном на сотнях метеорологических станций континента и окружающих его морей. Эта информация опознается, сортируется, подвергается контролю машиной и специальной обработке, позволяющей осуществить дальнейший ее объективный анализ. Данные отдельных станций, расположенных на различных расстояниях одна от другой, пересчитываются в значения основных метеорологических величин для так называемой регулярной сетки точек, равномерно расположенных на географической карте анализируемой территории.

Обработанная таким образом информация становится исходной для выполнения расчетов на ЭВМ. Она вводится в уравнения гидротермодинамики, описывающие состояние погоды в исходный момент времени. Решение этих уравнений согласно подготовленной ранее и многократно опробованной программе, выполняемое на ЭВМ, и является будущим состоянием атмосферного давления, ветра, температуры и осадков на сроки 12, 24 и 36 ч вперед. Результаты предвычисления выдаются на графопостроители - приборы, автоматически расчерчивающие карты будущего состояния погоды - давления, ветра, температуры и осадков. Таким образом, получают прогностические карты основных метеорологических величин, по которым метеоспециалисты уже составляют все остальные, более детальные прогнозы погоды, включающие данные об ожидаемых стихийных явлениях (таких, как грозы, метели, гололед и т.п.) для отдельных населенных пунктов, районов и территорий.

- Какие ЭВМ используются у нас в стране для предвычисления погоды?

В Гидрометцентре используются, которые выполняют необходимые круглосуточные расчеты на двух технологических линиях - подготовки карт фактической погоды и подготовки прогностических карт. Оба вида карт используются синоптиками для составления прогнозов погоды.

- На чем основаны современные методы долгосрочного предсказания погоды?

Погоду на длительные, превышающие трое суток, сроки в настоящее время можно прогнозировать

несколькими методами, имеющими в своей основе различные научные предпосылки. Основным методом в нашей стране является синоптический метод, основанный на использовании ряда выявленных закономерностей в развитии атмосферных процессов большого масштаба. Для прогноза конкретных характеристик погоды используются и другие методы, дополняющие основной. Такими методами являются гидродинамический и статистический. Это методы количественных долгосрочных расчетов, возможных еще не для всех метеорологических величин и имеющих ограниченную точность, и по этой

причине пока являющиеся вспомогательными средствами долгосрочного прогноза. Общий и наиболее существенный недостаток всех названных методов - невозможность их уверенного применения во всех ситуациях, что затрудняет их использование для принятия ответственных решений. Отсюда и случаи неудачных прогнозов погоды на месяц или сезон, снижающие эффективность других прогнозов, правильно отражающих действительные изменения погоды. Ошибочные прогнозы остаются в людской памяти дольше правильных - таково уж свойство человеческой психики...

- Когда была организована служба погоды у нас в стране?

Наша отечественная служба погоды существует с 1 января 1872 года, когда вышел первый Ежедневный метеорологический бюллетень с сообщениями о погоде 26 русских и 2 зарубежных станций, полученными по телеграфу. Готовился бюллетень в Главной физической обсерватории в Петербурге. Там же в последующие годы начали составляться и прогнозы погоды.

21 июня 1921 года В. И. Ленин подписал декрет Совета Народных Комиссаров <Об организации единой метеорологической службы в РСФСР>, который положил начало развитию современной советской службы погоды. В 1929 году в Москве было организовано Центральное бюро погоды под руководством известного советского ученого А. Ф. Вангенгейма. В феврале 1936 года оно было преобразовано в Центральный институт погоды, который в 1943 году переименовали в Центральный институт прогнозов СССР (ЦИП СССР). В 1965 году был создан Гидрометеорологический научно-исследовательский центр СССР (Гидрометцентр СССР), выполняющий функции Центрального института прогнозов и Мирового метеорологического центра одновременно. Это центральный научный и оперативный орган советской службы погоды; в союзных республиках и в ряде крупных городов российской федерации существуют местные Гидрометцентры.

- Какие прогнозы выпускает Гидрометцентр?

Гидрометцентр составляет прогнозы погоды на ближайшие сутки и последующие двое суток, которые публикуются в Ежедневном гидрометеорологическом бюллетене. В Приложении к бюллетеню помещаются прогнозы аномалии температуры (ожидаемые ее отклонения от средней многолетней нормы) на пять дней.

Составляются также ежемесячные долгосрочные прогнозы на каждый месяц года и шесть раз в год - сезонные прогнозы погоды. Кроме того, выпускаются агрометеорологические и морские бюллетени с текущей и прогностической информацией о погоде, состоянии посевов, рек, озер и морей.

- Повышается ли оправдываемость прогнозов погоды?

Объективный анализ данных об оправдываемости прогнозов погоды, составившихся по Москве последние 30 лет, показывает, что качество прогнозов заметно повысилось. Хотя устойчивость погодных условий в 70-е годы была даже меньшей, чем в 50-е (о чем свидетельствует выявленное понижение оправдываемости инерционных прогнозов), оправдываемость так называемых методических (составляемых по принятой в данное время методике) за последнюю четверть века повысилась более чем на 10 % и составила к началу 1980 года примерно 88 %. Приблизительно на этом же уровне находится оправдываемость краткосрочных прогнозов в других городах и районах страны.

- Что такое атмосферный фронт и как предсказывается его приближение?

Атмосферный фронт - это поверхность раздела (или переходная зона) двух воздушных масс, обладающих различными свойствами, то есть отличающихся одна от другой по своим основным характеристикам: температуре, влажности, прозрачности, содержанию пыли и других примесей. ширина такой зоны у земной поверхности - несколько десятков километров, вертикальная мощность - несколько километров. Как правило, с атмосферными фронтами связана характерная облачность. Чаще всего это целая система облаков высоко-слоистых и слоисто-дождевых, иногда кучево-дождевых и сопутствующих им облаков верхнего и нижнего ярусов. На атмосферных фронтах наблюдаются многие явления, характерные для ненастной погоды, в том числе значительные осадки, сильный ветер, иногда грозы, пыльные бури или метели и т.п.

Атмосферные фронты существуют в основном в циклонах и на их периферийных участках, в так называемых барических ложбинах, где в нижних слоях атмосферы всегда наблюдается схождение воздушных потоков, необходимая для сохранения контрастов между двумя воздушными массами, то есть для существования самого фронта. С приближением циклона или его ложбины атмосферное давление, как правило, падает, и это служит неплохим признаком приближения фронта. Прохождение ложбины сопровождается характерным изменением скорости и направления ветра и, в зависимости от типа фронта (холодного, теплого) появлением в определенной последовательности облаков и осадков.

Предсказывается приближение фронта по всему комплексу характерных для него признаков, и прежде всего - по предвычисляемому положению циклонов и их ложбин, в которых располагаются атмосферные фронты.

- Как предсказывают облачность?

Из космоса наша планета выглядит шаром, примерно половина поверхности которого закрыта облаками. Но облака покрывают Землю

неравномерно - над одними участками они видны в большом количестве и выглядят плотной сплошной массой, над другими разбросаны мелкими группками, как бы пятнами или полосами, а над третьими их очень мало или нет вовсе. Сплошные массы облаков наблюдаются над циклонами, где имеется круговое восходящее движение воздуха, и могут существовать атмосферные фронты. Пятна или полосы наблюдаются над прогреваемой солнечными лучами подстилающей земной поверхностью на значительном удалении от центров циклонов или на периферии областей высокого давления - антициклонов, где нет активных атмосферных фронтов. Над центральными частями антициклонов и их гребнями облаков обычно не бывает - здесь наблюдается нисходящее движение воздуха, его нагревание и «высушивание».

Следя по картам погоды за расположением облачных массивов и их перемещением, синоптики в состоянии рассчитать время появления облаков над интересующей их местностью. Наблюдая за развитием циклонов и антициклонов, атмосферных фронтов и других синоптических объектов, они могут также оценить возможность возникновения облаков или их рассеивания. Вычисляя с помощью ЭВМ вертикальные токи воздуха, они могут предвидеть, где будут возникать облака, а где не будут. Однако решать задачу о прогнозе облачности совсем не просто. Надо учитывать еще и другие факторы, влияющие на процесс образования облаков: изменение свойств воздуха при его взаимодействии с земной поверхностью, испарение с поверхности воды и суши, влияние рельефа, суточный ход температуры и влажности воздуха, освещенность отдельных участков Земли солнечными лучами и многое, многое другое...

Синоптикам надо предсказать не только наличие облаков, но и их количество (оно определяется в баллах, то есть в десятых долях небосвода, закрываемых облаками), а также и форму облачности, высоту ее нижней и верхней границ. Здесь синоптику немало помогает личный опыт.

- Как предсказывают осадки?

Все наиболее существенные для человеческой деятельности осадки выпадают из облаков. Это дождь, снег, град, морось, ледяная крупа, снежные зерна и снег с дождем или мокрый снег. Некоторые виды осадков могут выпадать из воздуха, без облаков: роса, иней, изморозь, ледяные кристаллы. Однако по количеству и частоте выпадения их даже нельзя сравнивать с осадками из облаков. Ежедневно из облаков на Землю выпадает 800 млрд.т пресной воды в виде различных осадков, за год это составляет слой метровой толщины... Однако выпадают осадки на земной поверхности очень неравномерно и, кроме того, с очень различной регулярностью в различные сезоны.

В принципе прогнозировать осадки можно исходя из прогноза облачности: метеорологам хорошо известно, какие облака дают осадки, а какие нет, помимо этого, известно, из каких облаков какие выпадают осадки.

Облака верхнего яруса, состоящие из одних ледяных кристаллов - перистые, перисто-слоистые и перисто-кучевые - осадков не дают совсем. Из

облаков среднего яруса (высоко-слоистые и высоко-кучевые), состоящих из смеси кристаллов и очень мелких капелек переохлажденной воды, осадков, достигающих поверхности земли, также практически не выпадает, если не считать отдельных снежинок в зимнее время.

Фронтальные облака, расположенные в нижней тропосфере, неоднородные по структуре, размерам водяных капель и ледяных кристаллов, из которых они состоят, дают интенсивные обложные осадки в виде дождя, снега и мороси (это главным образом слоисто-дождевые облака и сопутствующие им разорванно-дождевые и слоистые облака). Слабые обложные, выпадающие с перерывами осадки могут давать и нефронтальные слоистые и слоисто-кучевые облака (в основном в холодное время года). Наконец, осадки ливневого типа, сильные и сравнительно непродолжительные, выпадают из самых мощных, сильно развитых по вертикали облаков, имеющих смешанную структуру - кучево-дождевых и мощно-кучевых.

В первом приближении задача прогноза осадков может считаться решенной, если успешно решена задача прогноза облачности. На деле бывает несколько сложнее, но не будет вдаваться здесь в детали технологии прогноза осадков, интересные лишь профессионалам-метеорологам.

- Какие осадки предсказывать труднее всего?

Труднее всего предсказывать выпадение осадков из облаков, которых еще нет, и возникновение которых еще только ожидается. Так как в этом случае <прогноз составляется по прогнозу>, то вероятность правильности прогноза осадков будет равна произведению вероятностей правильности двух прогнозов (например, при оправдываемости каждого вида прогноза в отдельности, равной 0,8, итоговая вероятность окажется равной 0,64). Иначе говоря, возможность ошибки возрастает. Следовательно, легче прогнозировать осадки из уже

имеющихся облаков, из которых выпадает дождь или снег в другом районе, откуда облака и осадки могут прийти с воздушным потоком в интересующий нас район. Так бывает при фронтальных осадках, охватывающих большой район и перемещающихся с определенной закономерностью. Труднее предвидеть осадки в безоблачную погоду при отсутствии атмосферных фронтов: нужно определить возможность развития внутри-массовой облачности и достижения ею такой стадии, когда облака начнут давать осадки. Можно ошибиться в оценке интенсивности процесса и определении времени начала выпадения осадков и, наконец, что весьма существенно, - в месте выпадения осадков при правильном прогнозе двух предшествующих деталей; осадки из развивающегося отдельного кучево-дождевого облака могут выпасть не в том пункте, в котором их ожидали, а рядом, в нескольких километрах в стороне, поскольку они будут носить локальный характер, свойственный внутримассовым ливневым осадкам. Ливни выпадают пятнами; даже в пределах одного города они могут быть в одном районе и не быть в соседнем, чего не случается с обложными дождями или снегопадами.

Еще труднее предсказать вид осадков из отдельных облаков: выпадет ли просто дождь или дождь с градом. В итоге можно сказать, что труднее всего предвидеть выпадение определенного вида внутримассовых осадков в конкретном месте, в определенное время. Именно поэтому такого вида прогнозы составляются не для отдельных населенных пунктов, а для района. Для таких осадков вполне правомерны формулировки типа: <местами кратковременные ливневые дожди>. Мы не вправе требовать от синоптиков больше того, что они в состоянии дать.

- Как предсказывают сильные морозы зимой?

Прогноз температуры воздуха для синоптиков - одна из наиболее простых задач, хотя в отдельных случаях и он представляет определенные трудности. Дело в том, что температура в приземном слое воздуха сильно зависит от состояния облачности и просчеты в прогнозе облачности почти неизбежно влекут за собой ошибки в прогнозе температуры. Однако изменения температуры поддаются строгим вычислениям, с помощью ЭВМ они производятся достаточно надежно. Случаи сильных морозов в средних широтах связаны обычно с вторжением масс очень холодного воздуха из арктических районов. Чаще всего это бывает после прохождения глубоких циклонов, в тыл которых и втягивается холодный арктический воздух. Процесс таких вторжений холода из Арктики хорошо прослеживается на картах погоды. На них же видны и те низкие температуры воздуха, которыми характеризуется каждое вторжение. На прогностических картах погоды, получаемых с помощью расчетов на ЭВМ, видно ожидаемое положение всех барических систем - циклонов и антициклонов, по ним же легко определяется, какие воздушные массы циркулируют в этих системах. Это облегчает синоптикам прогноз температуры в каждом интересующем нас районе, в том числе и прогноз экстремально низких температур, то есть сильных морозов, приносимых к нам из Арктики.

В Сибири сильные морозы могут наблюдаться и без вторжений арктических масс воздуха: в условиях длительной безоблачной антициклонической погоды и безветрия местный воздух в приземном слое сильно выхолаживается и морозы в континентальных районах средних широт нередко бывают сильнее, чем в Арктике, Эти случаи также без особого труда могут быть предсказаны синоптиками, даже без привлечения к расчетам ЭВМ.

- Можно ли предсказать засуху?

Современные методы краткосрочных прогнозов позволяют предсказать сохранение засух, если она налицо, или прекращение ее с заблаговременностью в несколько дней. Прогноз же засухи с заблаговременностью в несколько месяцев или даже недель - задача долгосрочной синоптики. Пока достаточно надежно эта задача не поддается решению. Если же говорить точнее, надежный

прогноз засухи возможен лишь в некоторых случаях и не всегда с требуемой заблаговременностью.

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