



Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана Центр по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий

Письмо-соглашение №. 2019-0010

о взаимодействии и сотрудничестве в целях улучшение потенциала развивающихся стран в Центральной Азии по эффективному использованию космических приложений для мониторинга и раннего предупреждения засух посредством Регионального механизма по борьбе с засухами

#### ИССЛЕДОВАНИЕ

ПО ОЦЕНКЕ ПРОБЛЕМ ЗАСУХИ И МОДЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЗАСУХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

### СОДЕРЖАНИЕ:

|   | BBF  | дение  | 5-7         |  |  |  |  |
|---|--|--|-------------|--|--|--|--|
|   | 0111   |  | <b>7</b> 10 |  |  |  |  |
| 1 |  | ЕНКА ПРОБЛЕМЫ ЗАСУХ В РЕГИОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ                                 | 7-12        |  |  |  |  |
|   | 1.1  | Определение и классификация засух  | 7-10        |  |  |  |  |
|   | 1.2.   | Состояние и возможности информационного обеспечения для изучения               | 10-12       |  |  |  |  |
|   |  | проблемы засух в регионе ЦА.   |             |  |  |  |  |
| 2 | ME   | ГОДЫ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ЗАСУХ.                                       | 12-15       |  |  |  |  |
|   | СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ              |  |             |  |  |  |  |
|   | МОНИТОРИНГА ЗАСУХ В РЕГИОНЕ, С УКАЗАНИЕМ ПРЕИМУЩЕСТВ И |  |             |  |  |  |  |
|   | ВОЗМОЖНЫХ СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ                              |  |             |  |  |  |  |
|   | 2.1  | Общие положения  | 12          |  |  |  |  |
|   | 2.2  | Методы параметризации и мониторинга засух на основе данных наземных            | 12-14       |  |  |  |  |
|   |  | наблюдений   |             |  |  |  |  |
|   | 2.3  | Методы параметризации и мониторинга засух на основе данных ДЗЗ                 | 14-15       |  |  |  |  |
|   | <u>L</u>   | i  |             |  |  |  |  |
| 3 |  | ОР СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ЗАСУХ В                                | 15-32       |  |  |  |  |
|   | PEI  | ИОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ  |             |  |  |  |  |
|   | 3.1  | Республика Казахстан: обзор исследований по засухе                             | 15-23       |  |  |  |  |
|   | 3.2  | Кыргызская Республика: обзор исследований по засухе                            | 23-27       |  |  |  |  |
|   | 3.3  | Республика Узбекистан: обзор исследований по засухе                            | 27-32       |  |  |  |  |
|   |  |  | 32-40       |  |  |  |  |
| 4 | возможности создания в центральной азии систем         |  |             |  |  |  |  |
|   | ·····•   | ІНЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О ЗАСУХАХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ                            |             |  |  |  |  |
|   | 4.1  | Возможности и трудности создания системы раннего предупреждения о засухах в ЦА | 32-34       |  |  |  |  |
|   | 4.2  | Основные направления деятельности в регионе ЦА по совершенствованию            | 34-36       |  |  |  |  |
|   |  | существующей системы мониторинга засух и созданию системы их раннего           |             |  |  |  |  |
|   |  | предупреждения   |             |  |  |  |  |
|   | 4.3  | Управление климатическими рисками и адаптационные механизмы. Меры по           | 36-40       |  |  |  |  |
|   |  | снижению уязвимости к засухам, используемые в регионе.                         |             |  |  |  |  |
|   | D A T/   |  | 40-41       |  |  |  |  |
|   | JAN  | ЛЮЧЕНИЕ  | 40-41       |  |  |  |  |
|   | PEK  | ОМЕНДАЦИИ  | 41-43       |  |  |  |  |
|   | 1 121  | Онендлин   | 41-43       |  |  |  |  |
|   | ПРИ  | ІЛОЖЕНИЕ 1 Основные проекты по управлению риском стихийных бедствий,           | 44-46       |  |  |  |  |
|   |  | бе с засухой и опустыниванием, и совершенствованием систем раннего             |             |  |  |  |  |
|   |  | упреждения засух в странах Центральной Азии по данным Национальных             |             |  |  |  |  |
|   |  | щений стран ЦА региона   |             |  |  |  |  |
|   |  | ІЛОЖЕНИЕ 2 Профили климатических рисков Кыргызской Республики                  | 47-50       |  |  |  |  |
|   |  | ублики Узбекистан и Республики Таджикистан                                     |             |  |  |  |  |
|   | ПРИ  | ІЛОЖЕНИЕ 3 Результаты анализа мировой практики моделирования                   | 51-53       |  |  |  |  |
|   |  | иторинга засух   |             |  |  |  |  |
|   | :  | ІЛОЖЕНИЕ 4 Основные пробелы в экологической политике и адаптации к             | 54-55       |  |  |  |  |
|   |  | енению климата стран Центральной Азии в контексте проблемы засухи и            |             |  |  |  |  |
|   | 1  | южных путей их решения для управления водными ресурсами и сельского            |             |  |  |  |  |
|   | ·····•   | йства  | <b>_</b>    |  |  |  |  |
|   | i  | ІЛОЖЕНИЕ 5 Рекомендации в области разработки политик и предложений по          | 56-57       |  |  |  |  |
|   | Heoc   | холимым политическим решениям. (policy recommendations)                        |             |  |  |  |  |

# **ИСПОЛНИТЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ**ПО ОЦЕНКЕ ПРОБЛЕМ ЗАСУХИ И МОДЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЗАСУХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

|                                  | <b>ВИТАЛИЙ САЛЬНИКОВ</b> Д.Г.Н., ПРОФЕССОР, ДЕКАН ФАКУЛЬТЕТА ГЕОГРАФИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ КАЗАХСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ АЛЬ - ФАРАБИ  |
|----------------------------------|---|
| ЭСПЕРТЫ:                         | АНДРЕЙ ПОДРЕЗОВ<br>К.Г.Н., ДОЦЕНТ, ЗАВ. КАФЕДРОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ, ЭКОЛОГИИ И<br>ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО<br>ФАКУЛЬТЕТА КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКОГО СЛАВЯНСКОГО<br>УНИВЕРСИТЕТА |
| ОБЩАЯ<br>РЕДАКЦИЯ И<br>ПЕРЕВОДЫ: | <b>БЕКМАГАНБЕТОВА САМАЛ</b> – ГЛАВНЫЙ ЭКСПЕРТ ЦЕНТРА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И СНИЖЕНИЮ РИСКА СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ  |
| ПРИ<br>ПОДДЕРЖКЕ:                | <b>КОСТЕНКО АЛЕКСАНДРЫ И КАРЕНЕЕВОЙ КАРИНЫ</b> – СТУДЕНТОВ КАЗАХСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ АЛЬ -ФАРАБИ  |

### ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ:

| БД                | База данных  |
|-------------------|--|
| ВИ                | Вегетативный индекс  |
| BMO               | Всемирная метеорологическая организация                          |
| ГИС               | Географические информационные системы                            |
| ГТК               | Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова                     |
| Д33               | Дистанционное зондирование Земли                                 |
| ДМП               | Долгосрочный метеорологический прогноз                           |
| КБО               | Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием                         |
| KT                | Контролируемые территории  |
| MOH               | Метеорологическое обслуживание населения                         |
| МОН РК            | Министерство образования и науки Республики Казахстан;           |
| МЧС               | Министерство по чрезвычайным ситуациям                           |
| НМГС              | Национальная метеорологическая и гидрологическая служба          |
| нпд               | Национальные программы действий по борьбе с опустыниванием       |
| RO                | Опасные метеорологические явления                                |
| ПКО               | Опасные явления природы  |
| РГП «Казгидромет» | Республиканское государственное предприятие «Казгидромет»        |
| СРПЗ              | Системы раннего предупреждения о засухе                          |
| СРПД/БО           | Субрегиональная программа действий по борьбе с опустыниванием    |
| ЦА                | Центральная Азия   |
| ЧС                | Чрезвычайная ситуация  |
| ЧП                | Чрезвычайное происшествие  |
| DRM               | Управление рисками стихийных бедствий                            |
| EFI               | Индекс экстремальности   |
| FAR               | Доля ложных тревог   |
| HWDI              | Индекс продолжительности волн тепла                              |
| NDVI              | Нормализовано - разностный вегетационный индекс                  |
| R                 | Коэффициент корреляции   |
| RMSS              | Оценка среднеквадратического показателя качества                 |
| ROC               | Относительные оперативные характеристики                         |
| Si                | Индекс засушливости Д.А. Педя                                    |
| SPI               | Стандартизированный индекс осадков                               |
| SVSLRF            | Стандартизованная система верификации для долгосрочных прогнозов |
| VCI               | Индекс условий вегетации   |

#### ВВЕДЕНИЕ

Данное исследование проведено в качестве обзора и представления рекомендаций для действий в целях улучшение потенциала стран в Центральной Азии по эффективному использованию космических приложений для мониторинга и раннего предупреждения засух посредством создания Регионального механизма по борьбе с засухами и другой связанной деятельности в регионе Центральной Азии. Обзорное исследование подготовлено независимыми экспертами с целью стимулировать дискуссию и предложить политические рекомендации и направления действий в данном регионе.

С географической точки зрения Центральная Азия — это чрезвычайно обширный регион, не имеющий прямого выхода к океану, расположенный в центре Евразийского материка (рис. 1<sup>1</sup>).



**Рисунок 1** Физическая карта Центральной Азии

Основные климато - географические характеристики стран ЦА приведены в таблице 1.

Географическое положение региона определяет высокую подверженность страны различным климатически обусловленным стихийным бедствиям, таким как землетрясения, наводнения, засухи и селевые потоки, которые существенно влияют на устойчивое развитие государств, условия жизни людей, включая их доступ к надлежащему питанию и питьевой воде.

Около 75 % территории можно оценить как недостаточно защищённые от ЧС природного характера. Всё более неблагоприятное изменение климата, характеризующееся повышением температуры, ростом испарения ограничивает экономическую деятельность, включая такие как сельское хозяйство, и оказывает давление на ограниченные природные ресурсы<sup>2</sup>.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> GRID-Arendal, 2019, http://www.grida.no/resources/11141)

<sup>-</sup>

<sup>2</sup> Мобилизация финансовых средств для реализации ЦУР по темам воды, энергии и климата. Обзорное исследование. Азиатский банк развития, 2019

Для стран Центральной Азии засуха также является обычным и распространенным явлением.

По статистике<sup>3</sup>, основной экономический риск природных бедствий в регионе Центральной Азии связан с землетрясениями, далее в порядке убывания следует риск наводнений, селей, оползней и засух, но при этом наибольшее количество пострадавших - до 70% - от их общего числа<sup>4</sup> в регионе вызвано засухами.

**Таблица 1** Основные климато - географические характеристики стран Центральной Азии (по состоянию на 2017 г)

| Характеристика                           | Казахстан                | Кыргызстан     | Таджики-       | Туркмени-                | Узбекистан   |
|--|--------------------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------|
|  |                          |                | стан           | стан                     |              |
| Площадь территории, тыс. км <sup>2</sup> | 2 724,9                  | 187,5          | 142, 6         | 491,2                    | 448,9        |
| Доля равнинной территории, %             | 58 пустыни и полупустыни | 15             | 7              | 80 пустыни и полупустыни | 78,8         |
| Доля горной территории,<br>%             | 10                       | 85             | 93             | 10                       | 21,2         |
| Доля в общей территории земель           | 23 земледелие            | 52             | 53,6           | 69,4 c/x                 | 46,1 c/x     |
| сельскохозяйственного назначения,        | 70                       |                |                | назначения,              | назначения,  |
| (%)                                      | животноводство           |                |                | 27,6 земли               | 20,1 земли   |
|  |                          |                |                | запаса                   | запаса       |
| Максимальная и минимальная               | 7010 м;                  | 7439 м         | 7495 м,        | 3139 м                   | 4643 м       |
| высотные отметки                         | -132 м                   | 488 м          | 300 м          | -81 м                    | -12,8 м      |
| Средняя температура января               | - 3°C (юг),              | -2,2°С (юг),   | +2°C B         | + 4°C (юг),              | +3°C (юг),   |
|  | -18°С (север)            | -29,1°С (горы) | долинах        | -5°С (северо-            | -10°C (плато |
|  | 17                       |                | -27 °C в горах | восток)                  | Устюрт)      |
| Средняя температура июля                 | юг +29°С,                | +26,8°С(юг),   | +30°C B        | + 34°C (юг),             | +37°С юг,    |
|  | север +19°С              | +4,1°С(горы)   | долинах        | +28°С (северо-           | +33°С север  |
|  | _                        |                | +4°С в горах   | восток)                  | _            |
| Максимальная и минимальные               | +49°C (пуст.             | +43,6°C        | +47°С(Нижний   | +50°С Репетек            | +50°С (юг),  |
| абсолютные температуры                   | Кызылкум)                | (Чуйская       | Пяндж)         | -32,8°С Кушка            | -40°C (плато |
|  | -57°C (север)            | долина)        | -63°С (оз.     |                          | Устюрт)      |
|  |                          | -53,6°C        | Булункуль)     |                          |              |
|  |                          | (Аксай)        |                |                          |              |
| Изменение среднегодового                 | менее 100 в              | менее 150 в    | от 70 на       | менее 100 в              | менее 100 в  |
| количества осадков по территории,        | пустынях, до             | пустынях, 400- | восточном      | пустынях, до             | пустынях, до |
| (MM)                                     | 500 в степях, до         | 600 в долинах, | Памире до      | 150 на                   | 900 в горах  |
|  | 1600 в горах             | до 1600 в      | 1800 в горах   | равнинах, 350            |              |
|  |                          | горах          |                | в горах                  |              |
| Доля сельского хозяйства в ВВП (%)       | 7                        | 38             | 21             | 18                       | 24           |

Засухи, особенно в их экстремальном проявлении, оказывают ускоряющее воздействие на развитие опустынивания, основной причиной которого являются чрезмерные антропогенные нагрузки, усиливающиеся в условиях длительных и интенсивных засух $^5$ . В связи с этим, чрезвычайно важным становится вопрос о развитии и улучшении современных систем мониторинга и заблаговременного прогнозирования засух, а также обеспечения готовности к ним и смягчению их последствий.

В соответствии с техническим заданием цель исследования заключалась в проведении оценки проблем засухи и существующих моделей мониторинга засух в регионе Центральной Азии.

Особый акцент был сделан на анализе используемых способов параметризации засух, и возможностям создания систем раннего предупреждения засух на основе гидродинамического моделирования и дистанционного зондирования. В завершении исследовательской работы даны

<sup>&</sup>lt;sup>3 3</sup> Central Asia and Caucasus Disaster Risk Management Initiative (CACDRMI): Risk Assessment for Central Asia and Caucasus Desk Study Review (CAC DRMI): Risk Assessment for Central Asia and Caucasus Desk Study Review/ The World Bank, UNISDR, CAREC, GFDRR. 2009. 172 p.

<sup>&</sup>lt;sup>4 4</sup> Central Asia and Caucasus Disaster Risk Management Initiative (CACDRMI): Risk Assessment for Central Asia and Caucasus Desk Study Review (CAC DRMI): Risk Assessment for Central Asia and Caucasus Desk Study Review/ The World Bank, UNISDR, CAREC, GFDRR. 2009. 172 p.

 $<sup>^{5}</sup>$  Грингоф И. Г. Засухи и опустынивание — экологические проблемы современности //Труды ВНИИСХМ. -2000. - Вып. 33. - С.14—40.

выводы и рекомендации для стран Центральной Азии по возможным механизмам смягчения последствий засух.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- Проведение обзора современных, наиболее значимых исследований по проблеме засух, в том числе в региональном аспекте;
- Оценка степени актуальности проблем засух в регионе ЦА;
- Проведение анализа возможностей информационного обеспечения параметризации и моделирования засух;
- Проведение сопоставительного (сравнительного) анализа существующих методов параметризации (моделей мониторинга засух) в регионе, с указанием преимуществ и возможных сфер применения;
- Проведение анализа используемых в настоящее время адаптационных механизмов по снижению уязвимости к засухам в регионе ЦА;
- Оценка возможности создания систем раннего предупреждения о засухах в регионе ЦА для целей управления.

#### Методология обзорного исследования.

Данное обзорное исследование строилось на основе всестороннего анализа репрезентативного материала, характеризующего современное состояние изученности проблемы засух в регионе Центральной Азии, оценки значимости фактов, теоретического обобщения, логических выводов и практических рекомендаций. Методология выполнения данного обзорного исследования включает:

- Сбор информации о состоянии изученности вопроса, обзор литературы, сравнение информации по теме исследования из доступных и открытых источников;
- Систематизацию разносторонних подходов и методов к решению проблемы исследования и прогнозирования засух апробированную в мировом сообществе;
- Сравнительный анализ состояния оценке проблем засухи, первичной исходной информации и моделей мониторинга засух в мире и в Центральной Азии;
- Обзор последних исследований в области смягчения рисков и ущерба от засух с указанием тенденций в развитии этих знаний применительно к странам Центрально-Азиатского региона.

Важно отметить, что на момент написания отчёта аналитических работ по выявлению потенциала для решения проблем с засухами в регионе ЦА в открытых источниках практически нет, поэтому выводы и рекомендации в данном исследовании сделаны на основе собственной экспертизы авторов со ссылками и экстраполяцией на общепринятые существующие оценки мониторинга и последствий засухи в мировой практике и по исследуемому региону.

#### 1. ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ ЗАСУХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

#### 1.1. Определение и классификация засух

Как уже было сказано выше, Центрально Азиатский регион в силу своего географического положения является уязвимым к засухам.

Несмотря на масштабность и продолжительность, засуха является региональными явлением и даже в пределах территории одной страны ее интенсивность и воздействие в каждом регионе проявляется по-разному, так как каждый регион обладает особыми климатическими характеристиками: количеством, сезонным характером и формой осадков, режимами температуры воздуха, ветра и влажности почвы и другими компонентами гидрологического цикла.

В Центрально Азиатском регионе нет единого общепринятого определения засух, поэтому в официальных документах рассматриваемых стран используется разнообразная трактовка.

#### Определение засухи в соответствии с Конвенцией ООН6:

"Засуха" означает естественное явление, возникающее, когда количество осадков значительно ниже нормальных зафиксированных уровней, что вызывает серьезное нарушение гидрологического равновесия, неблагоприятно сказывающегося на продуктивности земельных ресурсов.

"Смягчение последствий засухи" означает деятельность, связанную с прогнозированием засухи и направленную на снижение уязвимости общества и природных систем перед лицом засухи, поскольку это входит в рамки процесса борьбы с опустыниванием.

Условия увлажнения любой территории, по сути, являются соотношением между количеством атмосферных осадков и испаряемостью (или температурой воздуха, т.к. испаряемость — функция температуры). При избыточном увлажнении осадки превышают испаряемость, и часть выпавших осадков удаляется через подземный и поверхностный сток. При недостаточном увлажнении осадков выпадает меньше, чем их может испариться. Неустойчивое увлажнение — это чередование засух с относительно влажными периодами. Избыточное и недостаточное увлажнение почвы вредно сказывается на росте и развитии растений. При недостаточном количестве влаги растения не в полной мере используют ресурсы тепла и питания, что, в конечном счете, сказывается на состоянии растительного покрова.

**Определение** засухи в **Казахстане:** В Казахстане деятельность по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера регламентируется законом о Гражданской защите<sup>7</sup> В нем нет прямого упоминания засух, в основном речь идет о чрезвычайных ситуациях.

Различные определения засух встречаются в других нормативных документах и различных научно-прикладных исследованиях:

- «Засуха» сохранение в течение 20 дней и более относительной влажности воздуха днем 30% и менее при запасах влаги 35 мм и менее в метровом слое почвы, вызывающее повреждение растений»<sup>8</sup>;
- Значительный недостаток осадков в течение длительного времени весной или летом при повышенной температуре воздуха называется «засухой»;
- "Засуха" означает естественное явление, возникающее, когда количество осадков значительно ниже нормальных зафиксированных уровней, что вызывает серьезное нарушение гидрологического равновесия, неблагоприятно сказывающегося на продуктивности земельных ресурсов.

Определение засухи в Кыргызстане: В Кыргызстане национальная классификация чрезвычайных ситуаций и критериев их оценки утверждена постановлением Правительства КР от 22 ноября 2018 года. Она определяет организационно-правовые нормы оценки чрезвычайных ситуаций по степени их тяжести и регулирует отношения, возникающие в процессе деятельности органов управления Гражданской защиты. По этой классификации9:

- «Атмосферная засуха» определяется как отсутствие эффективных осадков (более 5 мм в сутки) в период вегетации в течение 30 дней подряд и более при максимальной температуре воздуха выше 30 °C. В отдельные дни (не более 25% продолжительности периода) допускается наличие максимальной температуры нижеуказанных значений;
- «Засуха почвенная» ситуация, при которой в течение 2-х декад в слое 0-20 см запасы продуктивной влаги составляют 10 мм и менее.

Определений засухи в официальных нормативных и правовых актах Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана найти в рамках данного исследования не удалось.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке"(Заключена В Γ. Париже 17.06.1994)

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Закон Республики Казахстан О гражданской защите. (с изменениями и дополнениями по состоянию на 11.04.2019 г.)

 $<sup>^{8}</sup>$  Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 августа 1997 года № 1298 "О Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций"

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Постановление Правительства КР «Об утверждении Классификации чрезвычайных ситуаций и критериев их оценки в Кыргызской Республике» от 22 ноября 2018 года № 550.

Таким образом, засуха — комплексное явление, которое может рассматриваться с нескольких точек зрения. Центральное место в определениях засухи занимает понятие дефицита влаги. Трудности в определении засухи, наблюдаемые во всех странах Центральной Азии, связаны с необходимостью рассмотрения разных компонентов гидрологического цикла, а также периодов времени и сред, соответственно, когда и где дефицит влаги проявляется. Ситуация, когда одновременно возникают длительный недостаток влаги в почве на большой глубине и краткосрочный ее избыток в верхнем слое, отражает сложность, связанную с определением и идентификацией засух.

Существуют разные подходы к классификации **засух**. В зависимости от среды, в которой наблюдаются признаки дефицита влаги, различают атмосферные и почвенные засухи, а также говорят об общей **атмосферно-почвенной засухе**<sup>10</sup>.

В зарубежной литературе, ориентированной на мониторинг засух в регионах с большим риском продолжительных засух и развитой системой страхования, широкое распространение имеет более детальная классификация **засух**, учитывающая виды и выраженность их последствий<sup>11</sup>.

### В регионе ЦА засухи, рассматриваемые как проявление климатической изменчивости, подразделяются на следующие категории $^{12}$ :

#### ✓ Метеорологическая засуха.

Основным признаком метеорологической засухи является дефицит количества осадков, который сопровождается уменьшением поверхностного стока, инфильтрации и пополнения грунтовых вод, а также другими явлениями: высокой температурой, низкой относительной влажностью, уменьшением облачности, повышенным приходом солнечной радиации, совокупность которых приводит к увеличенному испарению и транспирации влаги растениями. Метеорологическая засуха может развиваться очень быстро и резко закончиться.

#### ✓ Сельскохозяйственная засуха.

Сельскохозяйственная засуха характеризуется дефицитом влажности почвы, приводящим к стрессу растений, уменьшению биопродуктивности и урожая. Агрометеорологические показатели, используемые для мониторинга сельскохозяйственных засух в странах Центральной Азии, учитывают сопряженные изменения физических показателей приземного слоя воздуха и корнеобитаемых горизонтов почвы, а также изменения показателей роста биомассы. Начало сельскохозяйственной засухи по времени может значительно отличаться от начала метеорологической в зависимости от имеющихся влагозапасов. Возникновению данного вида засух способствует влияние дополнительных факторов, препятствующих накоплению запасов влаги в почве: зимой— недостаток снега, ранней весной— неблагоприятные условия впитывания талых вод (бурное снеготаяние, промерзшая или бесструктурная почва, наличие ледяных корок). По времени наступления сельскохозяйственные засухи подразделяются на весенние, летние и осенние. Иногда засухи продолжаются несколько месяцев подряд, охватывая два-три сезона. По интенсивности и охвату территории засухи делятся на очень сильные, сильные, средние и слабые. Наибольший ущерб зерновым культурам наносят очень сильные и сильные весенне-летние засухи в мае и июне.

#### ✓ Гидрологическая засуха.

Для гидрологической засухи характерны уменьшение поступления воды в реки и водоемы и понижение их уровня, уменьшение запасов грунтовых вод, что приводит к затруднениям в удовлетворении потребностей в воде, а также сокращение площади болот. Степень суровости гидрологической засухи определяется, как правило, для водосборов или речных бассейнов. Гидрологическая засуха обычно наступает с запаздыванием по сравнению с метеорологической и сельскохозяйственной. Поскольку регионы связаны между собой гидрологическими системами, область распространения гидрологической засухи может иметь большую протяженность, чем область вызвавшей ее метеорологической засухи. Выявление связи гидрологических засух с дефицитом осадков, обусловленным климатическими причинами, часто осложняется из-за одновременного

 $<sup>^{10}</sup>$  Байдал М. Х., Неушкин А. И. Макроциркуляционные факторы и прогноз засух в основных сельскохозяйственных районах СССР // Труды ВНИГМИ. - 1979. — Вып. 59. - С. 6-11.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Bull. American meteorological society. Meteorological drought —Policy statement,. -1997. - vol.78. pp.847-849.

 $<sup>^{12}</sup>$  Мещерская А. В., Блажевич В. Г., Голод М. П., Белянкина И.Г. Мониторинг засушливости на территории основных зернопроизводящих районов СНГ за последнее столетие // Труды ВНИИСХМ. -2000. - Вып. 33. - С. 41—63.

воздействия на гидрологические характеристики бассейна факторов иной природы, таких как изменение в землепользовании (вырубка леса), деградация земель, а также строительство дамб. Изменение в землепользовании в верховьях реки может изменить такие гидрологические характеристики, как скорость инфильтрации и поверхностный сток, в результате чего ниже по течению изменчивость речного стока приведет к увеличению вероятности появления гидрологической засухи. Изменение в землепользовании является одним из антропогенных воздействий, вызывающих увеличение числа ситуаций с дефицитом воды даже при отсутствии изменений в частоте возникновения первичного явления — метеорологической засухи.

#### ✓ Засухи, имеющие социально-экономические последствия.

К этому типу могут быть отнесены засухи, интенсивность и масштабы которых губительно влияют на состояние экономики страны (региона) и приводят к значительным социальным последствиям, иногда приобретающим характер гуманитарной катастрофы. При этом засухи рассматривались исключительно с точки зрения их влияния на урожай. Ряд каталогов засух, составленных для территории Центральной Азии, базировались на данных об урожайности зерновых культур, а метеорологическая информация привлекалась лишь в качестве сопутствующей.

### 1.2. Состояние и возможности информационного обеспечения для изучения проблемы засух в Центральной Азии

Оценка климатических изменений условий засушливости основывается на данных специализированных наблюдений, которые проводились в Центральной Азии на всей территории в разных природных зонах в течение нескольких десятилетий. К таким наблюдениям относятся как наблюдения за влажностью почвы, являющейся ключевой характеристикой в определении условий засушливости, так и другие наблюдения, дающие возможность мониторинга процессов тепло-и влагообмена в приповерхностном слое, в частности, наблюдения за испарением с поверхности почвы и водной поверхности.

Традиционно в регионе за мониторинг засух отвечают Национальные Гидрометслужбы<sup>13</sup>.

Начиная с 1991 года состояние государственной гидрометеорологической сети наблюдений было неоднозначным. В начале этого периода произошло резкое сокращение государственного финансирования гидрометеорологических служб в Кыргызстане, Казахстане и Таджикистане, в лучшем положении оказались Туркменистан и Узбекистан, практически полностью сохранившие свою гидрометеорологическую сеть наблюдений. В настоящее время ситуация улучшается, сеть наблюдений восстанавливается как при участии государства, так и на основе помощи международных организаций.

Несмотря на то, что национальным Гидрометслужбам удалось в целом сохранить высоко квалифицированный персонал, занимавшийся обработкой данных сети, постов наблюдения и подготовкой прогнозов погоды и речного стока, сеть наблюдения не обеспечивала достаточно точных данных для надежной оценки экстремальных погодных условий и их воздействия, в результате чего ухудшилось качество прогнозирования.

С обретением независимости необходимо было заново организовывать сотрудничество между национальными Гидрометслужбами и решать проблемы на национальном уровне, а также развивать кооперацию с национальными министерствами и международными организациями.

Особо резкому сокращению в регионе подверглась агрометеорологическая сеть, что повысило уязвимость секторов хозяйства к сельскохозяйственной засухе. В Центральной Азии, где сельское хозяйство является источником занятости для большой части населения и составляет значительную долю в экономике, важную роль играют относительно точные долгосрочные прогнозы, которые невозможны без систематизированной базы данных для прогнозирования взаимосвязи урожая и

-

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> Засуха. Оценка управления и смягчения эффектов для Стран Центральной Азии и Кавказа. Отчет Всемирного банка №31998-ECA – 2005.

погоды, а также научных исследований влияния погоды на сельскохозяйственные культуры и их конечный урожай.

К примеру, в проекте "Комплексное управление природными ресурсами в подверженных засухе и засоленных сельскохозяйственных производственных ландшафтах Центральной Азии и Турции (ИСЦАУЗР-2)» в области управления рисками засухи в сельском хозяйстве Кыргызстана выявлены следующие проблемы:

- Модернизация сети наблюдений Кыргызгидромета недостаточно охватывает агрометеорологические станции;
- Агрометеорологическое оборудование физически устарело и требует срочного обновления;
- Техническое состояние сети агрометеорологических наблюдений приводит к нарушению выхода агрометеорологической продукции;
- На 20 метеорологических станциях и 10 агрометеорологических постах, входящих в агрометеорологическую сеть Кыргызгидромета, ощущается острая нехватка приборов для определения влажности, промерзания и оттаивания почвы;
- Отсутствуют агрометеорологические наблюдения и программное обеспечение для прогнозирования почвенной и атмосферной засухи, сухого ветра, града, гололеда;
- Низкий уровень подготовки специалистов агрометеорологии.

#### Аналогичные проблемы можно отметить и в других странах Центральной Азии.

В настоящее время возможности информационного обеспечения для изучения проблемы засух в регионе Центральной Азии существенно улучшены. Это стало возможным в результате того, что национальные Гидрометслужбы получили значительную зарубежную помощь.

АМРUSAID, NOAA, Швейцарское агентство по развитию и сотрудничеству, Всемирная метеорологическая организация и Всемирный банк произвели значительные инвестиции в разнообразные меры по модернизации метеорологических и гидрометеорологических систем наблюдения и обмен данными в Центральной Азии, а также в повышение потенциала работников Гидрометслужб по использованию новых технологий, что позволило на 20-50% повысить точность прогнозов речного стока и на 5-20% точность прогнозов погоды.

<u>Узбекистан, Казахстан, Кыргызстан и Таджикистан разработали Профили климатических рисков.</u> Весь комплекс предпринятых мер позволил заметно улучшить качество мониторинга и обеспечить условия для развития систем раннего предупреждения засухи в регионе Центральной Азии.

Все страны Центральной Азии являются Сторонами Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО). В соответствии с положениями Конвенции все они подготовили Национальные программы действий (НПД) по борьбе с опустыниванием 14.

Поскольку опустынивание и засуха являются трансграничными проблемами, поэтому НПД предусматривают совместные действия для борьбы с опустыниванием и засухой. На основе этого было принято решение <u>о разработке Субрегиональной программы действий по борьбе с опустыниванием (СРПД/БО)</u> в контексте КБО.

С учетом положений Конвенции подготовка и осуществление СРПД/БО рассматривается в качестве неотъемлемой части страновых национальных политик в области устойчивого развития. Была признана необходимость того, чтобы рамки субрегионального сотрудничества охватывали не только НПД, но и другие национальные планы действий по улучшению социально-экономической и экологической ситуации.

Кроме этого, необходима взаимосвязь с другими международными конвенциями и соответствующими юридическими соглашениями, а также региональными и/или глобальными программами, связанными с борьбой с опустыниванием и засухой.

 $<sup>^{14}</sup>$  Национальный доклад Республики Узбекистан по осуществлению конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием и засухой (КБО). Ташкент – 2006.

**В приложении 1** перечислены основные международные проекты по управлению риском стихийных бедствий, борьбе с засухой и опустыниванием, и совершенствованием системы раннего предупреждения засух в странах Центральной Азии<sup>15</sup>.

# 2. МЕТОДЫ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ЗАСУХ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЗАСУХ В РЕГИОНЕ, С УКАЗАНИЕМ ПРЕИМУЩЕСТВ И ВОЗМОЖНЫХ СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ.

#### 2.1. Общие положения

Причины возникновения засух лежат в основе предлагаемых методов для параметризации и моделирования мониторинга засух и осуществления руководства в области заблаговременных предупреждений и оценок. Их разработка ведётся в следующих направлениях:

- Использование единого показателя или индекса;
- Использование множества показателей или индексов:
- Использование комплексных или гибридных показателей.

В настоящее время в мировой практике используются различные приёмы моделирования (параметризации) засух. Многие из них обобщены в «Справочнике ВМО по показателям и индексам засушливости» $^{16}$ 

Несмотря на то, что изучению засух в регионе ЦА уделялось достаточно большое внимание, до настоящего времени здесь не существует единого индекса или показателя, который мог бы характеризовать все типы засух, климатических режимов и секторов, подвергающихся воздействию засухи, и применяться к ним. При этом, используемые в регионе индексы имеют региональные особенности.

В данном исследовании подробно рассмотрены лишь те индексы, которые возможны к применению или уже используются в мониторинге засух в регионе Центральной Азии.

### 2.2 Методы параметризации и мониторинга засух на основе данных наземных наблюдений

При традиционных определениях засухи и ее параметров используются такие метеорологические данные, как количество осадков, температура поверхности почвы и воздуха, влажность почвы и воздуха и др. Для разных природных условий предложены разнообразные индексы, позволяющие проводить мониторинг засухи. Одного индекса, универсального, оптимального для всего региона на момент написания обзора не существует.

В таблице 2 приведены основные индексы, наиболее широко распространённые в рассматриваемом регионе.

 $<sup>^{15}</sup>$  Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Душанбе, 2014.-167 с.

Третье национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Ташкент, 2016. – 246 с

Третье национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Б.: ОсОО «Эль Элион», 2016. - 274 с.

Седьмое национальное Сообщение и третий двухгодичный Доклад Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана , 2017. - 304 с.

 $<sup>^{16}</sup>$  Справочник по показателям и индексам засушливости. Комплексная программа борьбы с засухой (КПБ3). ВМО-№ 1173. 2016

Таблица 2 Основные индексы, наиболее распространённые в регионе Центральной Азии

| Название индекса  | Условн<br>ое<br>обознач<br>ение | Формула расчёта  | Исходная информация для расчёта  | Доступность информации для его расчёта |
|---|---------------------------------|--|--|--|
| Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова <sup>17</sup> ,  | (ΓΤΚ) <sup>18</sup> ,           | $\Gamma TK = \frac{\sum r}{0,1 \sum t}$  | ∑г - суммы осадков (мм) ∑t - суммы сумме активных среднесуточных температур воздуха      | Доступна                               |
| Показатель увлажнения Иванова Н.Н. <sup>19</sup>  | K                               | $K = \frac{\overline{R}}{\overline{E_0}},$   | $R$ — сумма осадков за год, мм $\overline{E}_0$ — испаряемость за год, мм                | Частично<br>доступна                   |
| Индекс Педя (атмосферно-почвенная засуха)   | Si                              | $S_{i}(\tau) = \frac{\Delta T}{\sigma_{T}} - \frac{\Delta R}{\sigma_{R}} - \frac{\Delta E}{\sigma_{E}}$ $S_{i}(\tau) = \frac{\Delta T}{\sigma_{T}} - \frac{\Delta R}{\sigma_{R}}.$ $S_{i}(\tau) = \frac{\Delta E}{\sigma_{C}}$ | $\Delta T$ , $\Delta R$ , $\Delta Y$ — аномалии температуры воздуха, атмосферных осадков | Частично<br>доступна                   |
| Индекс Педя<br>(атмосферная засуха)   | Si                              | $S_i(\tau) = \frac{\Delta T}{\sigma_T} - \frac{\Delta R}{\sigma_R}.$   | и влажности в деятельном слое почвы (до 1 м)   | Доступна                               |
| Индекс Педя<br>(почвенная засуха)   | Si                              | $S_i(\tau) = \frac{\Delta E}{\sigma_E}$  |  | Частично<br>доступна                   |
| Стандартизированный индекс осадков <sup>20 21</sup> .   | SPI                             | $SPI = F^{-1}G(R)$   | Осадки   | Доступна                               |
| Стандартизированный индекс осадков - эвапотранспирации (the Standardized Precipitation Evapotranspiration index,) <sup>22</sup> . | SPEI                            | Di= Ri-PETi  | (R)-месячные суммы осадков и РЕТ потенциальная эвапотранспирации                         |  |
| Индекс Палмера <sup>23</sup> (Palmer Drought Severity Index). <sup>2425</sup> .   | PDSI                            |  | Осадки, температура, доступная влага   | Частично доступна                      |

Часто обобщенным критерием засухи считается уровень снижения урожайности основной сельскохозяйственной культуры. Урожайность в каждом конкретном году формируется под воздействием комплекса факторов, которые можно разделить на две составляющие: уровень культуры земледелия и погодные условия<sup>2627</sup>.

Однако все эти предложенные методы не всегда выявляют засуху, и не в полной мере отражают влияние засухи на продуктивность сельскохозяйственных культур. Можно сказать, что не существует одного универсального метода или индекса, пригодного для всех природных зон региона Центральной Азии. Поэтому на рассматриваемой территории существует необходимость оценки региональной значимости основных критериев

Гидрометеоиздат, 1992. - 424 с.

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Чирков Ю.И. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 320 с.

 $<sup>^{18}</sup>$  Чирков Ю.И. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 320 с.

 $<sup>^{19}</sup>$  Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко и др.. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. - 512 с.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Łabędzki, L.; Bąk, B. Meteorological and agricultural drought indices used in drought monitoring in Poland: a review. *Meteorol Hydrol Water Manag* **2014**, 2(2), 3–14.

<sup>21</sup> Руководство для пользователей стандартизированного индекса осадков. Выпуск № 1090. Женева: ВМО, 2012.

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Vicente-Serrano, S.M.; Beguería, S.; López-Moreno, J.I. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *J Clim* **2010**, 23(7), 1696–1718.

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> Sivakumar, M.; Motha, R.; Wilhite, D.; Wood, D. *Agricultural Drought Indices: Proceedings of an Expert Meeting*. World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland, 2010.

<sup>24</sup> Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. Санкт-Петербург:

<sup>25</sup> Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2005. -525 с.

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. № 3. Алматы, 2010. РГП «Казгидромет», С. 27-38.

 $<sup>^{27}</sup>$  Дмитриева Л.И. Оценка временной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур /Методическое указание/ - Одесса: ОГМИ, 1985. -19 с.

параметризации засух, а также оценке их влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур относительно климатических норм конкретного региона (с учетом биоклиматического потенциала).

### 2.3 Методы параметризации и мониторинга засух на основе данных дистанционного зондирования Земли

Анализ условий засушливости по данным дистанционного зондирования земли из космоса в регионе ЦА базируется на используются специальных общепринятых комплексных параметрах – индексах вегетации.

Методы их расчета базируются на различной отражательной способности зеленой биомассы в видимом (RED) и ближнем инфракрасном (NIR) диапазонах спектра.

В таблице 3 приведены основные индексы, наиболее широко распространённые в рассматриваемом регионе.

| Название индекса                         | Условн  | Формула расчёта  | Исходная информация | Доступность    |
|--|---------|--|---------------------|----------------|
|  | oe      |  | для расчёта         | информации для |
|  | обознач |  |                     | его расчёта    |
|  | ение    |  |                     | or o part rora |
| Нормализованный                          | NDVI    | NID DED  |                     |                |
|  | NDVI    | $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$                             |                     |                |
| дифференциальный                         |         | $NDVI = \frac{1}{MID + DED}$                                     |                     |                |
| вегетационный индекс <sup>28</sup>       |         |  |                     |                |
| Индекс условий вегетации <sup>29</sup> : | VCI     | $VCI = \frac{NDVI_{i} - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}}$ | Спутниковые данные  |                |
|  |         | $VCI = \frac{i}{NDVI}$   | низкого и среднего  |                |
|  |         | $NDVI_{\max} - NDVI_{\min}$                                      | * ' '               |                |
| Интегральный                             | IVI     | 18   | пространственного   | П              |
| вегетационный индекс                     |         | $IVI = \sum_{i=1}^{10} NDVI_{i}$                                 | разрешения (NOAA-   | Доступна       |
| вегетационный индекс                     |         | $IVI = \sum_{i} IVDVI_i$   | AVHRR, SPOT- IV,    |                |
|  |         | i=1  | MODIS), температура |                |
| Интегральный индекс                      | IVCI    | IVI - IVI.   | воздуха             |                |
| условий вегетации                        |         | $IVCI = \frac{1 \cdot 1_i}{1 \cdot 1 \cdot 1_{\min}}$            |                     |                |
| ,  |         | $IVCI = \frac{IVI_i - IVI_{\min}}{IVI_{\max} - IVI_{\min}}$      |                     |                |
| Индекс «засухи» <sup>30</sup>            | ID      | $ID = (T4_{\text{Д}} + T4_{\text{H}})/NDVI$                      |                     |                |

Таблица 3 Основные индексы вегетации, наиболее распространённые в регионе ЦА

Система космического мониторинга засух прошла опытную эксплуатацию на территории Акмолинской области Казахстана в вегетационном сезоне 2011 г. Тестирование технологий осуществлялось НЦКИТ совместно с ТОО «Научно производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева». В ходе эксплуатации было подтверждено, что технологии оперативного и сезонного мониторинга обеспечивают раннюю диагностику засухи и позволяют контролировать ее развитие. Заблаговременное выявление территорий, подвергшихся засухе, дает возможность своевременно принять меры для смягчения ее последствий и снижения ущерба<sup>31</sup>.

Для анализа долговременных изменений состояния растительности, к которым относятся и процессы опустынивания, дополнительным требованием является обеспечение покрытия всей территории однородными спутниковыми данными. В настоящее время вышеперечисленным

 $<sup>^{28}</sup>$  Мещерская А.В. Индекс засухи и урожайность зерновых культур // Метеорология и гидрология. -1988. -№ 2. - C. 91–98

<sup>29</sup> Kogan F.N. Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas // Int.Journal of Remote Sensing. – 1990. – Vol. 11. – P. 1405–1419

<sup>30</sup> Щербенко Е.В. Дистанционные методы выявления сельскохозяйственной засухи // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2007. Выпуск 4. Т. 2. С. 408-419.

<sup>31</sup> Спивак Л.Ф., Витковская И.С., Батырбаева М.Ж, Муратова Н.Р., Кауазов А.М. Космический мониторинг засух в Казахстане: анализ многолетних данных дистанционного зондирования // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. Вып. 14, 2012, с 15-23.

требованиям в наибольшей степени соответствуют спутниковые данные среднего и низкого пространственного разрешения.

#### 3. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ЗАСУХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

#### 3.1. Республика Казахстан: обзор исследований по засухе

Изучению засух в Казахстане уделялось достаточно большое внимание. Мониторинг за состоянием окружающей среды осуществляется Республиканским государственным предприятием (РГП) «Казгидромет» на основе наблюдений на государственной сети метеорологических и гидрологических наблюдений. Эта организация на сегодняшний день монопольно владеет основной информацией о состоянии атмосферы, гидросферы, загрязнении окружающей среды. Свободный доступ к первичным данным мониторинга ограничен. Данная информация является коммерческим продуктом и продаётся. Это обстоятельство очень сильно затрудняет проведение научно-исследовательских работ по изучению закономерностей возникновения засух в Казахстане и созданию на этой основе эффективно действующей системы адаптации.

Научные исследования в этой области проводятся преимущественно в РГП Казгидромет, Казахском Национальном университете им. аль-Фараби (КазНУ), Институте географии МОН РК, АО «Национальном центре космических исследований и технологий» МОН РК.

В 2008 – 2010 годах в Казгидромете выполнена научно-исследовательская работа «Исследование и прогнозирование засух в Казахстане».

#### В рамках этой работы:

- Исследован характер общей и региональной циркуляции атмосферы, выявлены циркуляционные факторы, способствующие наступлению засухи как в северных, так и в южных зерносеющих областях Казахстана;
- Дана характеристика метеорологических, агрометеорологических и гидрологических условий, способствующих формированию засух на территории Казахстана, закономерности их пространственно-временного распределения;
- Определены долгопериодные тенденции в изменении условий увлажнения региона;
- Исследована повторяемость атмосферной и почвенной засухи на территории Северного Казахстана за период 1971-2007 гг.;
- На основе анализа рассчитанных при выполнении работы индексов и показателей засух предложена система репрезентативных показателей, которые необходимо использовать при мониторинге засух. При этом целый ряд показателей рассчитан для территории Казахстана впервые. Составлен в электронном виде обобщенный каталог засух на территории Северного Казахстана за период 1971-2010 гг.

В 2015-2017 гг в КазНУ по заказу Комитета науки МОН РК был выполнен проект «Обоснование и разработка технологии управления рисками возникновения засух как одного из важнейших факторов продовольственной безопасности Республики Казахстан».

#### В результате выполнения данного проекта получены следующие основные результаты:

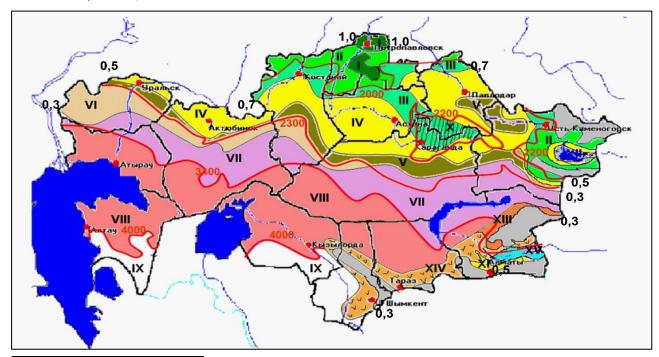
- На основе анализа и с учетом лучших мировых достижений в области гидродинамического моделирования атмосферных процессов их статистической интерпретации, теории управления рисками, методов дистанционного зондирования Земли разработаны теоретические, методологические и технологические основы управления рисками возникновения засух;
- Разработана гидродинамическая модель раннего (с заблаговременностью один сезон) предупреждения засух на основе гидродинамического моделирования режима экстремальных температур и индексов атмосферной засушливости;

- Разработана система калибровки модели и проведена верификация результатов моделирования на основе расчёта и изучения статистических характеристик воспроизводимой прогностическими моделями циркуляции атмосферы, а также данных наземного и космического мониторинга;
- Проведён детальный анализ состояния и динамики основных характеристик крупномасштабной атмосферной циркуляции и состояния подстилающей поверхности в условиях глобальных и региональных климатических изменений с целью выявления прогностические закономерности возникновения атмосферной засушливости на основе комплексного анализа общей циркуляции атмосферы, дальних связей и температуры Мирового океана;
- Создана модель устойчивости яровой пшеницы к засухе по показателям урожайности и качества зерна в зависимости от географического региона возделывания и года выращивания и представлена ее картографическая интерпретация;
- Проведена пилотная оценка влияния атмосферной засушливости на адаптивный потенциал (урожайность и качество зерна) яровой пшеницы;
- На основе комплексного анализа результатов гидродинамического моделирования, результатов изучения крупномасштабной атмосферной циркуляции и состояния подстилающей поверхности, а также данных космического мониторинга создана экспертная система раннего (с заблаговременностью один сезон) предупреждения засух.

В работе<sup>32</sup> была проведена оценка засухи по средней областной урожайности яровой пшеницы за 1966-2010 гг., на основе расчета показателя доли погоды в формировании урожая, по 8 основным зерносеющим областям Казахстана. Было отмечено, что территории областей Казахстана имеют значительную протяженность по широте, и могут находиться на нескольких природных зонах. Соответственно, на такой территории засуха имеет разную интенсивность.

Многолетняя практика показала, что для оценки засухи в условиях Казахстана наиболее подходящим является гидротермический коэффициент  $\Gamma$ .Т. Селянинова, рассчитанный за период майавгуст ( $\Gamma$ TK5-8)

В рамках НИР «Агроклиматические ресурсы Республики Казахстан в условиях изменения климата», выполняемой в Филиале ТОО «Институт географии» МОН РК в 2015-2016 гг. была проведена оценка агроклиматических ресурсов, построены серии агроклиматических карт по областям Казахстана (Рис.  $2^{33}$ ).



<sup>&</sup>lt;sup>32</sup> Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. № 3. Алматы, 2010. РГП «Казгидромет, С. 27-38.

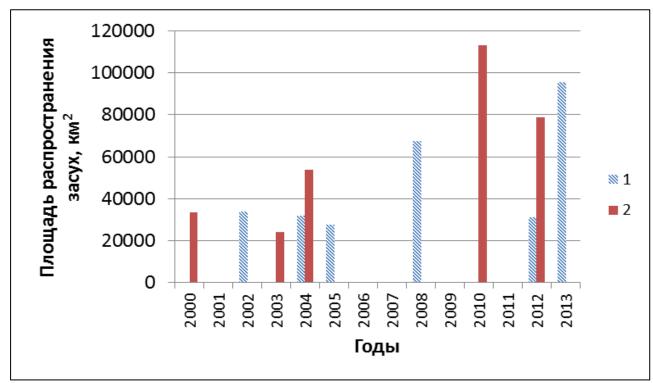
 $<sup>^{33}</sup>$  Об утверждении критериев и характеристик определения неблагоприятных природных явлений Приказ и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27 февраля 2015 года № 9-2/174

| T  | Слабо влажная<br>умеренно-теплая | VII  | Очень сухая<br>умеренно-жаркая               | XIII    | Предгорья Джунгарского<br>Алатау             |  |
|----|----------------------------------|------|--|---------|--|--|
| 11 | Засушливая<br>умеренно-теплая    | VIII | Очень сухая жаркая                           | XIV     | Предгорья Северного и<br>Западного Тянь-Шаня |  |
| Ш  | Засушливая теплая                | IX   | Очень сухая<br>очень жаркая                  | ΧV      | Долина реки Или                              |  |
| IV | Очень засушливая<br>теплая       | x    | Центрально-<br>казахстанкий<br>мелкосопочник | XVI     | Горные районы                                |  |
| ٧  | Сухая теплая                     | XI   | Предгорья<br>Заилийского Алатау              |         | -0,5- границы зон увлажнения и               |  |
| VI | Сухая умеренно-<br>жаркая        | XII  | Зайсанская котловина                         | гидроте | хнические коэффициенты                       |  |

Рисунок 2 Агроклиматическое районирование территории Республики Казахстана

Анализ влияния неблагоприятных метеорологических явлений на урожайность сельскохозяйственных культур показал, что доля атмосферной и почвенной засух составляет около 80%, ливневого дождя и града -14%, заморозков -2%, сильных морозов и сильных ветров - по 1%  $^{34}$ .

Показано, что негативные потенциальные последствия, особенно для зернопроизводства зависят от интенсивности засух, площадных и временных масштабов их воздействия (рис.3).



**Рисунок 3** Распространение сельскохозяйственных засух по площади при снижении средней урожайности зерновых культур до 20 % (1 — слабая засуха) и на более чем 20 % (2 — средняя засуха) в период 2000—2013 гг. в регионе Северного Казахстана

Для Казахстана разрушительная сила средних по интенсивности сельскохозяйственных засух должна быть отнесена к характерной площади 100 000 км<sup>2</sup>. Воздействие сильных почвенных засух

-

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> BMO, 2014

охватывает территорию на порядок больше (например, 2010 г). По оценкам других экспертов характерный линейный размер засух достигает  $1\ 000\ \text{km}^2\ (106\ \text{km}^2)^{35}$ .

#### Геопортал космического мониторинга засух в Казахстане.

С 2001 года в АО «Национальный центр космических исследований и технологий», (далее НЦКИТ) разрабатываются алгоритмы, методики и ГИС-технологии решения ряда сельскохозяйственных задач прикладного характера, в том числе мониторинг засух<sup>36.</sup>

С 2012 года в Представительстве Программы развития ООН (ПРООН) в РК реализован проект «Повышение устойчивости сектора пшеницы в Казахстане к изменению климата для обеспечения продовольственной безопасности в Центральной Азии». В рамках проекта, создана пилотная версия геопортала космического мониторинга засух. Главная цель создания геопортала - предоставление заинтересованным казахстанским пользователям (фермерам, областным акиматам и МСХ) информации о засухе.

Проект позволил разработать интегрированную доступную через интернет географическую информационную систему (ВебГИС/Геопортал) и систему раннего оповещения засухи, а также внедрить современные методы мониторинга и анализа засухи при помощи технологий дистанционного зондирования в сельскохозяйственном секторе Республики Казахстан.

Основные функции геопортала: Веб-ГИС «Космического мониторинга засух» позволяет пользователям просматривать и анализировать пространственные данные, полученные методами ДЗЗ с помощью обычных веб-браузеров. В веб-ГИС реализованы функции: навигация по карте, пространственный анализ, построение графиков, гистограмм, таблиц, поиск информации, геокодирование и др. Для работы в веб-ГИС «Космического мониторинга засух» пользователю не требуется специализированное программное обеспечение или квалификация ГИС-специалиста.

Посредством раздела «Визуализация и графики» из дерева слоев можно выбрать и отобразить на карте в виде растрового слоя, в соответствии с общепринятой шкалой, данные NDVI для различных дат с восьмидневным осреднением, в течении вегетационного периода с 2000 по 2017 годы (рисунок 4).

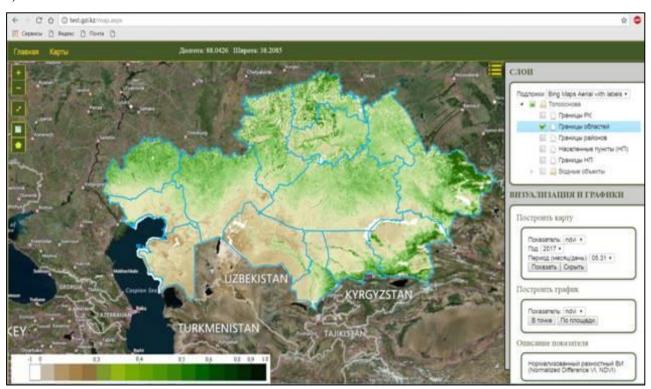


Рисунок 4 Данные растрового слоя NDVI с восьмидневным осреднением за выбранный период

\_

<sup>35</sup> Русин И.Н. Стихийные бедствия и возможности их прогноза. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2003. – 140 с.

<sup>&</sup>lt;sup>36</sup> http://zasuhi.gzi.kz/man2.aspx

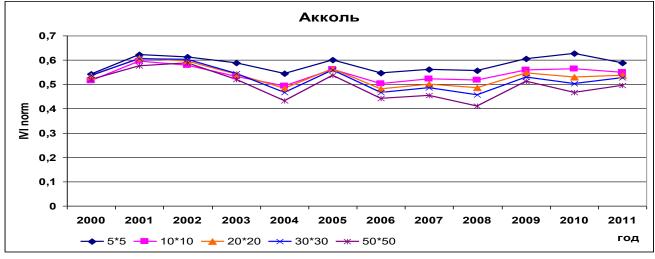
Основным видом данных, представленных на геопортале является вегетационные индексы. Вегетационный индекс (ВИ) это показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) ДДЗ, и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка. Эффективность ВИ определяется особенностями отражения; эти индексы выведены, главном образом, эмпирически.

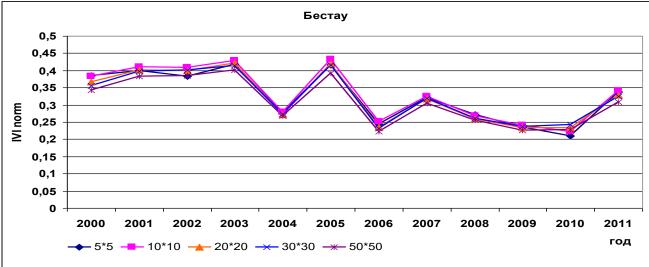
#### Функционирование геопортала обеспечивает достижение следующих результатов:

- повысилась точность оценки степени и площади распространения засух;
- увеличились производительность и качество труда специалистов за счет освобождения их от выполнения бумажных работ;
- улучшилось информационное обеспечение научно-исследовательской информацией фермеров, акиматов и Министерства сельского хозяйства;
- упростился обмен научной информацией о засухе между государственными органами и другими заинтересованными организациями.

В качестве примера ниже представлены пример некоторых результатов мониторинга засух, выполненных в НЦКИТ (рис.5, 6).

Для мониторинга засух на спутниковых снимках вокруг выбранных MC выделялись прямоугольные участки различных размеров (5\*5 км, 10\*10 км, 20\*20 км, 30\*30 км, 50\*50 км), центрами которых являются MC. Определены осредненные по площади этих участков многолетние значения нормированных индексов вегетации IVI.



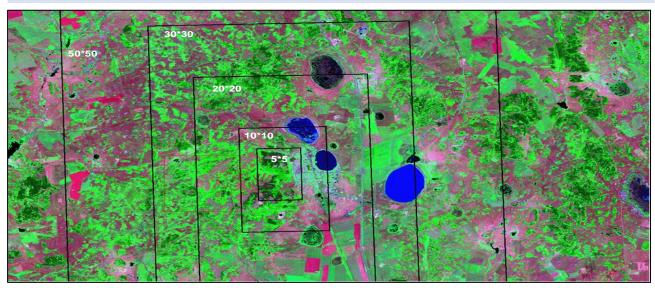


**Рисунок 5** Многолетняя динамика значений индекса вегетации IVI для участков различного размера

Следует отметить, что наибольший разброс между значениями IVI в окнах различного размера наблюдается для МС «Акколь», в то время как двух других МС различия в значениях IVI несущественны. Кроме того, характер многолетних изменений IVI в Акколе отличается от распределений IVI для МС «Бестау» и «Караукелды». Для каждой выбранной метеостанции приведена информация по многолетним значениям гидротермического коэффициента (ГТК) и стандартизированного индекса осадков (SPI) за апрель-сентябрь (6 месяцев) за период 2000-2012 гг. ГТК используют при сельскохозяйственной оценке климата для выделения зон различной влагообеспеченности сельскохозяйственных культур.

На территории Акмолинской области определены тестовые участки размерами 5\*5 км, центры которых совпадают с метеостанциями, в пределах которых рассчитаны многолетние распределения спутниковых интегральных вегетационных индексов, осредненные по площади этих участков, за период 2000–2012 гг.

#### Акколь



#### Караукельты

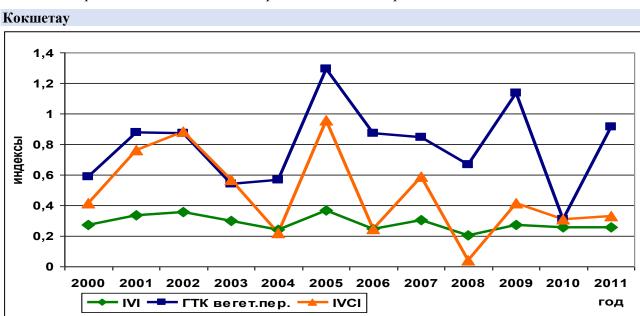


**Рисунок 6** Фрагменты RGB-композитов, построенных по спутниковым снимкам LANDSAT для ряда метеостанций

Анализ зависимости сезонных распределений вегетационных индексов от индексов увлажненности проводился для 13 метеостанций Акмолинской области за период 2000-2012 годы по следующей группе параметров:

- 1) наземная информация
- значения SPI ежемесячные и 6-месячные (апрель-сентябрь);
- значения ГТК ежесезонные (апрель-сентябрь).
  - 2) спутниковая информация
- дифференциальные вегетационные индексы NDVI, VCI ежедекадные в течение вегетационного сезона (апрель-сентябрь);
- интегральные вегетационные индексы IVI, IVCI ежесезонные.

На рисунке 7 показана сравнительная динамика индексов ГТК, IVInorm, IVCI для МС Кокшетау и МС Атбасар. Аналогичные данные построены для всех отобранных метеостанций.



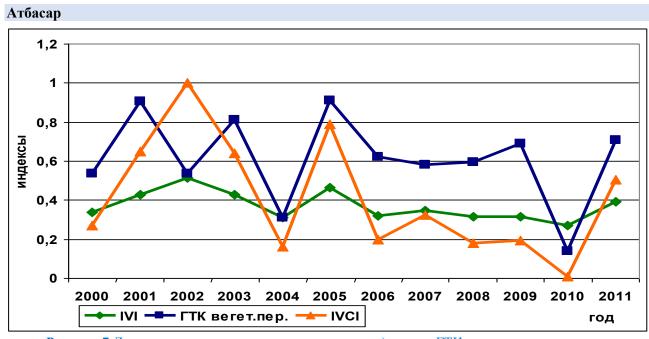


Рисунок 7 Динамика спутниковых вегетационных индексов и ГТК.

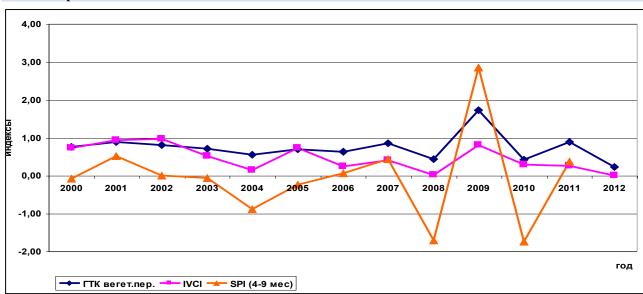
Из приведенных графиков видно хорошее согласование индексов ГТК и IVCI, поведение которых подобно. Сравнение только пары этих индексов позволяет оценить их особенности, рисунок 20 (на примере МС Жаксы и МС Жалтыр).

Проведены исследования по обнаружению закономерностей в распределениях среднемесячных значений индекса условий вегетации VCI и месячных значениях индекса осадков SPI. Однако, какихлибо закономерностей не выявлено.

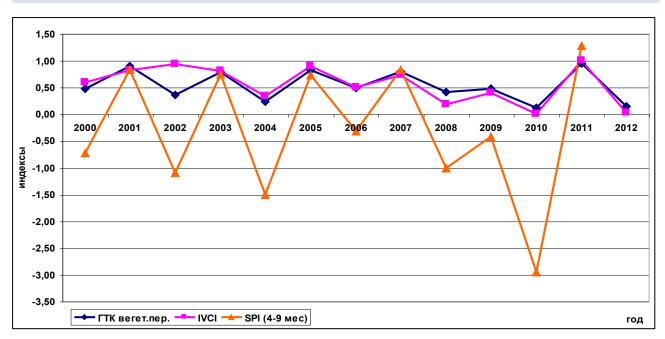
Значения IVI нормированы на 10 для приведения в одну шкалу с другими индексами. Как видно из рисунка, значения IVI являются менее выраженными при сохранении общих тенденций, поэтому для сравнения спутниковых данных с наземными выбран индекс IVCI.

На рисунках 8-9 показаны результаты расчетов индексов IVCI, ГТК, SPI.

#### Степногорск

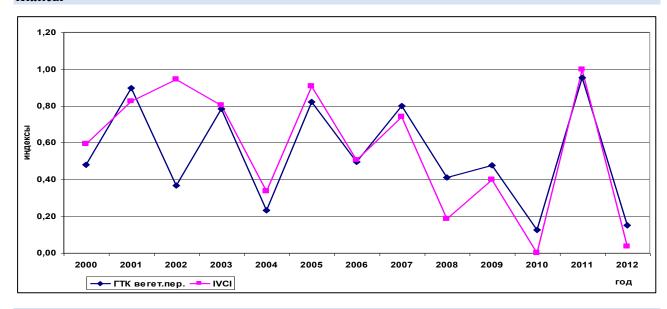


#### Жаксы

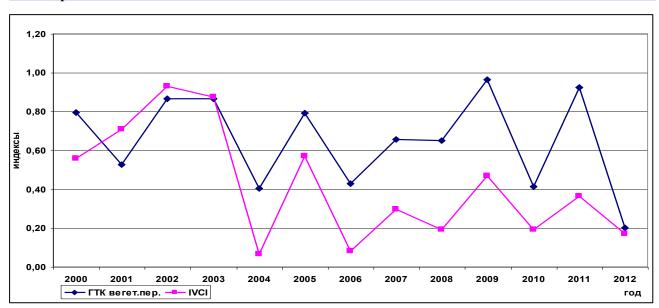


**Рисунок 8** Многолетняя динамика индексов ГТК, IVCI, SPI для метеостанций Акмолинской области

#### Жаксы



#### Жалтыр



**Рисунок 9** Динамика индексов ГТК и IVCI для метеостанций Жаксы и Жалтыр

#### 3.2. Кыргызская Республика: обзор исследований по засухе

В 2013 г в рамках проекта ПРООН "Управление климатическими рисками в Кыргызстане" был подготовлен и принят Климатический профиль Кыргызской Республики. Целью профиля является анализ первого этапа действий по адаптации к изменению климата, в первую очередь, уровня наблюдаемых и ожидаемых климатических изменений и степени их воздействия на Кыргызскую Республику для последующего эффективного выполнения необходимых действий по адаптации.

По проблеме мониторинга засух профиль для Кыргыстана рекомендует подход при помощи следующих индексов:

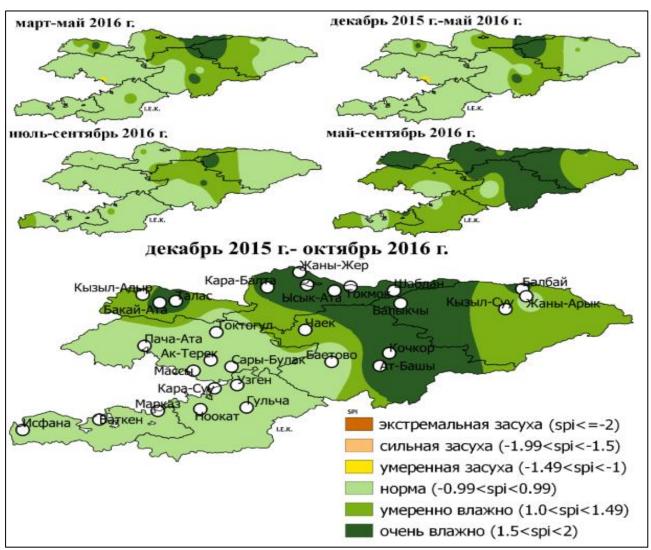
- Стандартизованный индекс осадков (SPI), как наиболее распространенного индексом мониторинга засухи в мировой практике;
- Стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации (SPEI);
- Показатель увлажнения Иванова.

Таким образом, была сделана попытка решить задачу моделирования возможных изменений ареалов пустынь и полупустынь при прогнозируемых климатических изменениях основе анализа соотношений годовой суммы атмосферных осадков к испаряемости, прогнозируемых на будущее. Для этого анализируемая территория должна быть обеспечена достаточно надежными и детальными данными о температурах и осадках, а также некоторыми другими, на фиксированный исходный период времени.

На основании показателя Иванова для условий Кыргызской Республики в профиле проведен расчет изменения условий увлажнения Кыргызстана для будущих периодов для различных сценариев климатических изменений<sup>37</sup>.

В 2014 г была опубликована статья китайских ученых из Института почвоведения, агрохимии и экономии поливной воды АСХН СУАР КНР и Урумчийского института пустынной метеорологии Китайского метеорологического бюро $^{38}$ .

По данным 9 метеостанций КР, расположенных в разных климатических и орографических условиях за период 1971-2000 были проведены расчеты засушливости территории Кыргызстана по индексу Палмера и представлено пространственное распределение среднего индекса засухи за этот период.



**Рисунок 9** Значение индекса засухи SPI за 2015-2016 гг.

<sup>37</sup> Климатический профиль Кыргызской Республики. – Ильясов Ш., Забенко О., Гайдамак Н., Кириленко А., Мырсалиев Н., Шевченко В., Пенкина Л. – Б.2013 – 99 с. Приложение 5.

<sup>38</sup> Дин Фэн, Пу Шэнхай, Чжао Юн, Ма Сюецинь, Гэн Цинлун, Ван Синюн. Анализ пространственно-временной характеристики метеорологической засухи в Кыргызстане. Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. Бишкек, № 3 (32). - 2014. - стр. 66-76.

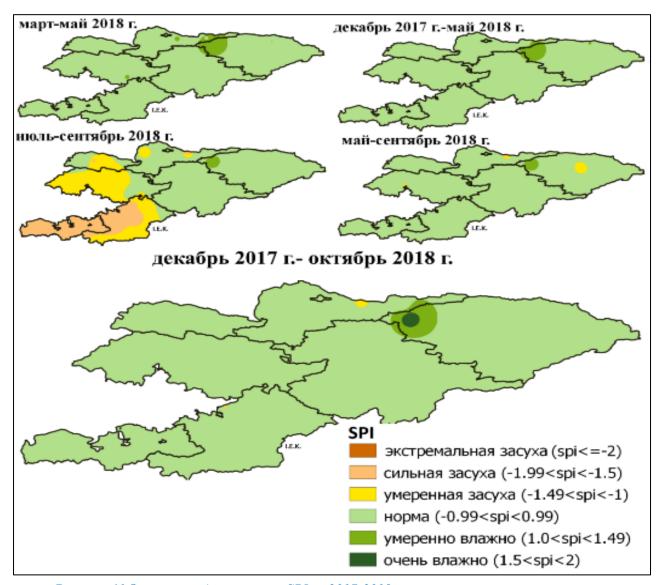


Рисунок 10 Значение индекса засухи SPI за 2017-2018 гг.

Результаты исследований показали, что засухи тяготеют к северо-западной части страны, во влажные и сухие сезоны года индекс интенсивности засухи Палмера претерпевает несущественного изменения, что подтверждается дополнительным анализом материалов метеорологических станций КР за 1971-2000 г.

Из-за ограничения фактических метеорологических данных по метеорологическим станциям КР, авторы не смогли провести локализованные коррекции индекса засухи PDSI в сочетании с реальной ситуацией в Кыргызстане и признали полученные результаты анализа предварительными. При этом авторы признавали, что используемый ими индекс плохо подходит для горной страны.

Начиная с 2015 г Кыргызгидромет ведет расчеты стандартизованного индекса осадков SPI. Для этого в отделе агрометеорологии была создана специализированная база осадков по тридцати агрометеорологическим постам за период 1927—2018 гг. На рис. 10 -13 показаны картированные результаты расчета индекса за 2013-2014<sup>39</sup> гг. Используя расчетные значения SPI, были построены карты распределения этого показателя по агрометеорологическим постам за отдельные годы по месяцам основного весенне-летнего периода вегетации зерновых культур. Рассчитанные значения SPI были проинтерполированы методом обратных взвешенных расстояний (IDW) и их анализ показал значительное сходство с агрометеорологической оценкой условий засухи.

39 Э.К. Исаев, Ш.А. Омурзакова. О возможности выявления и моделировании засух в Кыргызстане. Вестник Кыргызско-Российского Славянского Университета; КРСУ. 2019. №11- С.174-176.

25

Для дополнительного мониторинга засухи использовали данные из спутника MODIS с пространственным разрешением 250 м и построены карты индекса вегетации NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) и среднегодового индекса здоровья вегетации (Mean VHI), который позволяет пользователю оценить общую степень засухи за весь вегетационный период, исследуя здоровье растительности и влияние температуры на состояние растений. Анализ карты VHI подтвердил, что 2014 году в зоне земледелия наблюдалась засуха, которая негативно отразилась на продуктивности растениеводства и животноводства.

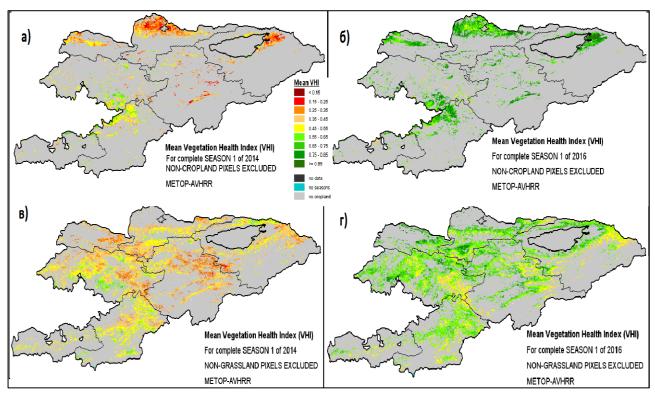
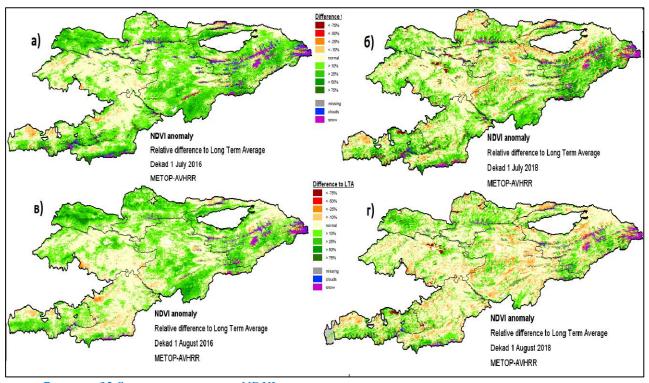


Рисунок 11 Значение среднегодового индекса VHI



**Рисунок 12** Значение аномалии NDVI

По данным Национального комитета статистики КР в 2014 году наблюдалась низкая урожайность по всей территории КР. Но нормализованный разностный индекс растительности (NDVI) не достаточен, для прямого мониторинга засухи и обычно дополняется значения аномалия NDVI, которая указывает на изменение текущих погодных условий для растительности. Анализ значения аномалия NDVI показал, что в начале августа 2016 и 2018 гг наблюдалась засушливость в некоторых районах Баткенской и Жалал-Абадской областей, которая подтвердилась расчетами SPI, но при этом практически не отразилась на урожайности зерновых культур в этих областях.

Это, по-видимому, объясняется тем, что более 60% территории зоны земледелия Кыргызстана находятся в зоне орошаемого земледелия, где почвенная засуха частично купируется поливами. Дополнительный анализ расходов воды и стока рек в период засухи показал, что отмечается вполне удовлетворительное сходство распределения SPI с средними значениями расходов воды в реках, а также с урожайностями зерновых культур. Это указывает на возможность использования SPI в мониторинге и прогнозе гидрологических, агрометеорологических и метеорологических засух и что он достаточно тесно связан с урожайностью зерновых и зернобобовых культур и средними значениями расхода воды в реках Кыргызстана.

В дальнейшем Кыргызгидромет планирует продолжить исследования по мониторингу и моделированию засухи в Кыргызстане. Для прогноза гидрологических, агрометеорологических, метеорологических засух необходим достаточно точный прогноз количество осадков и температуры за месяц-сезон-год. В связи с этим в Кыргызгидромете планируется, внедрение модели долгосрочного прогноза осадков и температуры, где выходная продукция модели будет служить в качестве начальных данных для модели засухи и урожайности. Применение индекса Палмера в мониторинге засух в Кыргызстане кроме непрерывных и точных рядов наблюдений требует калибровки входящих и дополняющих его коэффициентов по территории республики для учета ее высотной зависимости и орографических условий, что невозможно без качественных наземных агрометеорологических наблюдений.

#### 3.3. Республика Узбекистан: обзор исследований по засухе

За последние два десятилетия Узбекистан пережил несколько экстремальных засух, в результате которых погибло от 50% до 75% урожая. В период суровой засухи 2000-2001 гг. производство зерновых снизилось до 14%, других культур - до 45-75%. Нанесенный ущерб оценивается примерно в 130 млн. долларов США.

Сценарии климатических изменений предсказывают, что частота повторяемости засух в Узбекистане и их интенсивность будут только увеличиваться. В рамках совместного проекта ПРООН/АФ и Узгидромета «Обеспечение климатической устойчивости фермерских и дехканских хозяйств, расположенных в засушливых районах Узбекистана» были приняты меры по совершенствованию систем раннего предупреждения засухи.

В 2017 г. в рамках деятельности проекта была произведена установка оборудования для модернизации наблюдательной метеорологической сети, состоящей из 10 метеорологических станций, что позволило усовершенствовать систему заблаговременных предупреждений и обеспечения готовности к последствиям экстремальных гидрометеорологических явлений. Кроме того, в рамках проекта производится автоматизация систем наблюдения за расходами уровня воды на двух ключевых постах — Туямуюн и Кипчак. Система раннего предупреждения засухи позволяет определить прогнозируемый объем наличия водных ресурсов в текущем году в верховьях горных рек Узбекистана, расположенных в зоне формирования естественного стока, а также в низовьях реки Амударьи - зоны интенсивного использования воды на различные нужды, прежде всего, на орошение сельскохозяйственных земель.

Гидрометеорологическая сеть Узбекистана менее, чем в других странах Центрально Азиатского региона подверглась сокращению после распада СССР. Как страна нижнего течения ориентированная в основном на орошаемое земледелие Узбекистан сильно зависит от водного режима своих рек. Маловодье на реках Узбекистана формируется при низком количестве осадков в зоне формирования стока и повышенных температурах воздуха в период снегонакопления. В качестве показателя гидрологической засухи для условий Узбекистана приняты:

- обеспеченность стока воды за вегетационный период (апрель-сентябрь);
- величина запасов воды в снежном покрове в горных районах на конец февраля и марта.

Маловодными считаются годы с расходами воды 90% и меньше от нормы (средних многолетних значений).

Для прогноза гидрологической засухи в Узбекистане в низовьях реки Амударьи разработаны новые методы и подходы для их дальнейшего включения в систему раннего предупреждения засухи (СРПЗ), основанные на совместном использовании результатов моделирования стока в зоне его формирования и статистических подходов, таких как регрессионный и дискриминантный анализ, метод оптимального осреднения и другие.

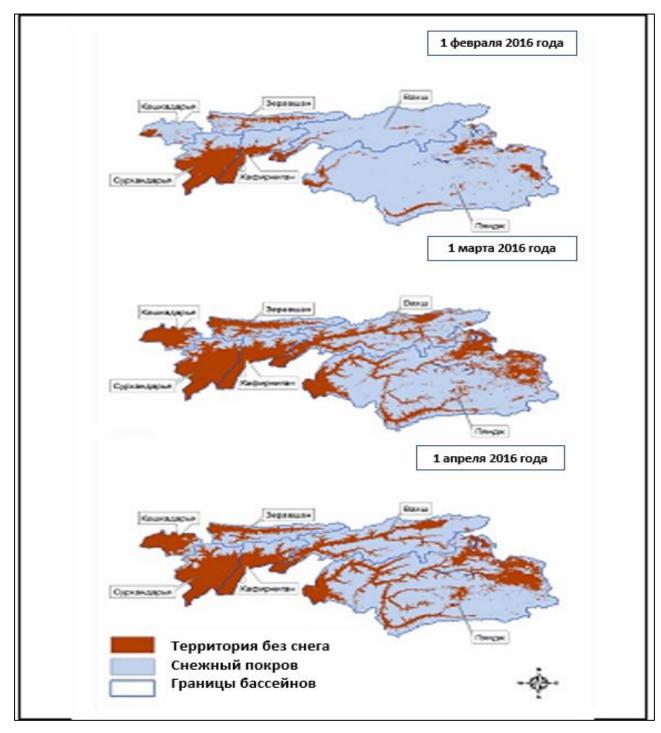
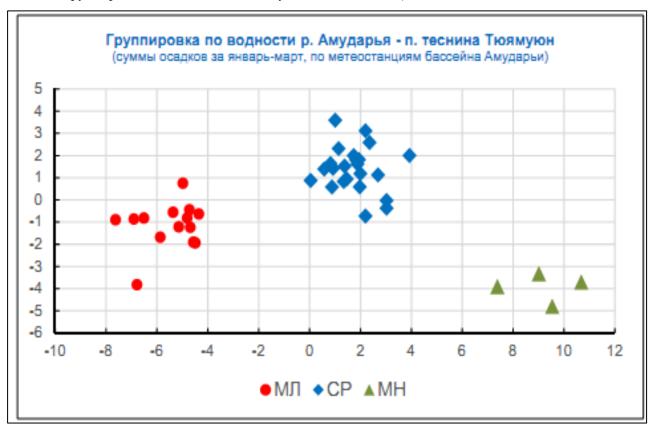


Рисунок 13 Мониторинг за состоянием снежного покрова в верховьях Амударьи 2016 года

Накопление снега в верховьях реки Амударьи в зоне формирования стока, как одного из основных источников питания реки, является хорошим индикатором ожидаемой водности. Поэтому для прогнозирования водности в низовьях Амударьи, важно оценить состояние снежного покрова с использованием результатов расчета по модели формирования снежного покрова в горах и данных дистанционного зондирования. На рисунке 14 показана динамика изменения площадей заснеженности горных бассейнов верховьев Амударьи, полученная на основе спутниковой информации на различные сроки — 1 февраля, 1 марта и 1 апреля 2016<sup>40</sup>.

Для оценки ожидаемой водности низовьев Амударьи разработан достаточно простой подход, использующий стандартизированный индекс осадков и индекс Педя, когда по результатам расчета индексов проводится оценка ожидаемой водности. Апробация такого подхода показала, что оценки оправдываемости ожидаемой водности составляют 70-95%.

Другой подход для решения указанной задачи основан на дискриминантном анализе, который оценивает на основе фактических данных по температуре воздуха и осадкам вероятность ожидаемой водности – маловодные (МЛ), средние (СР) и многоводные (МН) годы (на рис. 15 в качестве примера показана группировка лет по водности, полученная по осадкам).



**Рисунок 14** Группировка лет по водности на основе дискриминантных функций (по метеостанциям бассейна Амударьи

Разработанные методы и подходы прогнозирования для низовьев реки Амударья обеспечивают решение двух основных задач прогнозов — оценка ожидаемой водности и прогнозирование месячного и вегетационного стока (апрель — сентябрь).

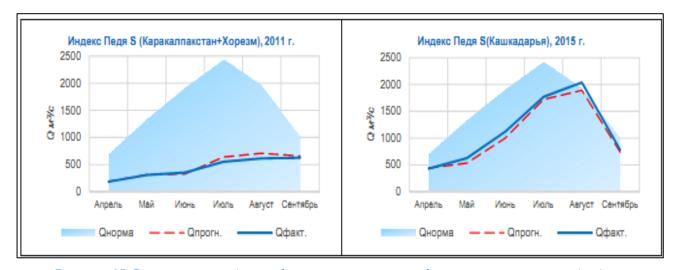
На данной диаграмме представлена группировка лет, полученных на основе дискриминантного анализа, по трем группам – МЛ, СР и МН. Оправдываемость качественной оценки водности на основе дискриминантного анализа составляет 88-100%. Для количественной оценки водности низовьев Амударьи в створе теснина Тюямуюн разработаны два подхода – методы оптимального осреднения и линейной множественной регрессии, использующие следующие данные:

29

 $<sup>^{40}</sup>$ Пак А.В. Развитие системы раннего предупреждения засухи для низовьев Амударьи. – Бюллетень проекта Адаптационног о Фонда «Вопросы адаптации к изменению климата в Каракалпакстане», № 1, 2015. – С. 3-4.

- месячные и сезонные (январь март) значения температуры воздуха и осадков по метеостанциям опорной наблюдательной сети Узгидромета;
- рассчитанные индексы засухи по фактической температуре воздуха и осадкам по метеостанциям опорной наблюдательной сети Узгидромета;
- рассчитанные по модели объемы снегозапасов для горных бассейнов Кашкадарьи и Сурхандарьи (зона формирования стока);
- рассчитанный по модели сток за вегетацию (апрель сентябрь) для горных бассейнов Кашкадарьи и Сурхандарьи (зона формирования стока);
- площади заснеженности на различные сроки (с декабря по март), полученные по спутниковым данным TERRA-MODIS для горных бассейнов верховьев Амударьи.

Использование рассматриваемых методов дает возможность выпускать прогноз стока в период с января по март и прогнозировать вегетационный и месячный сток в нижнем течении реки Амударьи в период с апреля по сентябрь. Проверка методов прогнозов, проведенная за период 2011 – 2015 годы, показала, что оправдываемость прогнозов стока составила от 80 до 100% (рис. 16).



**Рисунок 15** Совмещенные гидрографы прогнозируемого и фактического стока р. Амударья – п. теснина Тюямуюн (здесь норма – средние многолетние значения месячного и вегетационного стока (с апреля по сентябрь)).

Результаты практического использования разработанных методов прогноза стока дают основания для их интегрирования в систему раннего предупреждения засухи и рекомендаций для использования при подготовке прогностической информации для заинтересованных пользователей.

Для прогноза гидрологической засухи в Узбекистане используется стандартизованный индекс осадков SPI и индекс Педя, благодаря простоте его вычисления и доступности стандартных метеорологических данных $^{41}$ .

Эти индексы имеют статистическую природу, являются мерой отклонения текущих значений метеорологических параметров (одного или нескольких) от их распределения на выбранном базовом интервале и используются для слежения за изменением условий засушливости на длительных временных интервалах.

Сейчас делаются попытки параллельно использовать разные индикаторы засушливости. Слежение как за кратковременными изменениями засушливости (от нескольких дней до нескольких месяцев), существенными для сельского и лесного хозяйства, так и за долговременными изменениями (от нескольких месяцев до нескольких лет), имеющими гидрологические последствия представляют большой интерес в контексте климатических изменений.

Для ежемесячного анализа происходящих изменений применяются как квантили этих индексов, осредненные за разные временные интервалы (от 1 до 60 месяцев), так и комбинации этих показателей.

<sup>&</sup>lt;sup>41</sup> Профиль климатических рисков Узбекистана. Ташкент – 2015.

Построенные на основе индексов SPI и Педя карты уязвимости к засухе позволяют выделять наиболее уязвимые зоны. На рисунке 24 в качестве примера показаны карты уязвимости к засухе с использованием указанных индексов для Кашкадарьинской области, полученные на основе их экстремальных значений (95%-ой и 5%-ой обеспеченности соответственно).

Одним из критериев метеорологической или атмосферной засухи считается дефицит насыщения водяного пара более 50 гПа. Для территории Узбекистана в качестве показателя интенсивности атмосферной засухи принята следующая шкала значений дневного дефицита влажности воздуха: сильная — 61-70 гПа и > 80 гПа — очень сильная.

Для анализа наблюдаемых изменений атмосферной засухи в Узбекистане за прошлый (1971-2000 гг.) и настоящий (2001-2013 гг.) периоды были использованы фактические данные по числу дней по 32 метеорологическим станциям, расположенным во всех административных областях республики. Они явились фактическим материалом для анализа и обобщения состояния показателя атмосферной засухи в Узбекистане (рис. 17). Наибольшее число дней с атмосферной засухой по Узбекистану наблюдается в Бухарской, Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях, где также наблюдается большое количество дней в году с температурой воздуха выше 40°С.

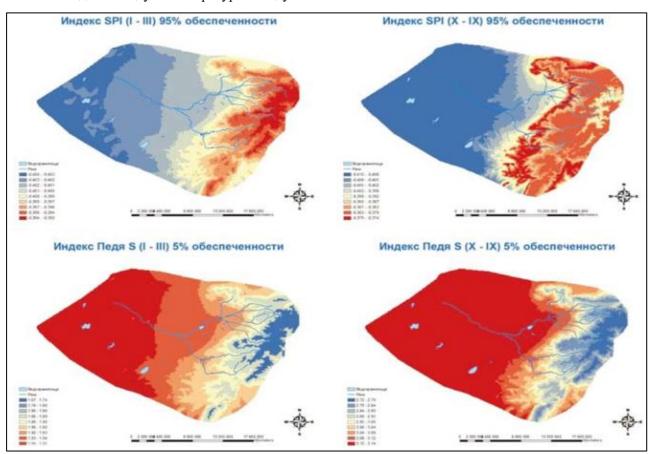
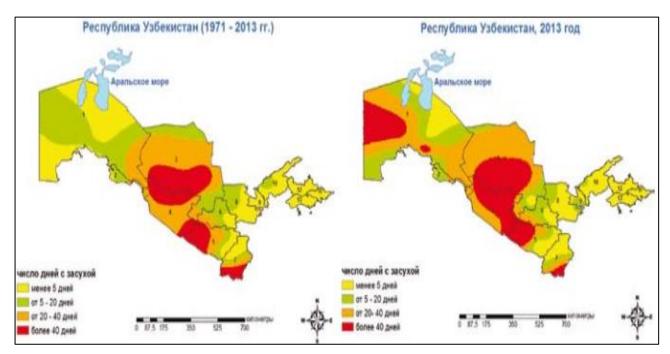


Рисунок 16 Карты уязвимости к засухе Кашкадарынской области Узбекистана

*Метеорологическая засуха.* Одним из критериев атмосферной засухи считается дефицит насыщения водяного пара более 50 гПа. Для территории Узбекистана в качестве показателя интенсивности атмосферной засухи принята следующая шкала значений дневного дефицита влажности воздуха: сильная – 61-70 гПа и > 80 гПа – очень сильная.

Для анализа наблюдаемых изменений атмосферной засухи в Узбекистане за прошлый (1971-2000 гг.) и настоящий (2001-2013 гг.) периоды были использованы фактические данные по числу дней по 32 метеорологическим станциям, расположенным во всех административных областях республики. Они явились фактическим материалом для анализа и обобщения состояния показателя атмосферной засухи в Узбекистане (рис. 18). Наибольшее число дней с атмосферной засухой по Узбекистану наблюдается в Бухарской, Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях, где также наблюдается большое количество дней в году с температурой воздуха выше 40°С.



**Рисунок 17** Карты-схемы распределения числа дней с показателем атмосферной засухи  $E \ge 50$  г $\Pi a$ 

Эти карты уязвимости к засухе построены с помощью ГИС-системы на основе индексов засухи SPI, Педя и  $E \ge 50$  гПа и позволяют достаточно четко выделять наиболее уязвимые зоны территории<sup>42</sup>.

#### 4. ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ СИСТЕМ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О ЗАСУХАХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

### 4.1. Возможности и трудности создания систем раннего предупреждения о засухах в Центральной Азии

Засухи невозможно предотвратить даже при удачном их прогнозе. Но своевременное выявление их по четким критериям способствует принятию наиболее целесообразных в сложившихся условиях управленческих и хозяйственных решений, направленных на снижение ущерба.

Принципиально задача прогнозирования засухи состоит из решения двух последовательных задач, первой из которых является прогноз уровня температуры воздуха и количества осадков, а вторая – преобразование прогнозных значений температуры воздуха и количества осадков в какиелибо индексы засух, которые наилучшим образом характеризуют условия увлажнения в данной локальной точке.

Прогнозирование условий увлажнения, особенно на длительный период вперед, относится к классу сложных научных и практических задач, поскольку до сих пор нет надежных методов долгосрочного прогнозирования температуры воздуха, и особенно количества атмосферных осадков. Так как засуха возникает при длительном дефиците осадков, то с точки зрения ее прогнозирования актуальны так называемый расширенный прогноз (на период 10-30 дней), долгосрочный прогноз (на период от 30-ти до 60 — ти дней). Более того, в связи с изменением глобального климата, важным

-

 $<sup>^{42}</sup>$  Профиль климатических рисков Узбекистана. Ташкент – 2015

становится и прогноз регионального климата (на период более 2 лет), на основе которого было бы возможно оценить изменение условий увлажнения.

Система раннего предупреждения засухи — это инструмент для оценки, мониторинга, предупреждения, оповещения и принятия решений, поддерживаемый необходимой информационной платформой, обеспечивающий распространение (предупреждения) и обмен необходимой информацией. Задача Системы раннего предупреждения засухи (СРПЗ) - обеспечивать лиц, принимающих решения необходимой оперативной информацией.

Экстремальные события типа засух имеют разные пространственно-временные масштабы и обусловлены различными физическими процессами. Существуют различные весьма противоречивые точки зрения на причины их возникновения. Некоторые авторы связывают появление и развитие устойчивых аномалий атмосферной циркуляции и связанных с ними погодных экстремумов с орографической неустойчивостью<sup>43</sup>. Другой подход основным механизмом низкочастотной изменчивости (НЧИ) считает баротропную неустойчивость среднего потока<sup>44</sup>. Ряд авторов подчеркивает важную роль вихрей синоптического масштаба<sup>4546</sup>. Помимо внутренней динамики атмосферы исследуется также роль внешних факторов, прежде всего температуры поверхности океана<sup>47</sup>. Остается открытым вопрос о роли естественной изменчивости климатической системы и антропогенных факторов в формировании экстремальных метеорологических величин и их пространственно-временной изменчивости.

На месячных и сезонных интервалах времени на основе анализа глобальных и региональных данных гидрометеорологических наблюдений и реанализа прослеживаются связи погодных экстремумов с низкочастотной изменчивостью (НЧИ) системы океана — атмосфера и режимами атмосферной циркуляции <sup>48</sup>. Природа режимов атмосферной циркуляции и экстремальных явлений погоды активно исследуется с помощью гидродинамических моделей различной степени сложности, в том числе ансамблевых гидродинамических систем. Для идентификации режимов атмосферной циркуляции, выделения крупномасштабных структур и связанных с ними экстремальных величин широко используются методы автоматической классификации, в том числе тьюбинга и факторного анализа с вращением<sup>49</sup>.

В последние 10-летия новым важным источником информации об экстремальных метеорологических явлениях стали гидродинамические системы, основанные на использовании ансамблей. Методологически использование ансамблей прогнозов, или прогностических систем (АПС) обосновывается неизбежными ошибками в оценках начального состояния и несовершенством разработанных гидродинамических моделей<sup>50</sup>. К этому добавляются, как правило, фундаментальные соображения относительно неустойчивости атмосферных процессов: неточность знаний и несовершенство моделей проектируются на неустойчивость потока. Так как с математической точки зрения задача является краевой, то к перечисленным факторам можно добавлять также ошибки в описании границ. Как правило, в качестве «переменных» границ рассматриваются поля температуры поверхности океана. Разброс траекторий, полученных с помощью ансамблей, позволяет судить о возможных сценариях развития атмосферных процессов и экстремальных явлениях.

<sup>&</sup>lt;sup>43</sup> Cessi P., Speranza A. Orographic instability of nonsymmetric baroclinic flows and nonpropagating planetary waves //Journal of the Atmospheric Sciences. – 1985. –Vol. 42. – PP. 2585-2596.

<sup>&</sup>lt;sup>44</sup> Frederiksen J.S. The role of instability during the onset of blocking and cyclogenesis in Northern Hemisphere synoptic flows // Journal of the Atmospheric Sciences. – 1989. –Vol. 46, №. 8. – PP. 1076-1092.

<sup>&</sup>lt;sup>45</sup> Higgins R. Schubert S. Simulated life cycles of persistent anticyclonic anomalies over the North Pacific: role of synoptic-scale eddies // Journal of the Atmospheric Sciences. – 1994. –Vol. 51, № 22. – PP. 3238-3260.

<sup>&</sup>lt;sup>46</sup> Sheng J., Derome J. Dynamic forcing of the slow transients by synoptic – scale eddies: an observational study// Journal of the Atmospheric Sciences. –1993. –Vol. 50, № 5. – PP. 737-751.

<sup>&</sup>lt;sup>47</sup> Hoskins J., Karoly D. The sready linear response of a spherical atmosphere to thermal and orographic forcing// Journal of the Atmospheric Sciences. –1981. –Vol. 38. – PP. 1179-1196.

<sup>&</sup>lt;sup>48</sup> Hurrell J.W. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation regional temperatures and precipitation // Science. − 1995. − № 269. − PP. 676-679.

<sup>&</sup>lt;sup>49</sup> Ward M.N., Navarra A. Pattern analysis of SST-forced variability in ensemble GCM simulations: examples over Europe and the Tropical Pacific // Journal of Climate, 1997. – Vol. 1. –PP. 2210-2220.

 $<sup>^{50}</sup>$  Муравьев А.В., Куликова И.А. Ансамбли прогнозов: методы, проблемы и перспективы // Метеорология и гидрология. - 2005. - № 3. - С. 5-23.

Использование ансамблей гидродинамических прогнозов совместно с данными наблюдений позволяет расширить спектр методов исследования проблемы экстремальных метеорологических явлений и поставить вопрос об их статистической предсказуемости. При исследованиях экстремумов (выбросов) независимых одинаково распределенных случайных величин используются выводы известной теоремы Гнеденко об экстремальных типах распределений, полученной в 1943 г. Многочисленные примеры широкого применения этих результатов приведены в работе<sup>51</sup>, который подробно исследовал новый тип — экспоненциальное распределение. При этом помимо общепринятых средних: медианы, моды и математического ожидания был введен новый тип средних, получивший название характеристического экстремума. Со свойствами экстремумов неразрывно связаны проблемы превышений и выходов за высокие уровни<sup>52</sup> или положительных или отрицательных выбросов при пересечении некоторого уровня снизу или сверху<sup>53</sup>. Распределения экстремальных величин могут использоваться при моделировании и прогнозе экстремальных событий, например, засух и наводнений, экстремальных температур, осадков и других метеорологических величин.

Применение параметрических методов предполагает априорное знание теоретического закона распределения исследуемой величины или его определение по эмпирическим данным, что обусловливает необходимость проверки согласованности эмпирических данных и выбранного теоретического закона. Однако при имеющихся объемах данных трудно получить статистически устойчивые оценки основных характеристик процессов. Наличие больших архивов модельных расчетов и реанализа отчасти решает поставленную задачу, хотя не снимает полностью проблему значимости полученных оценок. Так как выборочный эффект иногда значителен, приходится использовать робастные статистики, разного рода рандомизации, а выводы формулировать в терминах разведочного анализа<sup>54</sup>. Трудности в определении априорных распределений заставляют прибегать к непараметрическим методам оценок положения и рассеяния, используя такие характеристики, как медианы и квантильные размахи. Так, например, в работе<sup>55</sup> определение и выделение выбросов и экстремальных величин производится на основе квартильного анализа и пороговых значений.

Таким образом, проведённый анализ современных исследований по теоретическим аспектам и трудностям создания механизма раннего предупреждения о засухах показал, что в вопросах, касающихся климатической изменчивости и условий формирования экстремальных явлений погоды в регионе ЦА еще много неясного. Соответственно, в регионе необходим комплекс исследований по детальному изучению условия формирования засух на основе комплексного анализа процессов в системе океан-атмосфера-суша- криосфера. В качестве одного из наиболее приемлемых вариантов решения этой задачи может служить комплексный подход с использованием гидродинамических, статистических и синоптических методов.

В приложении 3 приведены основные комплексные системы мониторинга состояния растительного покрова, сельскохозяйственных культур, прогноза их урожайности и раннего предупреждения засух, применяемые в мировой практике.

## 4.2. Основные направления деятельности в Центральной Азии по совершенствованию существующих систем мониторинга засух и созданию систем их раннего предупреждения

Несмотря на вышеизложенные трудности в процессе создания систем раннего предупреждения, в регионе предпринимаются попытки их преодоления.

Во всех странах региона Центральной Азии были приняты Национальные Программы действий (НПД) по борьбе с опустыниванием. Программами были определены основные приоритеты страны по

<sup>&</sup>lt;sup>51</sup> Гумбель Э. Статистика экстремальных значений. – М.: Мир, 1965. – 450 с.

<sup>52</sup> Лидбеттер М., Ротсен Х., Линдгрен Г. Экстремумы случайных последовательностей и процессов. – М.: Мир, 1989. – 392 с.

 $<sup>^{53}</sup>$  Тихонов В.И. Выбросы случайных процессов. — М.: Наука, 1970. — 392 с.

 $<sup>^{54}</sup>$  Тьюки Д. Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ. – М.: Советское радио, 1981.-350 с.

<sup>&</sup>lt;sup>55</sup> Муравьев А.В., Куликова И.А., Круглова Е.Н. Распределение экстремальных характеристик атмосферной циркуляции по данным реанализа и гидродинамического моделирования // Метеорология и гидрология. − 2009. − №7. − С. 33-47.

выполнению КБО ООН и ряд мер, принятие которых должно было обеспечить сдерживание процессов опустынивания, деградации и предупреждения засух. Одной из таких мер, было создание системы наблюдений и контроля по проблемам опустынивания и засух и внедрение современных методов мониторинга. Изучением процессов опустынивания и оценкой их влияния на окружающую среду занимаются специалисты в рамках грантов и международных проектов, но эти работы велись и ведутся не на постоянной основе и несут эпизодический характер.

В рамках Национальных программ действий (НПД) по борьбе с опустыниванием, которые были подготовлены: в Казахстане и Туркменистане в 1997 г., в Узбекистане в 1999 г., в Кыргызстане и Таджикистане - в 2000 г. НПД включают разные направления, но основной целью этого сотрудничества было согласование субрегиональных интересов, решение проблем взаимного использования трансграничных ресурсов и предотвращение возможных конфликтных ситуаций, расширение внутри регионального и международного обмена информацией и опытом, разработка и осуществление совместных программ и устойчивое улучшение социально-экономических условий стран региона.

### В процессе создания систем мониторинга и оценки процессов опустынивания, а также создания систем раннего предупреждения и смягчения последствий засух необходимо решить ряд следующих задач:

- Разработка и создание необходимой информационной базы для функционирования систем мониторинга засух и их раннего предупреждения;
- Введения в существующую систему мониторинга засух комплексного подхода с использованием наземных и дистанционных методов;
- Разработка общих и специальных индикаторов по предупреждению засух с учетом особенностей климата, строения поверхности и рельефа стран региона;
- Составления точных кратко- и среднесрочных прогнозов по динамике ледников и водных ресурсов;
- Создание и эффективное использования системы раннего предупреждения засух для потребностей сельского хозяйства и населения;
- Разработка новых и адаптация традиционных методов борьбы с деградацией земель и засухой на основе использования потенциала населения;
- Оценка и прогноз ущерба от процессов опустынивания и засухи.

### В какой-то мере эти задачи в странах региона частично были решены, но создание эффективной системы мониторинга засух и СРПЗ столкнулось со следующими трудностями:

- Недостаточной густотой сети мониторинга, особенно в зоне формирования стока;
- Недостаточным развитием компонента автоматических гидрометеорологических измерений в действующей современной сети мониторинга;
- Отсутствием первичных и доступных мониторинговых баз данных в электронном виде, часто данные хранятся на бумажных носителях;
- Трудностями в доступе и обмене информацией между странами и ведомствами;
- Отсутствием обратной связи с наиболее уязвимым сообществом для проведения мониторинга засухи и функционирования СРПЗ;
- Отсутствием методологии комплексного мониторинга засух, опыта его проведения и анализа;
- Разрозненностью методической и методологической информации прямо или косвенно касающейся оценки риска, предупреждению засухи, адаптации и смягчения последствий;
- Трудности в финансировании реорганизации гидрометеорологических служб, в разработке, адаптации и апробации индексов засухи.

### При распространении информации и оперативном оповещении имеют место следующие проблемы:

- Оповещение проводится на уровне ключевых министерств и ведомств, нет систематического оповещения конечных пользователей;
- Информация в распространяемых источниках рассчитана на специалистов и трудна для понимания конечным пользователям;
- Слабая информированность различных групп пользователей о рисках засухи, водосберегающих технологиях и о СРПЗ;
- Затруднением оперативного оповещения конечных пользователей в виду отсутствия у них надежных и доступных средств для получения информации.

Примером создания такой системы могут служить анализ результатов мировой практики моделирования мониторинга засух (приложение 3).

Основной технической проблемой для задачи уточнения индексов засушливости для территорий стран ЦА будет редкая сеть агрометеорологических станций, их устаревшее оборудование и программа наблюдений. Для калибровки индексов необходимы наблюдения за состоянием и влажностью на ее поверхности и различных глубинах и испарением, а для разработки моделей засухи необходим точный гидрологический прогноз, а также прогноз температуры воздуха и осадков на длительный период. Расчет засушливости по наиболее простым индексам и дополнение их данными спутникового мониторинга гидрометеорологическими службами Узбекистана, Казахстана и Кыргызстана возможен уже сейчас и пока он составляет основу СРПЗ в этих странах.

### 4.3 Управление климатическими рисками и адаптационные механизмы.

#### Меры по снижению уязвимости к засухам, используемые в регионе

Управление климатическими рисками (УКР) это интегрированный подход к решению вопросов краткосрочной изменчивости и долгосрочного изменения климата. Оно включает как элементы адаптации к меняющимся климатическим условиям и смягчения воздействий на изменение климата, так и вопросы сокращения рисков стихийных бедствий. В странах Центральной Азии ведётся работа по управлению климатическими рисками и приоритетным направлениям адаптации к возможным изменениям климатических условий.

#### Ниже приведены примеры таких исследований.

#### Республика Казахстан

Интересной представляется работа по созданию системы ранней диагностики засух для целей управления на основе вычислительно эффективной полулагранжевой глобальной конечноразностной модели общей циркуляции атмосферы<sup>56</sup>.

Исследования последних лет выявили ряд важных потенциальных источников внутрисезонной предсказуемости, которые дают надежду на прогресс в этой области<sup>57 5859</sup>.

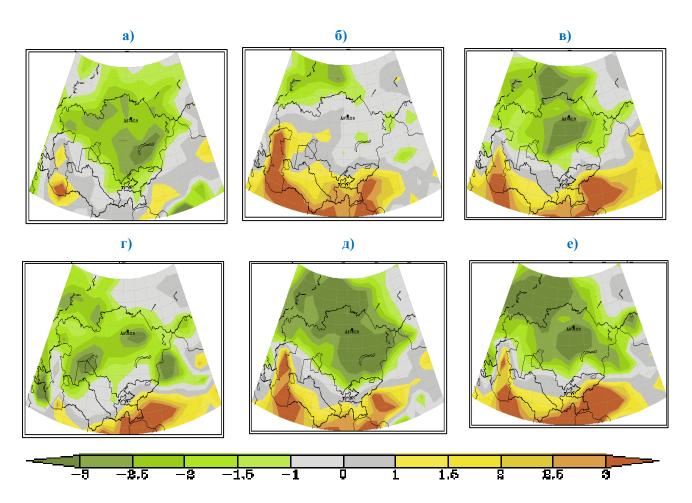
На рисунке 19 приводятся прогностические карты пространственного распределения индекса атмосферной засушливости Si, предложенного Д.А. Педем, на октябрь, ноябрь, декабрь 2016 г. и январь 2017 г., а также на сезоны октябрь – декабрь 2016 г. и ноябрь 2016 г. – январь 2017 г.

<sup>&</sup>lt;sup>56</sup> Технологии управления рисками возникновения засух в РеспубликеКазахстан: монография / В.Г. Сальников, И.А. Куликова, Е.А. Таланов, Г.К. Турулина, С.Е. Полякова. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 196 с.

<sup>57</sup> Киктев Д.Б., Толстых М.А., Мирвис В.М. О предсказуемости экстремальных метеорологических явлений на временных масштабах до сезона // Сборник докладов «Экстремальные паводки в бассейне р. Амур: прогнозы, причины, рекомендации». – М: Росгидромет, 2014. – C.54–66.

<sup>58</sup> Тищенко В.А, Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Повторяемость засушливых периодов в Москве в теплое полугодие // Труды Гидрометеорологического Научно- исследовательского Центра Российской Федерации. — 2016. — Вып. 359. — С. 161—177.

<sup>59</sup> Michaelides Ed.S.Precipitation: Advances in measurement, estimation, and prediction. – Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 2008. - 540 p.



**Рисунок 18** Гидродинамические прогнозы индекса атмосферной засушливости: а) на октябрь 2016 г., б) на ноябрь 2016 г., в) на декабрь 2016 г., г) на январь 2017 г., д) на октябрь — декабрь 2016 г., е) на ноябрь 2016 г. — январь 2017 г. Прогноз составлен 30 сентября 2016 г

Другим важным источником информации о возможном наступлении засухи является индекс экстремальности<sup>60</sup> EFI (Extreme Forecast Index), рассчитываемый на основе информации ансамблевых прогнозов. EFI (Extreme Forecast Index) является непрерывной мерой различия между конкретным модельным прогностическим (эмпирическим) и соответствующим модельным климатическим вероятностными распределениями того или иного метеорологического параметра.

Расчет EFI представляет собой одну из форм вероятностной интерпретации результатов систем ансамблевого прогнозирования. Экстремумы при этом определяются по отношению не к наблюдаемому, а к модельному климату.

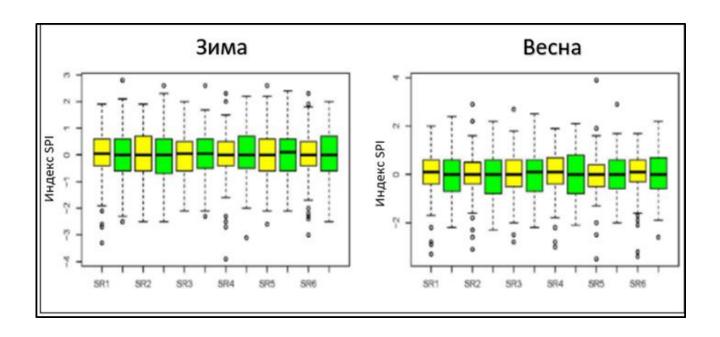
#### Оценки качества прогнозов параметров атмосферной засушливости

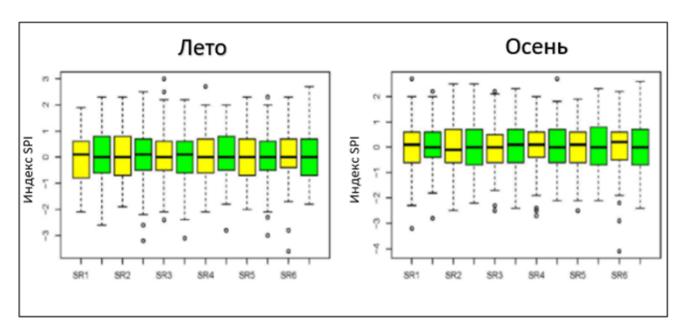
Примеры диаграмм размаха для индексов SPI, рассчитанных по данным реанализа и историческим прогнозам для зимнего, весеннего, летнего и осеннего сезонов для станций Костанай, Иртышск, Атбасар, Уральск, Астана и Актобе приводятся на рисунке 20.

Квантильный анализ индексов SPI позволяет сделать следующие основные выводы. Наибольшее число выбросов и экстремальных величин, как по модельным, так и по фактическим данным, приходится на зимний и весенний периоды.

37

 $<sup>^{60}</sup>$  Lalaurette F. Early Detection of Abnormal Weather Using a Probabilistic Extreme Forecast Index // ECMWF Technical Memorandum.  $-2002.-N_{\odot}$  373. -PP. 3–27.





**Рисунок 19** Диаграммы размаха для индексов SPI, рассчитанных по данным реанализа (выделены желтым цветом) и моделирования на месячном интервале времени (выделены зеленым цветом) для зимнего (слева вверху), весеннего (справа вверху), летнего (слева внизу) и осеннего (справа внизу) сезонов для станций Костанай (SR1), Иртышск (SR2), Атбасар(SR3), Уральск(SR4), Астана(SR5) и Актобе(SR6)

Данное обстоятельство связано с неустойчивостью атмосферной циркуляции, прежде всего, на западе (станция Актобе), а также на северо-западе (станция Уральск) и севере Казахстана (станция Костанай). При этом большая часть выбросов находится в области отрицательных значений индекса SPI, что указывает на тенденцию преобладания в этих регионах циклонических форм атмосферной циркуляции, с которыми связаны экстремальные условия увлажнения.

В летнее время, когда циркуляционные условия становятся более устойчивыми, число выбросов уменьшается. Во все сезоны года распределения модельных данных и данных реанализа в пределах интервалов умеренной засушливости и умеренного увлажнения довольно хорошо согласуются друг с другом. В области экстремальных значений полезный сигнал не обнаружен. Все расчеты проводились с использование R — статистической системы анализа.

#### Кыргызская Республика

Мониторинг засух на официальном уровне в Кыргызстане не проводился, поэтому в Климатическом профиле Кыргызской Республики<sup>61</sup>к оценке и управлениями климатическими рисками в сельском хозяйстве был применен подход с использованием вместо климатических параметров

#### Урожай = f (климатические параметры)

некоторое их обобщение (например, индексов засухи и увлажненности), т.е. оценка урожайности на основании изменения индексов, комплексно характеризующих климатические условия и получение моделей вида:

#### Урожай = f (индекс)

Эта методология в республике ранее не применялась Кыргызгидрометом индексы увлажнения и засухи на регулярной основе не определяются, в отличие от соседних республик. Поэтому требуется определенное время для освоения программного обеспечения для расчета индексов и выбора наиболее эффективных из них, с точки зрения влияния на урожайность основных сельскохозяйственных культур.

Имеющиеся данные по экономическому ущербу и урожайности позволяют провести анализ рисков с использованием этого подхода как непосредственно по изменению урожайности, так получить оценку экономического ущерба при изменении климатических характеристик.

Этот подход позволяет резко сократить количество параметров входящих в статистическую модель, что повышает статистическую обоснованность результатов в условиях небольших выборок. Кроме того, введение в практику регулярных расчетов индексов засухи и увлажненности является необходимым элементом системы страхования урожая. Не устраненным недостатком (который свойственен и предыдущему подходу) является сложность учета влияния прочих (кроме климатических) факторов на урожайность.

По этой методике были проведены расчеты, основанные на исходных данных учета ситуации в сельском хозяйстве, мониторинг за которыми ведет Национальный статистический комитет. Проверка проводилась в первую очередь для культур, данные по которым достаточно подробные, т.е. имеют мало пропусков и которые чаще используют на неорошаемых землях. Исходя из этих условий были отобраны, как наиболее уязвимые, пшеница, ячмень и кукуруза на зерно и проведены расчеты, направленные на установление связи между наблюдаемыми климатическими изменениями и снижением урожайности сельскохозяйственных культур в следствии неблагоприятного воздействия засухи и дефицита воды.

В результате расчетов был сделан немного парадоксальный вывод, что рост неблагоприятного воздействия засухи на урожайность этих культур при наблюдаемых тенденциях изменения климата снижается и в будущем, вероятно, следует ожидать сокращения воздействия от данного вида явления на сельское хозяйство Кыргызстана.

В проекте "Комплексное управление природными ресурсами в подверженных засухе и засоленных сельскохозяйственных производственных ландшафтах Центральной Азии и Турции (ИСЦАУЗР-2)» в области управления рисками засухи в сельском хозяйстве Кыргызстана были выявлены следующие проблемы:

- Несоответствие существующей сети мониторинга, с увеличением количества и масштабов проявления опасных природных процессов и явлений, которые оказывают влияние на сельское хозяйство и продовольственную безопасность;
- Отсутствие системы оценки рисков с четким распределением функций и ответственности учреждений системы ДРМ;
- Слабо развитая практика принятия решений на основе анализа рисков;

<sup>&</sup>lt;sup>61</sup> Климатический профиль Кыргызской Республики. – Ильясов Ш., Забенко О., Гайдамак Н., Кириленко А., Мырсалиев Н., Шевченко В., Пенкина Л. – Б.2013 – 99 с.

- Оценка риска бедствий не учитывается при планировании социально-экономического развития, особенно на уровне айыл аймаков;
- Низкий уровень обмена информацией между управлением рисками и информированием общественности о бедствиях;
- Отсутствие нормативных положений и стандартных оперативных процедур для органов государственной власти и местного самоуправления в области раннего предупреждения и реагирования;
- Слабая подготовка специалистов по мониторингу и оценке рисков, особенно в области применения геоинформационных технологий.

#### Разработчиками проекта были сформулированы рекомендации:

- Утвердить методологические основы управления рисками бедствий и концептуальные основы отраслевых программ и планов по снижению рисков бедствий в сельском и водном хозяйстве;
- Разработать методические рекомендации по мониторингу и оценке безопасности пищевых продуктов, провести обучение специалистов;
- Разработка и утверждение методики оценки ущерба сельскому хозяйству от стихийных бедствий;
- Внедрить систему показателей экономической, технической и социальной эффективности структурных мер;
- Проведение исследований по содействию страхованию в сельском хозяйстве от стихийных бедствий;
- Внедрение модели почвенной засухи внедрение модели атмосферной засухи SPI;
- Организовать процесс сборки 3D-PAWS.

#### Республика Таджикистан, Республика Узбекистан.

Основная стратегия в адаптации сельского хозяйства к изменению климата и засухе приводится в страновых Национальных сообщениях по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

В Приложении 2 приведены некоторые характеристики профиля климатических рисков для Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная оценка проблем засухи и моделей мониторинга засух в Центральной Азии показала, что географическое положение региона определяет высокую подверженность климатически обусловленным стихийным бедствиям. Около 75 % территории можно назвать недостаточно защищёнными от ЧС природного характера. Наибольшее количество пострадавших - до 70% - от их общего числа в регионе вызвано засухами.

Анализ доступных материалов по региону показал, что в странах Центральной Азии проводятся отдельные исследования по изучению, мониторингу и раннему предупреждению о засухах. Но они носят несистемный, эпизодический характер.

В регионе отсутствует единое определение засух. В настоящий момент применяется довольно много подходов по параметризации засух, которые имеют региональные и ведомственные различия. Это не позволяет иметь однородные ряды информации по засухам, позволяющие выполнять с пространственно-временной анализ. Решение об использовании того или иного индекса засух чаще всего принимается на основе доступности информации, необходимой для расчёта.

С другой стороны, можно сделать вывод, что не существует одного универсального метода или индекса, пригодного для всех природных зон региона Центральной Азии. Поэтому на рассматриваемой территории существует необходимость оценки региональной значимости основных критериев

-

 $<sup>^{62}</sup>$  Профиль климатических рисков Узбекистана. — 2015. — 88 с.

параметризации засух, а также оценке их влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур относительно климатических норм конкретного региона (с учетом биоклиматического потенциала).

В регионе наблюдаются определённые трудности с доступом к первичной информации, необходимой для мониторинга моделирования засух. Особо сложная ситуация с информацией о влажности почвы. Такие данные в большинстве случаев носят эпизодический характер. Регулярные систематические наблюдения за влажностью почвы в регионе не проводятся. Также нет систематических наблюдений за другими процессами тепло- и влагообмена в приповерхностном слое, в частности, наблюдений за испарением с поверхности почвы и водной поверхности.

В настоящее время возможности информационного обеспечения для изучения проблемы засух в регионе Центральной Азии существенно улучшены благодаря поддержке международных доноров, которые произвели значительные инвестиции в модернизацию метеорологических и гидрометеорологических систем наблюдения и обмен данными в Центральной Азии, а также в повышение потенциала работников Гидрометслужб по использованию новых технологий. Весь комплекс предпринятых мер позволил заметно улучшить качество мониторинга и обеспечить условия для развития систем раннего предупреждения засухи в регионе Центральной Азии.

При этом, несмотря на отдельные попытки развитии и улучшении современных систем мониторинга и заблаговременного прогнозирования засух, а также обеспечения готовности к ним и смягчению их последствий, в регионе на момент выполнения исследования отсутствовала реально действующая система эффективного мониторинга моделирования засух.

В странах региона предпринимаются определенные усилия на государственном, законодательном, институциональном уровнях, направленных на снижения уязвимости. Однако в регионе отсутствует комплексная программа снижения уязвимости к засухам.

## РЕКОМЕНДАЦИИ

Потенциал для минимизации ущерба от засух в регионе Центральной Азии включает: системы заблаговременного предупреждения о вероятности наступления засух; информирование заинтересованных сельхозпроизводителей о наличии риска засух; создание системы устойчивого управления земельными ресурсами, включая планирование землепользования.

К числу других минимизирующих ущерб мер, относятся: совершенствование надзора за состоянием водоснабжения, ирригационных и дренажных систем; защита инфраструктуры от климатических воздействий; совершенствование образования и информированности населения.

Кроме того, существует необходимость в повышении осведомленности для наращивания потенциала устойчивого управления рисками, связанными с засухами с целью сократить уязвимость.

Таким образом, вызовы, с которыми сталкиваются страны Центрально-Азиатского региона при разработке национальных программ по борьбе с засухой, основанной на учете рисков, носят комплексный характер и требуют политической воли и координации внутри и между различными государственными уровнями, а также с большим числом заинтересованных сторон, которые должны быть привлечены к процессу разработки программы.

В соответствии  $c^{63}$ , основные элементы национальной программы борьбы с засухой относятся к следующим областям:

- Развитие стандартных подходов в контексте региональной адаптации, к оценке уязвимости и последствий;
- Внедрение эффективных систем мониторинга засух и заблаговременного предупреждения;
- Усиление готовности и мер смягчения последствий;

• Осуществление мер реагирования на чрезвычайные ситуации и восстановления, которые

<sup>&</sup>lt;sup>63</sup> Руководящие указания по разработке национальной политики в области борьбы с засухой: Руководство к действию. Комплексная программа борьбы с засухой (КПБЗ). ВМО № 1164, 2014

подкрепляют цели национальной программы борьбы с засухой;

• Понимание существующих и усиливающихся под влиянием изменения климата риска засух и цены бездействия по смягчению их воздействия.

Общая цель страновой и региональной политики в отношении засух и планов обеспечения готовности заключается в смягчении воздействий засух посредством определения основных видов деятельности, групп или регионов, наиболее подверженных риску, и разработки мер и программ по уменьшению последствий, снижающих их уязвимость.

Эта политика должна быть направлена на обеспечение правительства эффективными и систематизированными средствами оценки засушливых условий, разработки мер по смягчению последствий и программ по снижению рисков заблаговременно до наступления засухи, а также разработки вариантов мер реагирования, сводящих к минимуму нагрузку на экономику, экологический ущерб и социальную напряженность в периоды засухи.

Планы готовности к засухе должны включать три критических компонента, которые дополняют друг друга и представляют собой интегрированный институциональный подход, обращающийся к проблемам краткосрочного и долгосрочного управления и мерам по смягчению последствий засухи:

- Комплексную систему раннего предупреждения;
- Порядок оценки рисков и воздействий;
- Стратегии смягчения последствий и реагирования.

Для улучшения гидрометеорологического мониторинга, прогнозирования и систем раннего предупреждение засухи необходима реализация следующих основных мероприятий:

- 1. Разработка и создание необходимой единой и открытой информационной базы для функционирования системы мониторинга засух и их раннего предупреждения, дальнейшее определение и устранение пробелов в сети наблюдения, восстановление агрометеорологических сетей, насыщение сети автоматическими метеостанциями;
- 2. Разработка и внедрение специализированной программы наблюдений для агрометеорологических станций с учетом применения результатов наблюдений для разработки индикаторов засухи и дополнения данных дистанционного зондирования наземной информацией;
- 3. Введения в существующую систему мониторинга засух комплексного подхода с использованием наземных и дистанционных методов и его апробация под местные условия;
- 4. Составления точных кратко- и среднесрочных прогнозов по динамике ледников, снегозапасов и водных ресурсов;
- 5. Разработка общих и специальных индикаторов по предупреждению засух с учетом особенностей климата, строения поверхности и рельефа стран региона;
- 6. Создание и эффективное использования системы раннего предупреждения засух на основе инструментальных данных для потребностей сельского хозяйства и населения;
- 7. Привлечение населения и общественных организаций к сбору данных, создание общинных и промежуточных систем раннего оповещения, включая анализ информации официальных и неофициальных организаций в районах и общинах, на предмет исполнения ими роли агентов местных систем раннего предупреждения в подверженных засухе районах;
- 8. Разработка продуктов мониторинга, лучше приспособленных к нуждам конкретных конечных пользователей в программах по подготовке к засухе и смягчению ее эффектов, содействие обмену и координации информации на региональном и местном уровнях и среди населения;
- 9. Улучшение управления данными: разработка региональных проектов по решению актуальных проблем, координация деятельности региональных институтов, общая координация выполнения региональных проектов, утвержденных главами государств Центральной Азии.

В Приложении 4 приведены пробелы в экологической политике и адаптации к изменению климата стран ЦА в контексте проблемы засухи и возможные пути их решения для управления водными ресурсами и сельского хозяйства.

В качестве одного из эффективных инструментов, который может помочь странам региона при разработке планов готовности к засухе и смягчения ее последствий, может служить опыт наилучших практик по национальной программе борьбы с засухой $^{64}$ , где этот процесс был разделен на 10 шагов.

Данный пошаговый подход был скорректирован и представлен ниже, как один из подходов, призванный помочь странам Центральной Азии в процессе разработки национальной программы по борьбе с засухой:

- **Шаг 1 -** Назначение специальной межведомственной комиссии или рабочей группы по национальной программе по борьбе с засухой.
- **Шаг 2** Разработка/определение целей, задач, ответственных исполнителей, ресурсов и ожидаемых результатов национальной программы по борьбе с засухой, основанной на оценке риска.
- **Шаг 3** Обеспечение участия всех заинтересованных сторон, определение и разрешение конфликтов между основными секторами водопотребления.
- **Шаг 4 -** Составление списка имеющихся данных и финансовых ресурсов, определение групп, наиболее подверженных риску.
- **Шаг 5 -** Разработка основных положений национальной программы по борьбе с засухой, включая следующие основные элементы:
- Мониторинг, мониторинг и заблаговременное предупреждение;
- Оценка риска и последствий;
- Смягчение последствий и реагирование.
- Шаг 6 Выявление исследовательских потребностей и ликвидация институциональных пробелов.
- Шаг 7 Интеграция научных и политических аспектов управления в условиях засухи.
- **Шаг 8** Пропагандирование национальной программы по борьбе с засухой и улучшение информирования населения.
- Шаг 9 Разработка образовательных программ для всех возрастных групп и заинтересованных групп.
- Шаг 10 Проведение оценки и пересмотр национальной программы по борьбе с засухой.
- В Приложении 5 приведён примерный комплекс рекомендаций в области разработки политик и предложений по необходимым политическим решениям. (policy recommendations), направленных на управление рисками, связанными с засухой.

Все они разделены на 4 основные группы: институциональные, технологические, улучшение поставок воды, управление спросом. Соответственно в каждом из этих разделов можно выделить комплекс упреждающих мероприятий по отношению к возможной засухе, оперативные мероприятия, которые целесообразно реализовать непосредственно в период засухи. И наконец, перечень рекомендуемых мероприятий после засух.

Таким образом, основные положения национальных и региональных программ по борьбе с засухой требуют периодической оценки и пересмотра с тем, чтобы обеспечить включение новых технологий, учет уроков, извлеченных из последних событий засухи, а также изменений в отношении уязвимости и тому подобное.

Странам рекомендуется проводить периодические оценки своих национальных программ по борьбе с засухой, проводить отработку действий в случае засухи для обеспечения высочайшего уровня координации между правительственными ведомствами, международными и неправительственными организациями, другими заинтересованными сторонами на различных уровнях, а также, в соответствии с этим, проводить пересмотр и обновление программ по борьбе с засухой.

 $<sup>^{64}</sup>$  Руководящие указания по разработке национальной политики в области борьбы с засухой: Руководство к действию. Комплексная программа борьбы с засухой (КПБЗ). ВМО № 1164, 2014

## ОСНОВНЫЕ ПРОЕКТЫ

по управлению риском стихийных бедствий, борьбе с засухой и опустыниванием, и совершенствованием систем раннего предупреждения засух в странах Центральной Азии по данным Национальных сообщений стран ЦА региона

| Название проекта   | Финансирующее  | Сроки      | Объемы               | Основные результаты проекта  |  |  |  |
|--|--|------------|----------------------|--|--|--|--|
|  | агентство / местные<br>партнеры  | реализации | финансиро -<br>вания |  |  |  |  |
|  |  |            | долл. США            |  |  |  |  |
|  | Узбекистан   |            |                      |  |  |  |  |
| Поддержка выполнения<br>Конвенции ООН по борьбе с<br>опустыниванием (КБО ООН) в<br>Азии, региональный              | BMZ/GTZ Казахстан,<br>Узбекистан 2001-<br>2007                           | 2007-2010  | 5 200 000            | Оказана поддержка в развитии потенциала для выполнения обязательств по Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в Узбекистане.   |  |  |  |
| Инициатива Центрально<br>Азиатских стран по<br>управлению земельными<br>ресурсами (ИСЦАУЗР) –<br>Программа КБО ООН | ГЭФ/АБР, ПРООН,<br>КБО и др. доноры<br>СПС ИСЦАУЗР/<br>Правительство РУз | 2007-2010  | 30 000 000           | Реализован ряд проектов по улучшению продуктивности земель, при сохранении их экологических функций и повышению эффективности водопользования как меры адаптации.  |  |  |  |
| Проект по улучшению земель в Бухарской, Навоийской и Кашкадарьинской областях                                      | ГЭФ/АБР/САСІLМ<br>Фаза 1, МСВХ   | 2008-2013  | 3 000 000            | Улучшение мелиоративного состояния земель путем реализации технических и институциональных мероприятий, а также адаптация технологий и использование лучших практик УУЗР и водосбережения.   |  |  |  |
| Укрепление потенциала Республики Узбекистан по управлению рисками стихийных бедствий                               | ПРООН, ЕС<br>(ЕСНО)/МЧС РУз,<br>АН РУз, Узгидромет                       | 2010-2014  | 1 867 200            | Содействие МЧС, Академии Наук, Фонду махалли (общественности) в создании устойчивого механизма снижения рисков стихийных бедствий, повышена квалификация кадров, материальнотехнический потенциал.   |  |  |  |
| Повышение потенциала<br>ИСЦАУЗР  | ГЭФ/ПРООН/КБО<br>ООН/GIZ/РУ3   | 2011-2013  | 780 000              | Повышен потенциал для разработки и реализации интегрированного подхода и стратегий по борьбе с деградацией земель в рамках Национальных Рамочных Программ ИСЦАУЗР.   |  |  |  |
| Содействие модернизации гидрометслужб в странах Центральной Азии, региональный                                     | Финский метеорологический институт/Узгидромет                            | 2011-2013  | 526 225 евро         | Региональный учебный центр ВМО (г.Ташкент) оснащен современным оборудованием. Обучены специалисты НГМС.  |  |  |  |
| Проект ПРООН «Управление климатическими рисками в Узбекистане» (ЦА-УРИК), региональный                             | ПРООН/Узгидромет,<br>Минэкономики и др.                                  | 2011-2014  | 800 000              | Проект реализован в Кашкадарьинской области: разработана система раннего оповещения засух, улучшено водопотребление для фермеров на местном уровне. Повышен потенциал сотрудников Центра управления засухами в Узгидромете.                  |  |  |  |
| Модернизации гидрометеорологического обслуживания в Центральной Азии, региональный                                 | Всемирный<br>банк/Узгидромет   | 2012-2016  | 2 000 000            | Планируется укрепление систем и методик раннего предупреждения опасных явлений в горных районах Центральной Азии; оснащение оборудованием для международной передачи и интерпретации метеоданных, в том числе с использованием модели КОСМО. |  |  |  |
| Обеспечение климатической устойчивости фермерских и дехканских хозяйств, расположенных в засушливых районах РУз    | Адаптационный<br>фонд (АФ) РКИК<br>ООН, ПРООН/<br>Узгидромет             | 2014-2019  | 5 190 878            | Развитие институционального и технического потенциала для управления засухой и ее раннего предупреждения; осуществление мер по внедрению климатоустойчивых практик в рамках фермерских хозяйств Республики Каракалпакстан.                   |  |  |  |
| Сохранение климатических данных в Узбекистане  | Правительство Республики Корея (через ВМО)/ Узгидромет                   | 2015-2016  | 628 000              | Планируется перевод архивных климатических данных Узгидромета с бумажных носителей в цифровой формат; создание единой базы климатических данных  |  |  |  |
| Комплексное управление природными ресурсами в  | ГЭФ/ФАО/Узгидром<br>ет   | 2016-2018  | 2 000 000            | Проект направлен на смягчение последствий засухи в районах высокого  |  |  |  |

| подверженных засухе и  |   |            |                    | писуа опустыцирация в условиях измецеция  |  |  |  |
|--|---|------------|--------------------|---|--|--|--|
| подверженных засухе и засоленных сельскохозяйственных ландшафтах (ИСЦАУЗР/САСІLМ 2)  |   |            |                    | риска опустынивания в условиях изменения<br>климата, улучшение управления<br>засолением, демонстрацию<br>климатоустойчивых сельскохозяйственных<br>технологий (SMART).  |  |  |  |
| Кыргызстан   |   |            |                    |   |  |  |  |
| Управление климатическими рисками (УКР) в Кыргызстане  | ВСРК ПРООН  | 2010-2015  | 4 500 000          | 1. Создать соответствующие условия для внедрения принципов УКР на системном, институциональном и индивидуальных уровнях. 2. Продемонстрировать климатически адаптированное управление пастбищами в Суусамырской долине. 3. Управление знаниями и извлеченные уроки для УКР.   |  |  |  |
| Проект модернизации гидрометеорологического обслуживания в Центральной Азии САНМР  | ВБ\Кыргызгидромет   | 2012-2018  | 6 000 000          | 1 Укрепление технических и организационных возможностей НГМС ЦА по получению, хранению и обмену информацией; 2 Улучшение региональной системы обучения подготовки и повышения квалификации кадров: 3 Улучшение качества обслуживания за счет улучшения прогнозов погоды, штормовых предупреждений и оценки изменения климата  |  |  |  |
| Региональная программа по окружающей среде для Центральной Азии (EURECA) Компонент 2: Управление лесами и биоразнообразием, включая экологический мониторинг: FLERMONECA | ЕЭС<br>Казахстан<br>Кыргызстан<br>Таджикистан<br>Туркменистан<br>Узбекистан | 2013-2015  | 4 800 000<br>евро  | Усиление регионального сотрудничества и партнерства с Европой в вопросах устойчивого использования природных ресурсов, управления лесами и биоразнообразием, включая мониторинг состояния окружающей среды.   |  |  |  |
| Усиление институциональных и правовых возможностей для обеспечения улучшения национальной системы мониторинга и управления экологической информацией                     | ПРООН/ ГЭФ  | 2016- 2018 | 950 000            | Ожидаемые результаты проекта: 1. Совершенствование инструментов политики и законодательства для эффективного мониторинга и принятия решений. 2. Укрепление институционального потенциала. 3. Повышение осведомленности о ценностях глобальной окружающей среды.   |  |  |  |
| Картирование продовольственной безопасности и уязвимости   | Департамент<br>международного<br>развития<br>Великобритании<br>(DFID)       | 293 927    | 2014               | Разработать и распространить<br>Национальный атлас по продовольственной<br>безопасности и уязвимости на<br>национальном и субнациональном уровнях<br>в целях повышения понимания целей<br>продовольственной безопасности, пробелов,<br>проблем и возможностей.  |  |  |  |
| Программа "Трансграничное<br>управление водными ресурсами<br>в Центральной Азии"   | Страны ЦА,<br>German Federal<br>Foreign Office                              | 2009-2017  | 21 000 000<br>евро | Компоненты: Содействие региональному институциональному сотрудничеству. Совершенствование управления бассейнами трансграничных рек.   |  |  |  |
|  |   | Таджики    | стан               |   |  |  |  |
| Проект по снижению риска<br>прорыва озера Сарез  | ВБ, Фонд Агахана,<br>Швецария   | 2000-2006  |                    | Создана система мониторинга за озером, переоборудовано и отремонтировано 30 приоритетных гидропостов и метеостанций в зонах формирования стока, восстановлены снегомерные рейки и маршруты, усилен гидрологический отдел для работы со спутниковыми снимками и Региональным центром гидрологии при МФСА. Внедрены автоматизированные системы (Hydropro, GE-1) для оцифровки и поддержания гидрологических баз данных и ежегодников. Оказано содействие в калибровке приборов. |  |  |  |
| Модернизация сети<br>Таджгидромета   | ВБ  | 2009       | 12 000 000         | Масштабная модернизации сети наблюдений и улучшения гидрометеорологического обслуживания.   |  |  |  |
| «Вода объединяет»<br>CAWa  | Германия/<br>Таджгидромет   | 2009-2014  |                    | Выполнена установка АМС в Зеравшане и<br>Айвадже, установлены АГС и на леднике<br>Абрамова (Кыргызстан) вместо  |  |  |  |

|  |  |                   | комплексная автоматическая станция для  |
|--|--|-------------------|---|
|  |  | Казахст           | прогноза стока р. Вахш  |
| Управление климатическими  | ГЭФ/ПРООН РК                                       | 2010-2014         | Усиление институциональных рамок,   |
| управление климатическими рисками в Казахстане   | 1 ЭФ/ПРООП РК                                      | 2010-2014         | технического потенциала по управлению рисками, связанными с изменением климата, и возможностей путем интеграции на национальном, субнациональном и местном уровнях.   |
| Центрально-Азиатская<br>мультинациональная<br>программа ПРООН по   | ГЭФ/ПРООН РК                                       | 20112014          | Усиление технического потенциала стран справляться с климатическими исками;   |
| программа проот по управлению климатическими рисками.  |  |                   | <ul> <li>Обмен знаниями и интегрирование<br/>вопросов климатических рисков в процессы<br/>регионального развития;</li> </ul>  |
|  |  |                   | <ul> <li>Синтез и дальнейшее развитие системы<br/>знаний о ледниках Центральной Азии.</li> </ul>  |
| Наращивание потенциала в области устойчивого развития через интеграцию вопросов изменения климата в стратегическое планирование в Республике Казахстан | ГЭФ/ПРООН РК                                       | 2009-2014         | Усиление потенциала национальных партнеров по эффективному участию в международном переговорном процессе по вопросам изменения климата, в частности по вступлению Казахстан в Приложение Б Киотского Протокола;  — Поддержка деятельности Правительства РК по выполнению обязательств по пост-  |
|  |  |                   | Киотскому периоду после 2012 г., и подготовка национальной стратегии низко-<br>углеродного развития и интеграция принципов в национальную политику и стратегии развития; Поддержка деятельности по адаптации к  |
|  |  |                   | изменению климата в Казахстане и интеграция вопросов адаптации к изменению климата в основную политику и стратегии развития;  |
| Программа по адаптации к<br>изменению климата  | ПМГ ГЭФ  |                   | Основной задачей данной программы является практическая отработка организационных и управленческих решение по адаптации хозяйственной деятельности к изменяющимся условиям климата. Реализация данного программы ведется в 10 странах мира, в том числе и в Казахстане. В каждой стране программа адаптируется к местным условиям и в Казахстане реализация программы ведется с уклоном в сельское хозяйство. Помимо этого, делается тематический акцент на борьбу с деградацией земель.  |
| Продвижение стратегий по адаптации и предотвращению изменения климата в Центральной Азии   | Федеральное<br>Министерство ООС<br>Германии/ РЭЦЦА | 2010-2011         | Проект направлен на укрепление потенциала стран Центральной Азии в формировании общих позиций по основным вопросам международных переговоров и в продвижении региональных интересов при разработке новых и пересмотре существующих национальных стратегий путем развития общего понимания дальнейшего переговорного процесса. Поддержка выработки общей позиции стран Центральной Азии по изменению климата является способом ускорения их диалога и принятия решений по наиболее острым проблемам изменения климата в регионе. |
| Модернизация сети<br>Казгидромета  | Всемирный банк                                     | 2014 – по<br>н.в. | Масштабная модернизации сети наблюдений и улучшения гидрометеорологического обслуживания.   |

## ПРОФИЛИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ КЫРГЫЗСТАНА, ТАДЖИКИСТАНА И УЗБЕКИСТАНА

## КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(Климатический профиль Кыргызской Республики. — Ильясов Ш., Забенко О., Гайдамак Н., Кириленко А., Мырсалиев Н., Шевченко В., Пенкина Л. — Б.2013 — 99 с.). Профиль подготовлен в рамках проекта ПРООН "Управление климатическими рисками в Кыргызстане"

| Сектор или вид<br>деятельности                    | Адаптации и пути управления рисками  |
|---|--|
| Совершенствование нормативно-                     | Внесение дополнений и корректив в:   |
| правовых основ                                    | • Экологический, Земельный, Лесной и Водный кодексы КР;  |
|   | <ul> <li>Правила разработки, реализации, проведения мониторинга, оценки и контроля<br/>стратегических планов развития;</li> </ul>  |
|   | ■ Прогнозные схемы территориально-пространственного развития страны, государственных программ, программ развития территорий, стратегических планов государственных органов» для обеспечения интеграции политики сокращения рисков к изменению климата в систему стратегического планирования республики.                     |
| Совершенствование институциональных основ         | <ul> <li>Создание структурного подразделения в МСХ, который будет курировать вопросы<br/>устойчивого использования пастбищных территорий;</li> </ul>   |
|   | <ul> <li>Создание устойчивых механизмов самоуправления сельского населения, направленных на<br/>совместное и эффективное использование сельскохозяйственных территорий, находящихся в<br/>частной и государственной собственности;</li> </ul>  |
|   | ■ Создание в структуре ГАООСЛХ отдела по адаптации лесного хозяйства к рискам изменения климата и усиление контроля за состоянием лесов животного мира, их сохранением и использованием;   |
|   | ■ Повышение функциональной ответственности органов государственной власти путем конкретизации должностных обязанностей чиновников, качество выполнения которых влияет на своевременное выявление возникающих климатических угроз и усиление адаптационного потенциала страны, отдельно взятых регионов и населённых пунктов; |
|   | <ul> <li>Изменение институциональных основ системы водообеспечения и водопользования на<br/>национальном и бассейновом уровнях.</li> </ul>   |
| Совершенствование технических норм и регламентов: | <ul> <li>■ Совершенствование систем учёта и нормирования использования воды в сельском хозяйстве<br/>и других секторах экономики;</li> </ul>   |
|   | <ul> <li>Установление лимитов потребления природных ресурсов и санкции за их превышение с<br/>учетом прогнозов изменения климата.</li> </ul>   |
| Совершенствование финансово-<br>экономических     | <ul> <li>Создание национального и территориальных фондов адаптации и сокращения рисков к<br/>изменению климата;</li> </ul>   |
| механизмов:                                       | • Развитие системы страхования, введение в практику услуг по индекс-страхованию;   |
|   | • Создание системы предоставления микро-займов для реализации адаптационных проектов;  |
|   | <ul> <li>Создание системы государственного контроля расходования бюджетных средств на<br/>адаптацию на местах, подключение к этой деятельности общественности через «горячие<br/>линии»;</li> </ul>  |
|   | ■ Введение льгот для уязвимых секторов и слоёв населения в сочетании с квотированием.  |
| Совершенствование информационных инструментов     | <ul> <li>Создание информационно-аналитического центра в области изменения климата при<br/>координационном органе по изменению климата;</li> </ul>  |
|   | <ul> <li>Формирование информационной базы данных для моделирования, прогнозирования<br/>последствий изменения климата для населения, секторов экономики и экосистем,<br/>позволяющих принимать научно-обоснованные решения в области адаптации;</li> </ul>   |
|   | ■ Включение в программы существующих учебных заведений специальных дисциплин по эффективному использованию природных ресурсов, уязвимости к последствиям изменения   |

климата, оценке и прогнозированию природных рисков, и повышению адаптационной способности: Проведение компаний в средствах массовой информации (прежде всего, центральных государственных) на тему изменения климата в Кыргызской Республики и повышения адаптационного потенциала экономики, населения и экосистем; Повышение информированности лиц, принимающих решения, и населения страны о рисках изменения климата путем создания телевизионных программ, информационных листков, рекомендаций по методам адаптации. Повышение Усиление мониторинга природных процессов изменения климата в Кыргызской Республике и кадрового усиление кооперации в этом вопросе со странами Центральной Азии; потенциала. Совершенствование Мониторинг антропогенных факторов, обусловливающих усиление природных рисков, и образования и исследования по их снижению; системы научных Совершенствование методики оценки сокращения рисков от изменения климата регионов и исследований: секторов экономики республики, разработка системы индикаторов для определения уровня подверженности регионов климатическим рискам и эффективности мероприятий по смягчению этих рисков; Исследования по оценке селевой опасности, засух, а также других опасностей, связанных с риском природных катастроф от изменения климата; Исследования по воздействию климата на здоровье людей; Исследование в области повышения эффективности и конкурентоспособности агропромышленного комплекса в условиях меняющегося климата; Мониторинг и оценка биоэкологического состояния сельскохозяйственных земель, их продуктивности на базе наземной и космической информации; Оценка влияния изменения климата на аграрные и природные экосистемы и их адаптации; Разработка рекомендаций по использованию агроклиматической информации применительно к фитомелиорации с учетом изменения климата; Разработка системы мониторинга пастбищных земель для оценки их биоэкологического состояния, продуктивности и энергоемкости с учетом антропогенного влияния и климатических изменений на основе применения ГИС-технологии; Изучение последствий антропогенного воздействия на почвы (опустынивание, деградация, загрязнение, эрозия и др.) и способов сохранения, рационального использования и воспроизводства плодородия почв; Исследование и разработка методов стабилизации гумусного состояния почв, как одного из приоритетных адаптационных подходов; • Исследования по оценке уровня воздействия климатических изменений на урожайность основных сельскохозяйственных культур и продуктивность животноводства, оценка уязвимости агроэкосистем и сельского населения.

## ПРОФИЛЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

(Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Душанбе, 2014. — 167 с., Таджикистан: Ситуационный анализ социально-экономического развития в условиях изменения климата// Наиля Мустаева, Генри Виес, Бенжамин Мор, Абдулхамид Каюмов-2015 г.)

| Сектор или вид<br>деятельности | Адаптации и пути управления рисками  |
|--------------------------------|--|
| Сельское<br>хозяйство          | <ul> <li>формирование политики, направленной на переход от контролирующей к стимулирующей<br/>функции государства и совершенствование нормативно-правовой базы и налогообложения в<br/>аграрном секторе с учетом его значимости и уязвимости в контексте изменения климата;</li> </ul> |
|                                | <ul> <li>повышение ответственности государственных и местных органов власти за нарушение прав<br/>землепользования и исключение вмешательства государства в принятие производственных и<br/>бизнес-решений сельскохозяйственными производителями;</li> </ul>                           |

|  | • усиление контроля государства в области безопасности сельскохозяйственной продукции;  |
|--|---|
|  | <ul> <li>развитие органического земледелия, системы сертификации и стимулов для производителей;<br/>подбор и интродукция засухоустойчивых сортов зерновых, бобовых и иных культур;</li> </ul>   |
|  | • повышение эффективности использования водных ресурсов в сельском хозяйстве;   |
|  | • создание гарантийного фонда по страхованию сельскохозяйственной отрасли при ЧС;   |
|  | • воздействия изменения климата, уязвимость и адаптация и в условиях изменения климата;   |
|  | <ul> <li>■ совершенствование существующих и строительство новых резервных хранилищ для растениеводческой и животноводческой продукции;</li> </ul>   |
|  | • развитие селекции и семеноводства с учетом изменения климата;   |
|  | <ul> <li>улучшение эпизоотической обстановки, борьба с вредителями и болезнями сельского<br/>хозяйства в условиях изменения климата;</li> </ul>   |
|  | <ul> <li>■ повышение осведомленности и доступа сельского населения, фермеров и иных субъектов<br/>сельского хозяйства к информации об изменении климата.</li> </ul>   |
| Приоритетные<br>задачи и               | ■ широкое применение принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР);  |
| потребности в<br>управлении<br>водными | <ul> <li>поэтапный переход на метод управления водными ресурсами в пределах гидрографических<br/>границ, а не административных единиц; создание бассейновых комиссий и управлений;<br/>повсеместное развитие ассоциаций водопользователей;</li> </ul>       |
| ресурсами                              | <ul> <li>повышение коэффициента полезного действия оросительных каналов путем облицовки их<br/>ложа, особенно в зонах высокой фильтрации воды;</li> </ul>   |
|  | <ul> <li>применение дифференцированных и стимулирующих к водосбережению тарифов на воду и<br/>поэтапное повышение тарифов оплаты электроэнергии для полного покрытия затрат на<br/>эксплуатацию оросительных систем;</li> </ul>                             |
|  | • дифференциация платежей за воду и ее доставку в зависимости от конкретных условий;  |
|  | <ul> <li>строительство водохранилищ в узких горных ущельях для выработки электроэнергии,<br/>хранения воды и управления рисками паводков и наводнений;</li> </ul>   |
|  | • разработка норм и обеспечение минимального экологического речного стока;  |
|  | • сохранение и расширение площади и плотности лесов в водосборных зонах рек.  |
| Защита дохода урожая фермеров          | ■ защита урожаев от стихийных гидрометеорологических явлений и увеличение дохода от нескольких урожаев в год за счет широкого внедрения тепличного хозяйства;   |
|  | • защита урожаев от болезней и вредителей, желательно с применением биологических методов;  |
|  | <ul> <li>внедрение засухоустойчивых культур и учет агроклиматических условий; повышение<br/>надежности с/х страхования, создание страховых запасов семян и групп самопомощи<br/>фермеров с накопительными фондами для ликвидации последствий ЧС;</li> </ul> |
|  | <ul> <li>водосберегающие технологии орошения, удержание и использование дождевой воды;</li> <li>эффективное использование отходов и компостинг.</li> </ul>  |

## ПРОФИЛЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

| Сектор или вид<br>деятельности | Адаптации и пути управления рисками  |
|--------------------------------|--|
| Сельское хозяйство             | Развитие следующих технологий:<br>Технологии эффективного водопользования:   |
|                                | <ul> <li>внедрение системы учета воды и улучшение системы водораспределения;</li> <li>совершенствование традиционного способа полива;</li> <li>применение водосберегающих технологий (капельный полив).</li> <li>Технологии эффективного использования земель:</li> <li>минимальная обработка почвы с предварительным восстановлением пахотного слоя;</li> </ul> |

| T .  |   |
|--|---|
|  | <ul> <li>улучшение подготовки почвы с применением лазерной планировки и глубокого рыхления.</li> </ul>  |
|  | рылления.   |
|  | Агролесомелиоративные мероприятия:  |
|  | <ul> <li>снижение нагрузки на пустынные пастбища за счет улучшения кормопроизводства; эффективное использование пастбищ путем применения ротации пастбищ;</li> <li>улучшение земель в аридных районах путем создания фисташковых плантаций;</li> <li>оптимизация размещения культур с учетом возрастающего дефицита воды (сокращение доли влагоемких культур);</li> <li>корректировка схем и норм водопотребления на основе научных данных;</li> <li>поддержание планировки полей, внедрение экономичных способов полива.</li> </ul>  |
| Приоритетные задачи и потребности развития наблюдательной сети Узгидромета | <ul> <li>развитие и оптимизация системы мониторинга за снежным покровом;</li> <li>оптимизация и техническое перевооружение агрометеорологический сети наблюдений (как минимум 30-ти станций), в связи с повышением потребности в агрометеорологической информации для оценки рисков изменения климата в сельскохозяйственном производстве и выработки адаптационных мер;</li> <li>развитие и внедрение системы раннего оповещения засухи, экстремальных температур и других опасных природных явлений в условиях меняющегося климата;</li> <li>создание и функционирование системы повышения квалификации сотрудников Узгидромета и других заинтересованных сторон по вопросам изменения климата на базе Регионального Учебного Центра ВМО;</li> <li>расширение научно-прикладных исследований, связанных с вопросами изменения регионального климата и оценки его воздействия на сектора экономики, с разработкой и внедрением методов прогнозов погоды различной заблаговременности и опасных гидрометеорологических явлений, отвечающих потребностям пользователей.</li> </ul> |
| Мониторинг климатической системы, оценка изменений на перспективу          | <ul> <li>исследования региональной циркуляции атмосферы в условиях изменения климата;</li> <li>разработка методических указаний для расчета специализированных климатических параметров и их районирования; обновление технической документации для использования специализированных климатических параметров;</li> <li>разработка моделей и научно-обоснованных рекомендаций, позволяющих оценивать ситуации, возникающие при формировании и использовании водных ресурсов в связи с изменением климата;</li> <li>построение моделей прогноза изменений регионального климата. – Совершенствование методов прогноза опасных гидрометеорологических явлений (сели, паводки, лавины, засухи, и т.д.) с использованием данных дистанционного зондирования (спутники, локаторы);</li> <li>Оценка влияния изменения климата и антропогенных факторов на процессы опустынивания и засухи.</li> </ul>   |

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА МИРОВОЙ ПРАКТИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ МОНИТОРИНГА ЗАСУХ

| Система<br>мониторинга  | Используемые<br>ресурсы   | База данных   | Доступ к информации   |
|---|---|---|---|
| мониторинга   |   | стемы мониторинга состояни  | я посевов   |
|   |   | Система РЕСАД (США)   |   |
| Создана для прогнозирования производства сельскохозяйственных культур: оценка площадей посевов и прогнозирования урожайности. Ориентирована на пользователя, которому нужны обобщенные данные в целом о сельскохозяйственной              | Спутниковые данные низкого и среднего пространственного разрешения (NOAA-AVHRR, SPOT- IV, MODIS) метеорологические данные, модели сельскохозяйственных культур и официальные правительственные отчеты   | Создана система управления базой данных CADRE. Содержит большой архив спутниковых снимков и метеоинформацию, которая используется 29 в моделях сельскохозяйственных культур. Система позволяет проводить сравнительный анализ данных рассматриваемого года с многолетней серией данных предшествующих лет.  | Информацию для различных стран об условиях произрастания и оценке продуктивности сельскохозяйственных культур в режиме реального времени возможно получать через веб-интерфейс Crop Explorer.   |
| ситуации страны   |   |   |   |
|   | одовольственной и с   | ельскохозяйственной организ   |   |
| Глобальная система информации и раннего предупреждения по проблемам продовольствия и сельского хозяйства (GIEWS) содержит информацию о текущем сельскохозяйственном сезоне, объеме импорта, так же приводятся оценки и прогнозы ожидаемой | Вегетационные индексы получены по спутниковой информации NOAA. Данные по осадкам предоставлены Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF).  | Карты индекса здоровья растительности VHI и сельскохозяйственный индекс стресса ASI (Agricultural Stress Index). ASI разработан ФАО. Индекс показывает интенсивность сельскохозяйственной засухи и оценку влияния условий на рост и развитие растительности. На сервисе доступны карты пространственного распределения аномального NDVI (NDVI Anomaly).   | На сайте GIEWS представлены краткие обзоры о продовольственной ситуации. В разделе «Наблюдения Земли» представлены карты пространственного распределения сезонного, вегетационного индикаторов и показателей осадков и аномального NDVI. В ФАО разработан сервис FAOSTAT (http://faostat3.fao.org/home/E) в котором в режиме реального времени можно получить статистическую информацию полюбой стране.                   |
| урожайности   |   |   |   |
| Система   |   | оринга сельскохозяйственных   |   |
| Создана для глобального сельскохозяйственного мониторинга и оценки продовольственной безопасности. В настоящее время проект состоит из четырех направлений: GeoCAP, AGRI-ENV, AGRI4CAST and FoodSec.                                      | (Мопіtогіпя Деятельность проекта основана на опыте в области моделирования сельскохозяйственных культур, агрометеорологии, геопространственного анализа. Используются спутниковые, метеорологические данные, инструменты статистического анализа и агрометеорологические модели. Основными направлениями работы AGRI4CAST являются: 1. мониторинг посевов и прогнозирование урожайности; 2. моделирование развития сельскохозяйственных культур | д of Agriculture with Remote Se Для оперативных и исследовательских задач в проекте AGRI4CAST разрабатываются и используются следующие модели продукционного процесса растений и системы моделирования: Система СGMS (The Crop Growth Monitoring System) осуществляет мониторинг погоды, проводит сбор и обработку метеорологических данных, которые наряду со статистической информацией используются в блоке моделирования роста растений. Модель роста посевов WOFOST (World Food Studies), используется в СGMS и дает оценку связанных с урожайностью биологических переменных: накопление биомассы, наступление фаз фенологического развития | пsing)  Главным продуктом MARS являются бюллетени, которые содержат информацию о текущей и прогнозируемой сигуации развития сельскохозяйственных культур в различных регионах мира.  обзор территорий с неблагоприятными условиями для развития посевов;  обзор агрометеорологических параметров; — прогноз погоды;  состояние посевов по спутниковой информации;  прогноз урожайности посевов в целом для каждой страны. |

Платформа базируется на данных спутниковых наблюдений и наземных станциях, которые позволяют независимо оценивать рост зерновых, а также урожайность и сопутствующую информацию как на глобальном, так и на государственном уровне.

Crop Watch использует ланные дистанционного зонлирования в сочетании с выбранными полевыми данными для определения основных показателей производства сельскохозяйственных культур: посевных площадей, урожайности, состояния посевов. интенсивности всходов и угрозы засухи.

Обработка данных Crop Watch высоко автоматизирована и полученные продукты предоставляют в свою очередь новые виды входных данных для оценки продовольственной безопасности.

Китай запустил программу «Цифрового пояса и пути» при указанном выше институте. Целью программы является внедрение использования платформы мониторинга в странах «Нового шелкового пути». Китайская платформа для удаленного сельскохозяйственного мониторинга начала предоставлять услуги в 147 странах и регионах мира.

#### Российские системы мониторинга состояния посевов

### Система Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН): спутниковый сервис ВЕГА

Созданы две системы: BΕΓΑ-Science (http://scivega.ru/) и BEΓA-PRO (http://provega.ru/). ΒΕΓΑ-Science ориентирована на информационную поддержку научных исследований в области оценки состояния растительного покрова. ВЕГА-PRO предназначена для анализа ланных спутниковых наблюдений при оценке состояния растительности и ее оперативного мониторинга в рамках решения прикладных залач.

ВЕГА работает с лостаточно большим архивом спутников данных, получаемых со спутников Тегга и Landsat (разрешение 250 и 28м соответственно). Данные, поступающие от приборов MODIS, установленных на спутниках TERRA, ежелневно обновляются по всей территории стран СНГ. Методы оценки состояния растительности основываются на анализе временных рядов вегетационного индекса NDVI. На основе анализа сравнительного хода вегетационного индекса разработана технология мониторинга воздействия засухи на растительность. Анализ доступен для субъектов, районов и полей. Метеорологическая информация носит лишь информативный характер и не используется в метолах оценки состояния

В сервисе сформированы долговременные архивы однородных данных и организовано постоянное автоматическое обновление информации. Сервис обеспечивает возможность работы со спутниковыми данными и результатами их обработки для задач мониторинга состояния посевов

Для работы с данными сервиса ВЕГА разработан специализированный сайт http://vega.smislab.ru/. В настоящее время анализ посевов в сервисе ВЕГА может быть осуществлен как для отдельной точки, так и лля любого заланного пользователем полигона. Для детального анализа озимых и яровых культур на сервисе размещены информационные бюллетени. Так же разрабатываются методики прогнозирования урожайности, основанные на поиске года-аналога. Результаты мониторинга лоступны для стран СНГ и могут использоваться в качестве основы для принятия управленческих решений в области регулирования сельскохозяйственных рынков и рисков как на уровне отдельных стран, так и на международном уровне.

#### Перечень сервисов по анализу состояния сельскохозяйственных культур компании «СКАНЭКС»

Это лидирующая компания в РФ, которая занимается приемом космических снимков, разрабатывает программное обеспечение по обработке снимков и создает геопорталы для работы с пространственными данными. Сервис размещается на геопортале

Для мониторинга развития посевов в системе доступны композиты NDVI сельскохозяйственных угодий следующих спутников или их сочетаний: — MODIS (разрешение 250 м); — UK-DMC2 (разрешение 22 м); — SPOT (разрешение 2,5—10 м). Так же на сайте доступны графики динамики

посевов.

Центр «СКАНЭКС» в настоящее время предлагает следующие услуги по анализу состояния сельскохозяйственных культур:

- 1. Картографическая оценка качества всходов сельскохозяйственных культур.
- 2. Оценка весеннего состояния озимых культур качества перезимовки.
- 3. Мониторинг состояния сельскохозяйственных растений в период активной вегетации.

Оперативная информация о динамике развития сельскохозяйственных культур предоставляется с периодичностью 3 – 4 суток. Используются мониторинговые системы широкого охвата высокого (20 – 30 м) пространственного разрешения, пригодные для расчета вегетационных индексов: DMC-2. КосмосАгро является платным сервисом, его годовое обслуживание потребителя составляет 449000 руб. Учитывая уровень развития и доходности фермерских хозяйств, маловероятно, что эта цена будет доступной

www.kosmosnimki.ru. вегетанионного индекса NDVI для Пользователи имеют возможность работать каждого поля, которые формируются по с высоколетальными запросу и таблицы космическими значений снимками с разрешением 2,5 – 6 вегетационных метров. Для этого инлексов. пользователю необходимо прелоставить информацию о расположении сельскохозяйственных угодий. Система дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения агропромышленного комплекса (СДМЗ АПК) Была разработана в Система обеспечивает Спутниковые данные проходят Информационный сервис 2012 году при участии работу со следующей полностью автоматизированную (http://sdmz.gvc.ru). В системе компании «Совзонд» обработку. Для получения информацией: реализованы информационные продукты, для обеспечения спутниковая объективной информации, позволяющие проводить оценку состояния информация, данные и продуктивности посевов. На основе информационной максимально независящей от поддержки работы наземных наблюдений, субъективных мнений спутниковых данных доступны карты и специалистов, в СДМЗ АПК Министерства метеорологические графики вегетационных индексов в сельского хозяйства данные. Источниками реализована специальная система разрезе по областям и по районам. По РФ. Предназначена спутниковой автоматизированной работы с этим картам и графикам можно проводить наблюдения за интенсивностью и ходом для получения информации являются: данными. Ее основой является информации о - данные со спутников технология построения развития растительности, а также автоматизированных систем сбора, состояния Landsat; получать оценки урожайности и валового сельскохозяйственных - данные радиометра обработки, архивации и сбора в текущем году. Пока система MODIS: земель и представления данных реализована только для РФ. растительности на -мониторинговая дистанционного зондированная, этих землях, с съемка среднего созданная в ИКИ РАН. В системе применением разрешения (22 м) реализованы информационные современных данных космическими продукты, позволяющие проводить Л33. аппаратами UK-DMCоценку состояния и Проект находится в 2, Deimos-1, Nigeriasatпродуктивности посевов - карты и графики вегетационных индексов в стадии доработки. X: съемка высокого разрезе по областям и по районам. разрешения (6,5 м) по По ним и графикам можно оперативным запросам проводить наблюдения за ходом в качестве реакции на развития растительности. сигналы с мест о происходящих неблагоприятных для посевов явлениях, стихийных бедствиях группой спутников RapidEye; - съемка сверхвысокого разрешения (0,5 м) для хозяйств, избранных эталонными, космическими аппаратами WorldView-1,2, GeoEye-1 Оперативная спутниковая система мониторинга состояния посевов Росгидромета «ВНИИСХМ» В качестве исходной Одним из выходных продуктов Эта система достаточно информативна и разработана и успешно информации системы являются карты успешно работает. Она предоставляет в распределения NDVI по заданной функционирует использовались данные первую очередь оценку состояния посевов оперативная система с метеорологических территории. Они позволяют по территории в виде процентов площадей ежедекадно следить за динамикой мониторинга спутников серии с различным состоянием. Сокрашение состояния посевов с NOAA развития растительного покрова в пунктов наземных агрометеорологических использованием течение всего вегетационного наблюдений требует существенного

периода. Для качественной оценки

условий произрастания посевов

разработана процедура оценки

удовлетворительное и хорошее

состояния посевов по трем

градациям: плохое.

спутниковой информации для

аппаратного и

программно-

комплекса.

методического

автономного приемно-

изменения действующей системы

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЕЛЫ

в экологической политике и адаптации к изменению климата стран Центральной Азии в контексте проблемы засухи и возможных путей их решения для управления водными ресурсами и сельского хозяйства

## Пробелы Возможности

## Водные ресурсы

- Неурегулированность правовых норм в водном секторе по вопросам адаптации к изменению климата на национальном уровне;
- Отсутствие межсекторального диалога по вопросам возможных конфликтов в связи с использованием водных ресурсов и нехваткой воды, а также слабое межинституциональное взаимодействие в области водопользования как на местном, так и на национальном и региональном уровнях;
- Отсутствие политических инструментов эффективного и экономичного использования водных ресурсов в таких секторах, как сельское хозяйство, водоснабжение и канализация. Например, слабая система водоучета и контроля за использованием водных ресурсов в городах и населенных пунктах;
- Отсутствие инвестиций для решения технических вопросов, таких как устаревшие ирригационные системы, деградация водоснабжения и канализации, а также отсутствие модернизации ирригационной инфраструктуры с учетом будущих рисков, связанных с изменением климата и, особенно, повышением температуры;
- Слабая информированность и техническая поддержка в области внедрения эффективных и экономных методов использования воды, например в сфере орошения и водосбережения;
- Низкая эффективность реализации межгосударственных соглашений по использованию водных ресурсов ввиду конфликта интересов между странами, расположенными в верховьях и низовьях трансграничных рек.

- Разработка согласованных руководящих принципов адаптации в секторе водных ресурсов к изменению климата в целях водосбережения и рационального использования воды, налаживание межсекторального диалога;
- Создание политической платформы для эффективного и экономичного использования воды;
- Совершенствование методов управления, в том числе экономических механизмов водопользования и контроля водных ресурсов на местном и национальном уровнях;
- Создание стимулов для восстановления инфраструктуры водоснабжения и канализации, модернизации ирригационной инфраструктуры с учетом рисков, связанных с изменением климата, с привлечением государственных и частных источников финансирования, а также международной помощи;
- Проведение оценки и разработка конкретных мер адаптации водного хозяйства к нуждам местных горных общин, в том числе обучение фермеров эффективным методам использования водных ресурсов, таким как опрыскивание и капельное орошение, при активной государственной и донорской поддержке;
- Наращивание потенциала национальных и региональных организаций для эффективного взаимодействия и координации сотрудничества в бассейнах трансграничных рек.

#### Сельское хозяйство

- В национальных программах по сельскому хозяйству слабо отражены вопросы воздействия изменения климата или отсутствуют меры по адаптации, особенно в горных районах;
- Низкий уровень технического измерения эффективности адаптационных мер;
- Разработка или обновление/дополнение национальных сельскохозяйственных программ и других нормативно-правовых документов с учётом адаптационных механизмов в условиях изменения климата;
- Для реализации потенциала сельского хозяйства в области адаптации к изменению климата необходимы реформы – такие как укрепление

- Поддержка в области адаптации к изменению климата со стороны государственных и частных структур, в том числе донорских (страхование урожая, разработка систем раннего предупреждения, систем финансовой поддержки и др.) остается на низком уровне;
- Слабый доступ фермеров к информации о воздействии изменения климата на ведение сельского хозяйства, в том числе в 115 горных зонах региона (нехватка воды для орошения, увеличение засоления и эрозии почв, снижение продуктивности пастбищ и урожайности зерновых культур, заболевания/ болезни домашнего скота);
- Слабая информированность фермеров о передовых практиках по адаптации и методах ведения сельского хозяйства, в том числе горного земледелия и животноводства, в условиях изменения климата;
- Недостаточность усилий по укреплению современных знаний об изменении климата в горных экосистемах среди местных общин и интеграции традиционных и местных знаний.

- фермерских хозяйств, развитие малых и средних предприятий, модернизация устаревшей ирригационной инфраструктуры, развитие ветеринарных, консультативных услуг и системы страхования сельскохозяйственной продукции, а также предоставление средне- и долгосрочных сельскохозяйственных кредитов;
- С учетом того, что изменение климата влияет на метеорологические условия (повышение температуры, изменение режима осадков, влажности почвы и т.д.) и продуктивность сельского хозяйства, страхование урожая – растениеводческой и животноводческой продукции – может защитить фермеров от разрушительного экономического ущерба;
- Фермеры также нуждаются в новых методиках, технологиях и инвестициях для обеспечения доступа к лучшим, адаптированным к местным условиям сортам сельскохозяйственных культур как в горных зонах, так и на равнинах. Устойчивые к засухе и жаре сорта сельскохозяйственных культур, адаптированные к повышенной солености и раннему созреванию урожая, а также адаптированные виды домашних животных, позволят фермерам достичь не только более высокой продуктивности, но и стать более адаптированными по отношению к изменению климата;
- Воздействие изменения климата на сельскохозяйственный сектор различается по странам региона, однако природные катаклизмы, такие как паводки, засухи, чрезмерные осадки, оползни и др., приносят значительный ущерб всему сельскому хозяйству и могут сказаться на продовольственной безопасности региона в целом;
- Среди превентивных мер в Центральной Азии можно указать на создание систем раннего предупреждения, укрепление единой научной и информационной базы. Общепризнана важность организации сетей систематических наблюдений за изменением климата и необходимость научного подхода к развитию сельскохозяйственного сектора в целях адаптации.

## РЕКОМЕНДАЦИИ

# в области разработки политик и предложений по необходимым политическим решениям. (policy recommendations)

| Долгосрочный  | Применение в (*) | Краткосрочный   | Применение в |  |  |
|---|------------------|---|--------------|--|--|
| ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ   |                  |   |              |  |  |
| Устойчивое информационное обеспечение своевременной гидрометеорологической информаций для целей изучения закономерностей возникновения засух и разработки методов раннего, средне- и долгосрочного предупреждения.                            | С, Р, О, П       | Мониторинг и прогнозирование засух. Разработка методов раннего, средне- и долгосрочного предупреждения.   | С, Р, О, П   |  |  |
| Поддержка научных исследований, направленных на описание степени тяжести, пространственной протяженности, тенденций, продолжительности засух и их последствий для социальных, экологических и экономических аспектов развития региона/страны. | С, Р, О, П       | Научно-прикладные исследования в области мониторинга и прогнозирования засух. Разработка методов раннего, средне- и долгосрочного предупреждения.                         | С, Р, О, П   |  |  |
| Механизм по обмену информацией для улучшенного уменьшения рисков, связанных с засухами.   | С, Р, О, П       | Повышение осведомленности целевых групп, зависимых от засух.  | С, Р, О, П   |  |  |
| Создание системы управления рисками возникновения засух.  | С, Р, О, П       | Введение систем страхования на случай возникновения убытков от засух.   | С, Р, О, П   |  |  |
| Совершенствования системы образования и повышения квалификации специалистов и заинтересованных целевых групп (фермеры, предприниматели и т.д.).   | С, Р, О, П       | Разработка образовательных программ для различных уровней обучения.   | С, Р, О, П   |  |  |
| Урегулирование правовых и институциональных рамок. Законы по водным ресурсам и директивы по возможным действиям в особых обстоятельствах в засушливые годы.   | С, Р, О, П       | Разработка критических пороговых уровней засух, прогнозирование будущего водопользования для распределения по зонам.  | С, Р, О, П   |  |  |
| Создание системы управления рисками.  | С, Р, О, П       | Обеспечить понимание эффективного принятия решений в контексте управления в условиях риска засухи.  | С, Р, О, П   |  |  |
| Инструменты и методологии заблаговременного предупреждения и поддержки принятия решений для обеспечения планирования готовности к засухам и разработки политики в этой области.   | С, Р, О, П       | Внести законодательные поправки, гарантирующие свободный доступ к первичной гидрометеорологической информации для повышения эффективности научно-прикладных исследований. | С, Р, О, П   |  |  |
| Разработка Национальной программы по борьбе с засухой.  | С, Р, О, П       | Пропагандировать национальную программу по борьбе с засухой и улучшать информирование населения.  | С, Р, О, П   |  |  |
| ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ   |                  |   |              |  |  |
| Получение новых штаммов сельскохозяйственных культур для повышения их устойчивости к засухе.  | С, Р, О, П       | Водосберегающие технологии обработки почвы.   | С, Р, О, П   |  |  |
| Разработка комплекса мероприятий по защите зон с повышенным риском возникновения засух.   | С, Р, О, П       | Возможное изменение сроков посадки и структуры посевных площадей с учетом прогностических рекомендаций.   | С, Р, О, П   |  |  |

| Оптимальное соотношение озимых и яровых культур.   | С, Р, О, П | Инвентаризация и повышение эффективности использования грунтовых вод. Лесопосадки для уменьшения ветровой эрозии.                    | С, Р, О, П |
|--|------------|--|------------|
| С целью уменьшения рисков для энергетики целесообразно диверсифицировать источники энергии, активизировать работы по разработке и внедрению альтернативных источников энергоснабжения. | С, Р, О, П | Высевание культур, растущих на засушливых землях.  | С, Р, О, П |
|  | С, Р, О, П | Механизмы повышения эффективности использования энергии.   | С, Р, О, П |
|  |            | Ограничения на её потребление.   |            |
| D. I   |            | <b>ИЕ ПОСТАВОК</b>   | Своя       |
| Выявление предполагаемых дополнительных или альтернативных источников воды.  | С, Р, О, П | Разработка нормативно-правовых актов, повышающих степень ответственности за состояние водохранилищ независимо от форм собственности. | С, Р, О, П |
| Техническая оптимизация водных ресурсов.   | С, Р, О, П | Защита инфраструктуры водоснабжения и традиционных источников водоснабжения.   | С, Р, О, П |
| Искусственные осадки.  | С, Р, О, П | Активизация научно-прикладных исследований в области активных воздействий на атмосферу.  | С, Р, О, П |
| Очистка и повторное использование сточных вод.   | С, Р, О, П | Увеличение объема сбора воды и возможности хранения (водохранилища).   | С, Р, О, П |
| Определить местонахождение потенциальных источников воды и формирование сети резервных источников.   | С, Р, О, П | Перераспределение водных ресурсов.   | С, Р, О, П |
| Усовершенствование ирригационной системы (акведуки и каналы).  | С, Р, О, П | Меры государственной поддержки для восстановления ирригационной системы в зонах рискованного земледелия.                             | С, Р, О, П |
|  | УПРАВЛЕН   | ИЕ СПРОСОМ   |            |
| Принятие нормативных документов по дополнительному и дефицитному (ограниченного) орошения.   | С, Р, О, П | Водосберегающие методы орошения (капельное, спринклерное).   |            |
| Разработка комплекса мотивационных мер для инвестиций в водосберегающие технологии.  | С, Р, О, П | Рециркуляция воды.   | С, Р, О, П |
| Инвентаризация частных колодцев и согласование об общественном использовании этих колодцев.  | С, Р, О, П | Сети двойного распределения питьевого водоснабжения.   | С, Р, О, П |
| Разработка процедур оповещения о возможности наступления засухи.   | С, Р, О, П | Оценка степени уязвимости и рекомендации водопользователям.  | С, Р, О, П |
| Водохранилище многолетнего регулирования.  | С, Р, О, П | Совместное использование.  | С, Р, О, П |

<sup>(\*)</sup> С: Сельское хозяйство; Р: Растениеводство; О: Отдых/ Окружающая среда, П: Продовольственная Безопасность