

Разработка информационной системы о засухе в Центральной Азии для Кыргызстана: достижения и дальнейшие действия

Расчетно-аналитическое исследование

Оглавление

1. Предисловие	4
1.1.Выражение признательности	7
1.2.Список рисунков	8
1.3.Список таблиц	9
1.4.Список справок	9
1.5.Список сокращений.	10
1.6.Отказ от ответственности	11
2.. Краткий обзор.	12
2.1.Вводная информация и цели публикации.	12
2.2.Структура повествования	13
3. Введение	16
3.1. Постановка проблемы	16
3.1.1. Земельные и водные ресурсы Кыргызстана	16
3.1.2. Сельское хозяйство	18
3.1.3. История засух.	21
3.2. Область исследования и использованные источники	23
4.Законодательная и организационная основа для борьбы с засухой в Кыргызстане 24	24
4.1.Законодательные инициативы и руководящие установки	24
4.1.1.Государственное законодательство	24
4.1.2.Стратегии, планы и программные документы.	26
4.2.Заинтересованные стороны	29
4.2.1. Карта заинтересованных сторон	29
4.2.2. Государственные органы	31
4.2.3. Международные, неправительственные и другие организации, группы граждан	33
5.Существующие национальные, региональные и глобальные системы мониторинга засух с возможностью покрытия территории Кыргызстана	36
5.1.Введение и техническая справка	36
5.2.Национальные возможности Кыргызстана в области мониторинга и раннего предупреждения засухи	40
5.2.1.Система вычисления метеорологических индексов Кыргызгидромета	40
5.2.2.Мониторинг метеорологической засухи спутниковыми средствами: DroughtWatch-Kyrgyzstan	41
5.2.3.Использование гидрологических данных	43
5.2.4.Портал SIBELIUS и Киргизский “куб данных”	46
5.2.5.Портал единой системы комплексного мониторинга и прогнозирования ЧС 47	47
5.3.Опыт, инструменты и системы государств региона	50
5.3.1.Подход Российской Федерации к мониторингу атмосферной и почвенной засухи посредством земных метеорологических наблюдений	50
5.3.2.Модель учёта и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур НИЦ “Планета”	53
5.3.3.Мониторинг растительности посредством системы CropWatch	55
5.4.Глобальные и региональные системы с покрытием территории Кыргызстана. 56	56
5.4.1.Глобальная система информирования и раннего предупреждения ФАО (GIEWS)	56
5.4.2.Портал о засухе и наводнениях	58
5.5.Прочие источники данных	60
5.5.1.Геоинформационные порталы	60
5.5.2.Приложения для проведения полевых исследований	62
6.Пилотный проект по созданию информационной системы о засухе в Кыргызстане: промежуточные результаты	64
6.1.Образовательные и организационные мероприятия.	64
6.2.Мониторинг метеорологической засухи посредством DroughtWatch-Kyrgyzstan 67	67
7. Рекомендации по введению в эксплуатацию информационной системы о засухе для Кыргызстана	68
7.1.Технический состав системы	69
7.1.1.Структура системы: базовый вариант	69
7.1.2.Структура системы: продвинутый вариант	70
7.1.3.Узел приёма данных (DATA NODE).	70
7.1.4.Модуль приёма спутниковых данных (SATELLITE INGESTION)	71
7.1.5.Первичная обработка (PREPROCESSING)	71
7.1.6.Геоинформационная обработка (GEOPROCESSING).	72
7.1.7.Элемент преобразования информации (DECISION MATRIX).	73
7.1.8.Пользовательский интерфейс (FRONT-END)	73
7.1.9.Модуль дополнительной информации (OVERLAY MODULE).	74
7.1.10.Модуль углублённой аналитики (ADVANCED ANALYTICS)	76
7.1.11.Система умного оповещения (SMART NOTIFICATION)	77
7.2.Рекомендации процессу внедрения системы	78
7.2.1.Роли задействованных сторон	78
7.2.2.Совершенствование системы	81
7.3.Стратегические рекомендации	82
7.3.1.Правовая база	82
7.3.2.Межведомственное взаимодействие	84
7.3.3.Наращивание общей материально-технической базы	85
8. Список источников	86

1. Предисловие

Проблема засух считается одним из самых сложных вызовов для достижения Целей устойчивого развития (ЦУР) в Центральной Азии. Засушливые явления могут быть следствием разных причин, характеризоваться разным течением и иметь разные последствия в зависимости от погодных и климатических условий, инфраструктуры и уровня подготовленности населения. Засуху практически невозможно предотвратить, но её можно спрогнозировать и предпринять действия для снижения ущерба.

Засушливые явления могут наносить серьёзный и зачастую невосполнимый ущерб экологии и экономике государства, затрагивая многие сферы жизни. Как правило, сельское и водное хозяйство несут основные потери от засух. Однако, будучи многомерным природным бедствием, засуха также характеризуется накоплением т.н. кумулятивных рисков. Продолжительный недостаток влаги в почве может иссушить её, уничтожив посевы и сделав землю непригодной для земледелия. Усыхание растительности увеличивает риски природных пожаров. Засушливый режим способствует росту популяции насекомых-вредителей. В долгосрочной перспективе все эти последствия засухи ведут к деградации земель, опустыниванию и усугублению общей климатической ситуации. Снижение уровня воды в водоёмах ведёт к проблемам с естественным орошением и снижает выработку электроэнергии на гидроэлектростанциях. Таким образом, затянувшаяся и тяжёлая засуха может стать причиной серьёзных проблем всеобъемлющего характера – в экологии, в деловом и финансовом секторах экономики, а также в сфере услуг, например, в области туризма.

Экономическая и социальная комиссия Организации Объединённых Наций для Азии и Тихого океана давно занимается изучением, развитием потенциала и межгосударственным взаимодействием в сфере противодействия многомерным рискам, одним из которых является засуха. Опыт стран региона, обогащённый за счёт таких платформ, как Региональный механизм по засухе, бесценен для ускорения прогресса в области мониторинга и прогнозирования этой долгоиграющего, сложного и коварного природного явления. Пагубные последствия от засухи могут быть смягчены за счёт кропотливой работы на всех стадиях управления в условиях природного бедствия, от подготовки до восстановления. В современном мире цифровых решений и цифровых данных, для подготовки к засухе необходима цифровая информационная система для её выявления, отслеживания и прогнозирования.

Исследованием темы засухи и предложением решений по её моделированию занимаются многие международные организации, в частности Секретариат и специализированные агентства ООН. Публикации этих организаций представляют большую важность, но

для решения конкретных задач требуется детальное рассмотрение проблемы засух в контексте каждой страны, её законодательства и доступных организационно-технических ресурсов. Цель данной работы – обратить внимание заинтересованных сторон на возможности технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и географических информационных систем (ГИС) как инновационных средств эффективной борьбы с засухой, а также дать оценку текущему состоянию готовности государств Центральной Азии к использованию данных технологий и составить рекомендации по их наиболее эффективному внедрению, затронув как организационно-технические, так и законодательские аспекты этой задачи.

Данная публикация посвящена Киргизской Республике, как одной из стран, в которых осуществляются пилотные проекты “Укрепление потенциала развивающихся стран Центральной Азии в области эффективного применения космических технологий для мониторинга засухи и ее раннего предупреждения в рамках регионального механизма сотрудничества для борьбы с засухой” и “Информационная система по засухе для Центральной Азии” Экономической и Социальной Комиссии ООН для Азии и Тихого океана. Данные проекты способствуют достижению ЦУР 6, 11, 13 и 15 и осуществляются как шаги по исполнению Азиатско-Тихоокеанского плана действий по применению космических технологий в целях устойчивого развития на 2018-2030 гг. Проекты совмещают в себе мероприятия, направленные на укрепление потенциала и оказание технической поддержки в областях снижения риска бедствий и повышения жизнестойкости агроэкосистем.

1.1. Выражение признательности

Эта публикация подготовлена г-ном Иваном Чумарёвым, старшим аналитиком отдела развития потенциала Спутникового центра ООН UNOSAT, подразделения Учебного и научно-исследовательского института ООН (ЮНИТАР) под руководством г-на Каледа Машфика, регионального представителя UNOSAT в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Она стала одним из результатов пилотного проекта ЭСКАТО “Информационная система о засухе для Центральной Азии”, финансируемого Российской Федерацией. Составление данного отчета стало органическим следствием трехлетней работы по введению в эксплуатацию системы мониторинга засух, проведенной автором.

Автор выражает особую благодарность сотрудникам Отдела снижения риска бедствий и информационно-телекоммуникационных технологий ЭСКАТО за проведенные консультации и оказанную информационную поддержку, а именно г-ну Керану Вангу, г-же Келли Хейден, г-ну Хамиду Мехмуду, г-же Карефф Мэй Рафисуре.

Публикация стала полнее благодаря внутренним отчетам, материалам семинаров и консультациям с рядом экспертов, а именно г-ном Даурбеком Сакыевым (Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызстана), г-ном Эркином Исаевым (Центр исследования горных сообществ, Университет Центральной Азии), г-ном Азаматом Карыповым (Информационная система по воде, Кыргызстан), г-ном Александром Клещенко и г-жой Ольгой Савицкой (Всероссийский Научно-исследовательский Институт Сельскохозяйственной Метеорологии), г-ном Игорем Рублёвым и г-жой Юлией Шамиловой (Национальный Исследовательский Центр “Планета”, Российская Федерация), г-ном Риширажем Дуттой (Азиатский центр готовности к бедствиям), г-жой Аишей Шелдон и г-ном Виттаватом Буннасаном (UNOSAT), г-ном Бинфангом Ву, г-ном Мьяо Жангом и г-ном Жонгшаном Ма (Научно-исследовательский институт аэрокосмической информации Китайской академии наук), г-жой Ниной Моисеевой (Инженерно-технологический центр “СканЭкс”, Российская Федерация), г-ном Ву Кунг Ли (Корейский университет).

Октябрь 2022 г.

Обложка: спутниковое изображение Кыргызстана, Sentinel-2

1.2. Список рисунков

- 3.1. Схема посевных земель и водных ресурсов Кыргызстана
- 3.2. Схема рельефа Кыргызстана
- 3.3. Динамика производства основных продовольственных культур и соответствующих посевных площадей в Кыргызстана в 1991-2021 гг. (сверху), соотношение посевных площадей под основные продовольственные культуры в 1991-2020 гг. (снизу)
- 3.4. Площади общей территории (вверху) и посевных земель (внизу) Кыргызстана по поясам высот
- 3.5. Схема исторического распределения засух, затронувших более 30% пашенных земель, по территории Кыргызстана
- 5.1. Южный берег озера Иссык-Куль, растровое изображение спутника Sentinel-2 (слева) и векторное отображение деревень, озера, рек и полей (справа)
- 5.2. Карта-схема индексов SPI (слева) и SPEI (справа), рассчитанных на пятимесячный период для территории Кыргызстана, 2014 г.
- 5.3. Карта-схема водопользования, сформированная Информационной системой по воде, пример для 2014 г.
- 5.4. Годовой водохозяйственный баланс по речному бассейну: карта дефицита воды
- 5.5. Карта спутникового индекса VHI портала SIBELIUS, созданная по данным MODIS
- 5.6. Веб-интерфейс Общественного портала ЕСКМП
- 5.7. Интерфейс мобильного приложения “112 Кыргызстан”
- 5.8. Декадный информационный бюллетень для Центрального Федерального округа Российской Федерации
- 5.9. Фактическая (слева) и прогнозируемая (справа) урожайность яровой пшеницы в Новосибирской области Российской Федерации в 2020 г.
- 5.10. Пользовательский интерфейс сервиса GIEWS
- 5.11. Пользовательский интерфейс Портала о засухе и наводнениях
- 5.12. Интерфейс веб-элемента системы Epicollect5
- 5.13. Интерфейс мобильного приложения UN-ASIGN
- 6.1. Черновик концептуальной схемы системы мониторинга и прогнозирования засух
- 7.1. Предлагаемая структурная схема базового варианта системы CADIS-Kyrgyzstan
- 7.2. Предлагаемая структурная схема продвинутого варианта системы CADIS-Kyrgyzstan
- 7.3. Схема вычисления индексов VCI, TCI и VHI
- 7.4. Карта-прогноз засухи для нижнего бассейна реки Меконг
- 7.5. Процесс объявления о засухе и планирования противодействия ей в Афганистане

1.3. Список таблиц

- 3.1. Урожайность основных зерновых культур в Чуйской области в 2020-2021 гг., ц/га
- 4.1. Список элементов классификации чрезвычайных ситуаций Кыргызстана, относящихся к засухе, фрагмент документа “Классификация чрезвычайных ситуаций и критерии их оценки в Кыргызской Республике”
- 4.2. Борьба с засухой и ГИС/ДЗЗ как приоритеты актуальных законодательных инициатив и руководящих установок Кыргызстана
- 4.3. Текущая деятельность перспективных участников процесса по созданию, поддержанию и использованию системы мониторинга и раннего предупреждения о засухе
- 5.1. Расчёт параметров российской системы мониторинга засух с использованием данных наземной сети метеорологических наблюдений
- 5.2. Категоризация интенсивности засух на территории России на основании каждого параметра по отдельности
- 5.3. Пример вычисления метрики a_{ij} для Коэффициента атмосферного увлажнения Шашко $M_d = 0,25$ для третьей декады периода вегетации
- 5.4. Описание глобальной системы CropWatch через её входные и выходные данные
- 5.5. Спутниковые данные, доступные на Портале о засухе и наводнениях
- 5.6. Популярные геопорталы и источники данных, применимые к анализу засух
- 6.1. Минимальные и рекомендованные требования к аппаратным средствам для установки системы DroughtWatch версии 5.0
- 7.1. Роли перспективных участников процесса по созданию, поддержанию и использованию системы CADIS-Kyrgyzstan

1.4. Список справок

- 3.1. Культуры, наиболее подверженные засухе на севере Кыргызстана
- 4.1. Заключение: законодательные инициативы и руководящие установки
- 4.2. Планы развития Кыргызгидромета
- 4.3. Заключение: заинтересованные стороны
- 5.1. Данные дистанционного зондирования
- 5.2. Наземные данные гидрометеорологической сети
- 5.3. Мониторинг земель оптоэлектронными приборами
- 5.4. Центр исследования горных сообществ
- 5.5. Проблема оповещения
- 5.6. API, WMS, WFS
- 7.1. Выдержки из Бюллетеня районной сельскохозяйственной консультативной службы Бангладеш

1.5. Список сокращений

- АИУС – Автоматизированная информационно-управляющая система
- БПЛА – беспилотный летательный аппарат
- ВМО – Всемирная метеорологическая организация
- ВНИИСХМ – Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии
- ГИС – географическая информационная система
- ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова
- ГНСС – глобальная навигационная спутниковая система
- ЕКА – Европейское космическое агентство
- ЕСКМП – Единая система комплексного мониторинга и прогнозирования
- ЦАИИЗ – Центральноазиатский институт исследования Земли
- ЦИГС – Центр исследования горных сообществ
- ИСВ – Информационная система по воде
- НИЦ – научно-исследовательский институт
- ОЗУ – оперативное запоминающее устройство
- ООН – Организация Объединённых Наций
- СНГ – Содружество независимых государств
- СССР – Союз Советских Социалистических Республик
- ЦМР – цифровая модель рельефа
- ЦУР – Цели устойчивого развития
- КБООН – Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием
- КНР – Китайская Народная Республика
- КР – Кыргызская Республика
- КР КРСУ – Кыргызско-Российский Славянский Университет имени Б.Н. Ельцина
- МЧС КР – Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики
- НЦДЗ ИИМГОС – Национальный центр дистанционного зондирования Исследовательского института метеорологии, гидрологии и окружающей среды Монголии
- ПЗУ – постоянное запоминающее устройство
- ПО – программное обеспечение
- ФАО – Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН
- ЧС – чрезвычайная ситуация
- ЭСКАТО – Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана
- ЮНЕП – Программа ООН по окружающей среде
- ЮНИТАР – Учебный и научно-исследовательский институт ООН
- AIR CAS – Aerospace Information Research Institute of the Chinese Academy of Sciences
- AIT – Asian Institute of Technology
- ASCAT – Advanced Scatterometer
- ASIS – Agriculture Stress Index System
- API – Application Programming Interface
- AVHRR – Advanced Very High-Resolution Radiometer
- CADIS – Central Asian Drought Information System
- CESDRR – Center for Emergency Situations and Disaster Risk Reduction
- CNES – National Centre for Space Studies
- EVI – Enhanced Vegetation Index
- GIEWS – Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture

GPM – Global Precipitation Mission
JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency
KRIHS – Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS)
MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MSI – Multi-Spectral Imager
NASA – National Aeronautics and Space Administration
NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration
NDDI – Normalized Difference Drought Index
NDVI – Normalized Difference Vegetation Index
NDWI – Normalized Difference Water Index
NIEWS – National Information and Early Warning System on Food and Agriculture
NIR – near-infrared
OGC – Open Geospatial Consortium
OLI – Operational Land Imager
RVI – Radar Vegetation Index
SFA – Singapore Food Agency
SNPP – Suomi National Polar-orbiting Partnership
SMS – Short Message Service
SPEI – Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index
SPI – Standardized precipitation index
SRTM – Shuttle Radar Topography Mission
SWI – Soil Water Index
TCI – Temperature Condition Index
USGS – United States Geological Survey
VIIRS – Visible Infrared Imaging Radiometer Suite
VHI – Vegetation Health Index
VSWI – Vegetation Supply Water Index
WMS – Web Mapping Service
WFS – Web Feature Service

1.6. Отказ от ответственности

Используемые в настоящем документе обозначения и представленные в нем материалы не подразумевают выражения какого-либо мнения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, или его полномочий, или относительно разграничения границ. Обозначение «страна или район» распространяется на страны, территории, города или районы. Библиографические и другие ссылки проверялись по возможности. Организация Объединенных Наций не несет ответственности за доступность или функционирование URL-адресов. Мнения, цифры и оценки, изложенные в настоящей публикации, принадлежат автору (авторам) и не обязательно совпадают с точкой зрения Организации Объединенных Наций или пользуются ее поддержкой. Упоминание названий фирм и коммерческих продуктов не означает одобрения со стороны Организации Объединенных Наций.

2. Краткий обзор

2.1. Вводная информация и цели публикации

Эффективное противодействие природным катастрофам невозможно без их своевременного выявления. В отношении быстроразвивающихся стихийных бедствий (пожары, наводнения, оползни) задача выявления не настолько технически сложна в силу наличия у данных бедствий ярко выраженных видимых признаков. Засуха же, являясь медленно развивающимся стихийным бедствием, гораздо хуже поддаётся выявлению, особенно на ранних стадиях. Для вынесения объективного заключения о наличии и степени засухи в том или ином районе необходимо разработать методологию её обнаружения, опирающуюся на принципы агрометеорологии и гидрологии, а также иметь возможность производить количественные измерения физических переменных. Более того, для ведения полноценного пространственно-временного анализа требуется иметь архив исторических данных со значениями тех же используемых физических переменных.

Основными целями данного исследования являются обзор и распространение результатов, достигнутых в 2018-2022 гг. в рамках пилотного проекта развития компетенций должностных лиц и специалистов из Кыргызстана в сфере мониторинга засушливых явлений, а также описание приоритетных направлений для дальнейшего

перспективу. Описание приоритетных направлений завершается рядом кратких рекомендаций для каждой рассмотренной тематики. Приведённые рекомендации направлены в адрес всех национальных и международных структур, заинтересованных в снижении пагубного влияния засухи на социально-экономическое развитие Кыргызстана. Основным источником информации для исследования послужили открытые данные с веб-сайтов, включая публикации специализированных агентств ООН, своды нормативных документов, количественные данные статистических порталов Кыргызстана и международных организаций. Дополнительным источником информации стали внутренние исследования ЭСКАТО, а также факты и мнения, собранные на различных семинарах, конференциях, интервью с сотрудниками системы ООН и государственных структур стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Повышенная подверженность аграрного и прочих секторов экономики Кыргызстана засушливым явлениям в силу роста температурных максимумов, устаревания аграрной и прочей инфраструктуры и недостаточной осведомлённости ставит под угрозу устойчивое развитие Кыргызстана. Это происходит на фоне общих рисков, связанных с изменением климата, природными катастрофами и сохранением социального неравенства, усугубляемого пандемией вируса COVID-19. В этой связи видится целесообразным создание системы мониторинга и раннего предупреждения засух. Многочисленные проекты ООН и других международных организаций, а также меры правительства по обеспечению продовольственной безопасности и экологической устойчивости приносят свои плоды, но их эффективность могла бы быть выше за счёт внедрения высокотехнологичных решений, основанных на применении космических технологий. Мировая практика показывает, что оптимальным является использование продуктов дистанционного зондирования совместно с данными, собираемыми на поверхности Земли. Одним из таких решений должна стать геоинформационная система для засух, разрабатываемая в рамках проекта «Система информирования о засухе для Центральной Азии, пилотный проект», который исполняется ЭСКАТО при финансовой поддержке Российской Федерации.

2.2. Структура повествования

Текст данной публикации включает в себя две вступительные главы, Предисловие и Краткую справку. Основными частями документа являются главы 3-7.

Третья глава описывает текущую ситуацию в Кыргызстане относительно проблемы засухи и её мониторинга, затрагивая географию страны, её сельское хозяйство и историю засух.

Четвёртая глава посвящена организационно-технической среде, в которой предстоит решать проблему мониторинга засух. В частности, в главе представлен обзор

законодательных инициатив и руководящих установок и сделан вывод о степени их проработки. Также в главе представлены заинтересованные организации и их текущая деятельность. Данная тема находит продолжение в седьмой главе, в которой данным организациям предлагается выполнять в отношении информационной системы по засухе ту или иную роль.

В пятой главе раскрывается суть процесса наблюдения за засухой современными средствами наземного и спутникового наблюдения. Данная техническая справка сопровождается большим количеством примеров существующих систем, инструментов и источников данных на национальном, региональном и глобальном уровне. Лучшие практики и подходы некоторых других государств рассмотрены в пункте 5.3 данной главы.

Шестая глава представляет собой обзор организационных, образовательных и технических мероприятий, прошедших в рамках пилотного проекта ЭСКАТО по внедрению информационной системы о засухе в Кыргызстане. Ключевым местом главы является предложенная на ранней стадии проекта структурная схема будущей системы.

Из глав 3-6 следует вывод, что Кыргызстан не обладает полноценной системой мониторинга и раннего предупреждения для засухи, и ни одно из существующих решений не может быть напрямую использовано в этом качестве. Однако в стране существуют достаточные законодательные, организационные и технические предпосылки для самостоятельной разработки такой системы при участии организаций и стран-партнёров.

Седьмая глава предлагает план введения в эксплуатацию информационной системы по засухе, давая ей рабочее название CADIS-Kyrgyzstan. В главе предложены два варианта конфигурации системы, опирающиеся как на имеющиеся возможности, так и на перспективные разработки и процессы. Также в главе приводятся стратегические рекомендации по совершенствованию национального законодательства, наращиванию межведомственного сотрудничества и обогащению общей материально-технической базы страны. Последняя группа рекомендаций может не иметь непосредственного отношения к мониторингу засухи, но, при должном внедрении, предлагаемые улучшения будут способствовать повышению качества наблюдений.

3. Введение

3.1. Постановка проблемы

3.1.1. Земельные и водные ресурсы Кыргызстана

Кыргызстан имеет площадь 200,000 кв. км и протяжённость около 1,000 км с запада на восток и 430 км с севера на юг. Страна граничит с Казахстаном на севере, Китаем на востоке, Таджикистаном на юге и юго-западе, а также с Узбекистаном в Ферганской долине. География, климат и специфика распределения земельных и водных ресурсов Кыргызстана делают её одной из самых сложных стран в мире для мониторинга и прогнозирования засушливых явлений. Основными физическими ресурсами, информация о которых необходима для решения данной задачи, являются фонды вод и сельскохозяйственных угодий, общая схема которых представлена на Рисунке 3.1.

Схема посевных земель и водных ресурсов Кыргызстана

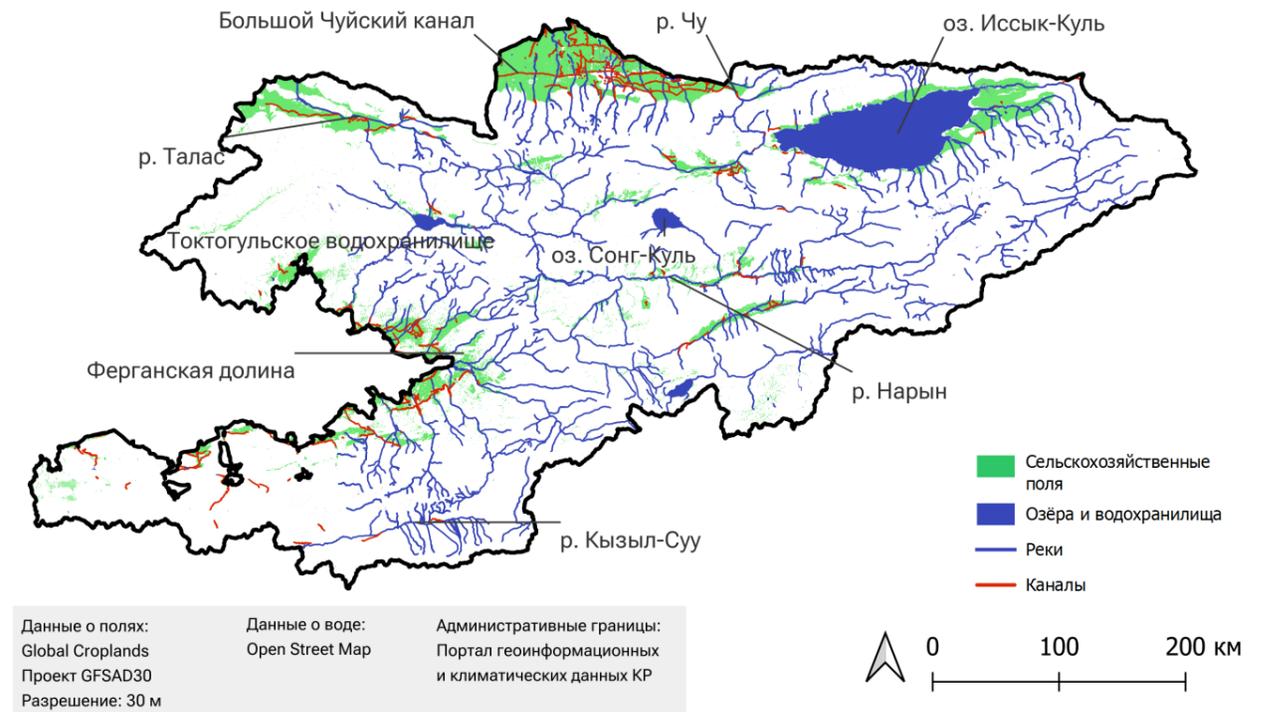


Рисунок 3.1

Климат Кыргызстана уникален и разнообразен. Существует несколько подходов к выделению разных климатических зон страны (по высотным интервалам, по регионам), в соответствии с которыми выделяются от трех до четырёх климатических поясов. Каждая зона характеризуется особым температурным режимом, особенностями почв, показателями осадков, ветров и прочими компонентами гидрологического режима.

По высоте над уровнем моря в стране выделяют четыре климатических пояса: равнины и холмы (до 1,200 м), среднегорья (1,201-2,200 м), высокогорья (2,201-3,500 м) и нивальный пояс (выше 3,500 м). Лишь 10% территории страны принадлежат первой категории, а основу рельефа составляют среднегорья и высокогорья, суммарно занимающие 66%. Оставшиеся 24% занимает зона постоянного снежного и ледникового покрытия (Рисунок 3.2).

Так как около 90% потребляемых водных ресурсов страны расходуется на нужды орошаемого земледелия, при рассмотрении засух нельзя обойти стороной тематику гидрологии.¹ По данным ФАО, до 20% площади неиспользуемых пашенных земель не обрабатывается вследствие неисправности оросительной сети. Потери воды при транспортировке по территории в среднем по стране составляют 27% и значительно увеличиваются в сельских районах.² Ирригация 76% орошаемых земель осуществляется посредством малых рек. В случаях особо продолжительной и интенсивной засухи неизбежно начинается усыхание рек и резервуаров. В условиях гидрологической засухи существенный урон наносится не только сельскому хозяйству, но и энергетической отрасли страны, так как выработанная на гидроэлектростанциях электроэнергия составляет не менее четвертой части в структуре энергопотребления Кыргызстана.

3.1.2. Сельское хозяйство

Самым чувствительным к засухе сектором экономики Кыргызстана считается сельское хозяйство, а именно растениеводство. Посевные площади по разным оценкам занимают 7-9% территории страны. Ввиду успеха массовой приватизации земель и высокой доли сельского населения (более 60%) землевладение Кыргызстана характеризуется высокой степенью децентрализации.⁶ Три четверти пахотной земли находятся в собственности мелких фермеров и семейных хозяйств, что осложняет задачи планирования и массового оповещения населения.⁷

Схема рельефа Кыргызстана

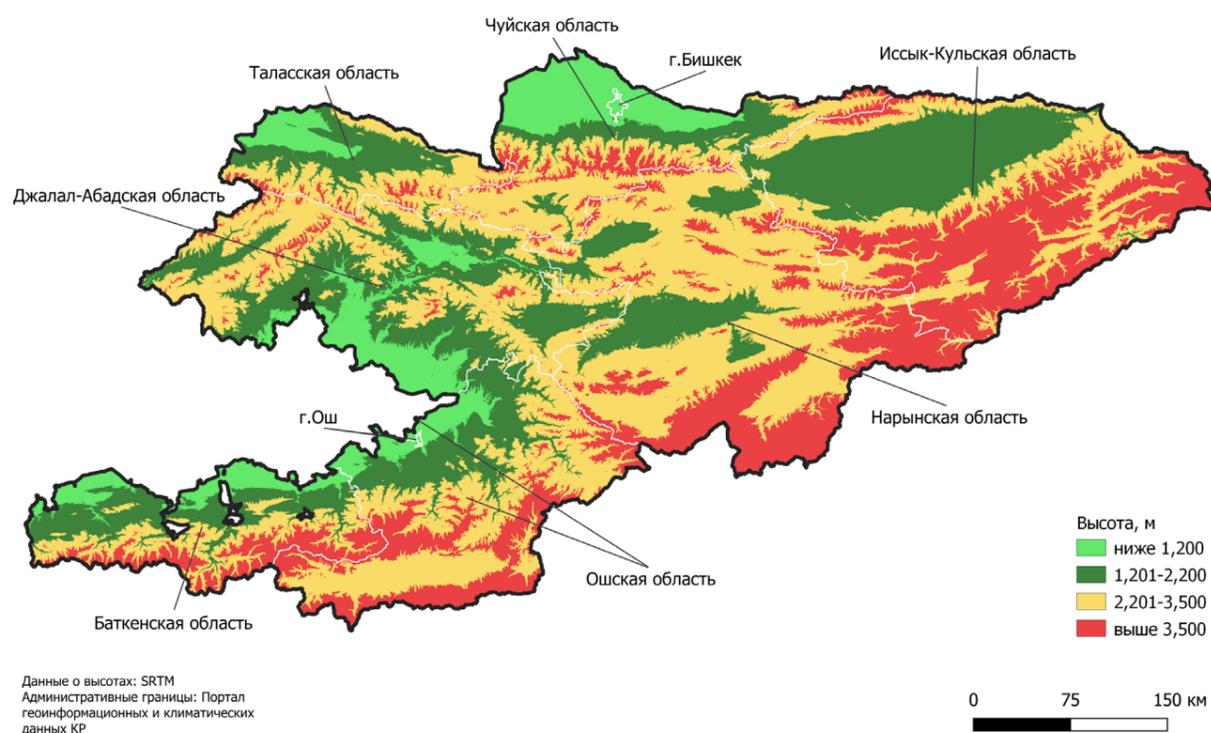


Рисунок 3.2

Население Кыргызстана с момента обретения независимости в 1991 г. выросло в полтора раза, что не могло не повлиять на внутренний спрос на сельскохозяйственную продукцию, темпы производства которой, однако, в среднем соответствовали темпам роста численности и благосостояния населения. За тридцать лет ежегодное производство картофеля и продовольственных бахчевых культур в абсолютном выражении выросло в 4 раза, овощей – в 3 раза, плодово-ягодных культур – в полтора раза (Рисунок 3.3). При этом урожаи зерна остались на прежнем уровне, а существенное сокращение испытало только производство табака.³ В итоге страна полностью обеспечивает себя основными сельскохозяйственными культурами из потребительской корзины,⁴ если не считать хлебопродукты, около половины пшеницы для которых импортируется из Казахстана.⁵ Такие успехи были достигнуты в первую очередь за счёт некоторого роста урожайности, то есть удельного веса урожая, собираемого с гектара, возросшей благодаря перераспределению земель под ячмень и табак в пользу продовольственных культур и использованию инновационных химических удобрений. Площадь пахотных

земель, расширение которой составило 18%, осталась сопоставимой с уровнем года выхода Кыргызстана из состава СССР. На территории Чуйской области находятся почти 40% всех пахотных земель, что делает её главным производителем сельхозпродукции.

Динамика производства основных продовольственных культур и соответствующих посевных площадей в Кыргызстана в 1991-2021 гг. (сверху), соотношение посевных площадей под основные продовольственные культуры в 1991-2020 гг. (снизу)

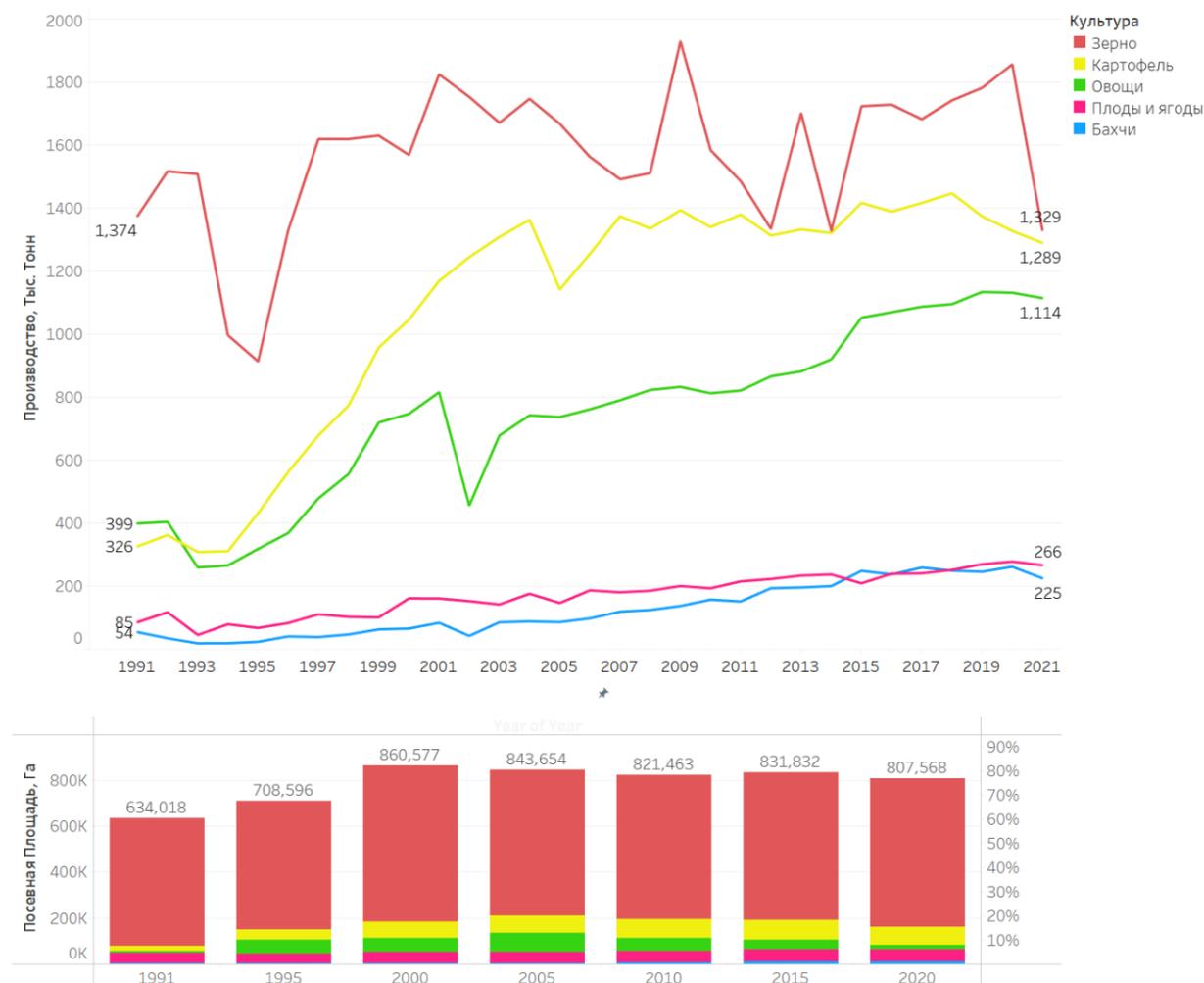


Рисунок 3.3

В Кыргызстане выращиваются, в основном, яровые культуры. Начало периода вегетации приходится на май, пик – на летние месяцы, а конец – на сентябрь и октябрь.⁸ Наибольшие посевные площади в стране занимают зерновые, а именно кукуруза, пшеница, ячмень и рис. На 2021 г. земля под пшеницу составляла 42% от всех полей под зерновые, 38% полей были засеяны ячменём, кукурузой – 18%. Рис и прочие зерновые (просо, сорго, рожь, смесь колосовых) не являются основными культурами и занимают лишь 2,5% от общей площади под этот класс. Пшеничные поля преобладают в большинстве регионов страны, за исключением Жалал-Абадской и Нарынской областей, где более значительные площади отданы кукурузе и ячменю, соответственно. Кукурузу выращивают, в основном, на юге страны и частично в Таласской области. Кукурузные

поля практически полностью отсутствуют в Иссык-Кульской и Нарынской областях. При этом, однако, наблюдается устойчивая тенденция на снижение продуктивности посевов пшеницы.

Культуры, наиболее подверженные засухе на севере Кыргызстана

В 2021 г. в Чуйской области наблюдалась серьёзная засуха, в то время как предшествующий год был нормальным. Урожайности всех основных культур снизились, за исключением плодово-ягодных, показавших незначительный прирост. Так, у продовольственных бахчей она снизилась с 236 ц/га до 182 ц/га, показав снижение в 23%. Урожайность картофеля и овощей упала на 6% и 12%, соответственно. Однако самый большой ущерб претерпели зерновые культуры, для которых этот показатель в 2021 г. снизился на 48% по сравнению с 2020 г.

В соседней Иссык-Кульской области в 2021 г. урожайность картофеля, овощей и плодово-ягодных вообще не изменилась, в то время как с зерновых полей собрали в среднем на 10 ц/га меньше, что соответствует падению на 40%. Аналогичная ситуация наблюдается при сравнении засушливого 2014 г. благополучного 2016 г. Эти данные позволяют сделать вывод, что зерновые культуры наиболее подвержены засухе на севере Кыргызстана.

Среди зерновых в стране наиболее распространены пшеница, ячмень и кукуруза. В Чуйской долине представлены все три вида. Здесь засуха в равной степени сильно ударила по урожайности пшеницы и ячменя, снизив её на 62% в обоих случаях. Сильно менее пострадали кукурузные поля, показав падение в 18% (Таблица 3.1).

Урожайность основных зерновых культур в Чуйской области в 2020-2021 гг., ц/га

Регион	Культура	2020 г.	2021 г.
Чуйская область	Кукуруза	74.4	61.2
	Пшеница	27.6	10.5
	Ячмень	25.8	9.8

Таблица 3.1

Справка 3.1

Помимозерновых, в стране выращивается картофель и другие овощи, продовольственные бахчевые культуры, плоды и ягоды. В Чуйской области произрастает практически вся сахарная свекла и около 40% всех собираемых в стране овощей, продовольственных бахчей и масличных культур. Также в области собирается около четверти кормовых культур, выделяемых в отдельный класс.⁹ Такие из них как клевер, могут давать урожай до трёх раз в году.

Следуя разделению на климатические пояса, 55% пахотных земель находятся в равнинном поясе, составляя основу сельскохозяйственного корпуса. Чуть более половины этих полей находятся в Чуйской области, 18% – в Джалал-Абадской, по 12% – в Таласской и Ошской областях и оставшиеся – в Баткенской. Нарынская и Иссык-Кульская области находятся целиком выше равнинного пояса. 39% земельных наделов

находятся в среднегорьях – эти поля расположены, в основном, в Иссык-Кульской и Нарынской областях, вокруг и особенно у восточного берега озера Иссык-Куль, в долине реки Нарын и вдоль берегов рек Кочкор, Сеек, Чыгыш Каракол. Оставшиеся 6% посевных площадей находятся преимущественно в высокогорьях Нарынской области. Какие-либо возделываемые поля на высотах от 3,500 м практически отсутствуют (Рисунок 3.4).

Площади общей территории (вверху) и посевных земель (внизу) Кыргызстана по поясам высот



Рисунок 3.4

3.1.3. История засух

Кыргызстан подвержен изменению климата, о чем свидетельствует повышение среднегодовых температур на 1,2°C за последние 20 лет при разнонаправленном прогнозе по среднемесячным температурам и осадкам.¹⁰ За последние пятнадцать лет засухи значительно участились, а в 2008, 2012, 2014 и 2021 гг. имели национальный масштаб. Так, в 2021 г. наполнение бассейна реки Сыр-Дарья было на 42-77% ниже нормы, что привело к острому недостатку воды для полива. Реки Чуйской долины, а именно Ала-Арча, Аламедин, Иссык-Ата и Кегеты, осушились настолько, что многие фермеры из-за нехватки поливной воды потеряли кормовые культуры, что сильно отразилось на животноводстве. Засуха приобрела экологический масштаб – из-за нехватки воды в водоёмах погибло много рыбы и птиц. Как видно из Рисунка 3.3, во все вышеупомянутые годы значительно страдал урожай зерновых, полагающихся

Несмотря на рост производства в сельском хозяйстве Кыргызстана, отрасль испытывает многочисленные проблемы. Невысокая степень осведомлённости фермеров о современных агротехнических методах, минеральных удобрениях, специализированных семенах негативно влияет на производительность труда, которая остаётся одной из самых низких в регионе. Ирригационная система, созданная преимущественно во времена СССР, также сильно деградировала.¹² В сельском хозяйстве занято большинство трудоспособного населения, но его роль в экономике не является первостепенной – оно давно уступило лидирующие позиции торговле и обрабатывающей промышленности. Доля фермеров снижается в пользу других, преимущественно, городских профессий, которыми бывшие фермеры занимаются как в стране, так и за её пределами. Уровень миграции остаётся высоким, при этом основной поток трудовых мигрантов создаётся именно за счёт бывших наёмных рабочих в сельскохозяйственной отрасли.¹³

почти исключительно на естественное орошение. По данным ФАО (Рисунок 3.5), засуха наиболее часто случается в центральных районах Нарынской и Джалал-Абадской областей и на северо-западе Таласской области. Нарынская область наиболее подвержена особенно тяжёлой засухе.¹¹

Схема исторического распределения засух, затронувших более 30% пашенных земель, по территории Кыргызстана

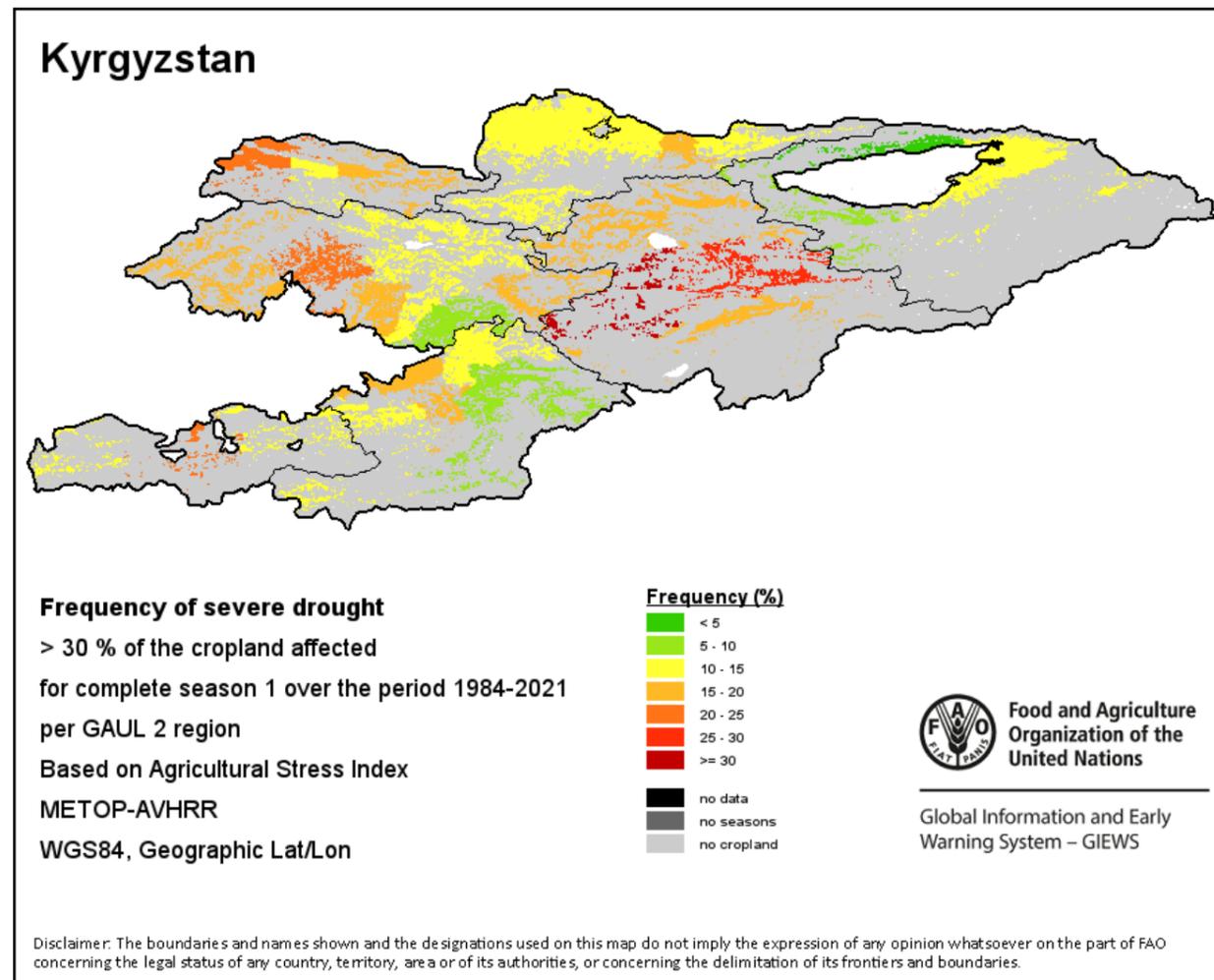


Рисунок 3.5

3.2. Область исследования и использованные источники

Признавая важность всеобъемлющего подхода к анализу природных бедствий, одним из которых является засуха, автор подробно останавливается только на одном этапе цикла противодействия катастрофам, а именно на мониторинге и прогнозировании. При этом в рассмотрение входят технические, организационные и законодательные аспекты проблемы. Обзор мероприятий по реагированию на чрезвычайные ситуации и механизмов уменьшения их вредных последствий выходит за рамки данной публикации.

Помимо анализа данных из открытых и рабочих источников (интервью, материалов конференций), автор публикации проводил самостоятельные изыскания, используя статистические инструменты и геопространственные системы. Материалом исследования стали статистические таблицы Нацстаткома КР, а также наборы пространственных данных о Земле, такие как Global Croplands, ESA Worldcover, ЦМР SRTM.

Подробный список источников приведён в конце документа.

4. Законодательная и организационная основа для борьбы с засухой в Кыргызстане

4.1. Законодательные инициативы и руководящие установки

4.1.1. Государственное законодательство

Создание государственной системы мониторинга засух легитимировано принятым в 2019-м году Постановлением Правительства КР “О Единой системе комплексного мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в Кыргызской Республике”.¹⁴ Концепция постулирует всеобъемлющий подход к снижению риска бедствий, интерпретируя эту область государственного управления как элемент системы гражданской защиты. Документ вводит общий подход, терминологию и предписания для создания различных технических систем, а именно порядок их разработки, типизацию видов и объектов мониторинга, режимы функционирования Единой системы.

Руководящим документом для вышеописанного постановления можно считать Концепцию комплексной защиты населения и территории Кыргызской Республики от чрезвычайных ситуаций на 2018-2030 гг. Главные задачи концепции – повысить эффективность мониторинга и реагирования на ЧС, постоянно совершенствуя нормативно-правовую базу и организационную структуру ответственных ведомств. Немаловажно, что концепция не только ставит цели и имеет план мероприятий по их достижению, но и подчёркивает риски, ставящие её выполнение под угрозу (в т.ч. недостаточное финансирование и квалификация персонала, нестабильная обстановка внутри страны). Создание в рамках плана по исполнению концепции регистра рисков, включающего качественную оценку последствий и вероятности различных катаклизмов, свидетельствует о выработке системного подхода к противодействию стихийным бедствиям.¹⁵

Классификация чрезвычайных ситуаций и критерии их оценки в КР, оформленные в виде приложения к вышеупомянутому постановлению Правительства, вводят определение ряда чрезвычайных ситуаций природного характера, тесно связанных с засушливыми явлениями, а также почвенной и атмосферной засух.¹⁶ Данная классификация (Таблица 4.1) созвучна с первыми двумя элементами более детальной и общепризнанной классификации засух, используемой в большинстве стран, подразделяющей засухи на метеорологическую, сельскохозяйственную, гидрологическую и социально-экономическую.¹⁷ Определение почвенной засухи, определяемой в Кыргызстане как недостаток продуктивной влаги в верхних слоях почвы, в целом соответствует общепринятому определению сельскохозяйственной засухи. Атмосферная же засуха, регистрируемая при недостаточных месячных осадках, созвучна метеорологической засухе. При этом нигде не определены и не введены эквиваленты гидрологической и социально-экономической засухи, зачастую являющимися более тяжёлым продолжением одного и того же цикла. В некоторых случаях международной практики в виде отдельной категории также выделяется снежная засуха – недостаток снега, выпавшего в зимний период. Фактически, снежную засуху можно отнести к метеорологической, но для страны с резко континентальным климатом, коей является Кыргызстан, обладание информацией о зимних осадках также очень полезно.¹⁸

Список элементов классификации чрезвычайных ситуаций Кыргызстана, относящихся к засухе, фрагмент документа “Классификация чрезвычайных ситуаций и критерии их оценки в Кыргызской Республике”

№	Источник чрезвычайной ситуации	Характеристика проявления чрезвычайной ситуации	Критерии оценки
26	Почвенная засуха	в течение двух декад в слое 0-20 см запасы продуктивной влаги – 10 мм и менее	количество пострадавших людей (в половозрастном разрезе), нарушение жизнедеятельности, экономический ущерб
27	Атмосферная засуха	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 ниже указанных значений	

Таблица 4.1

Закон КР “О продовольственной безопасности” ставит агропромышленному комплексу стратегическую задачу – полностью обеспечивать потребности жителей республики основными продуктами питания за счёт внутреннего производства.¹⁹ Как упоминалось ранее, фермерское хозяйство стабильно удовлетворяет внутренний спрос товарами основной потребительской корзины (при этом активно экспортируются картофель, овощи и бахчевые культуры). Однако между спросом и внутренним предложением на хлеб, фрукты, ягоды и растительное масло существует существенный разрыв. Стоит отметить, что засуха напрямую влияет и на традиционное для страны животноводство, нанося вред пастбищам, на которых происходит выпас более 6 млн. овец и коз и около 1,7 млн. голов крупного рогатого скота. Важное отличие национального животноводства от растениеводства заключается в том, что львиная доля пастбищ и сенокосов находится в собственности государства и сельских управ (айыл окмоту), что упрощает процессы централизованного оповещения о чрезвычайных ситуациях.²⁰

Статья 71 Водного кодекса КР предусматривает создание единой системы информации и предупреждения о наводнении, засухе, сходе селей и оползней. Данная статья присутствовала в первоначальной редакции закона от 2005 г.²¹ В отличие от засух, наводнения и сход селей являются быстроразвивающимися ЧС, однако природа исследований, необходимых для их мониторинга, принципиально схожа с подходами к выявлению засух в силу общности источников исходных данных (данные об осадках и температуре, полученные со спутников или метеорологических постов). Закон КР “О развитии сельского хозяйства Кыргызской Республики”, дополненный установками на внедрение прогрессивных инновационных технологий в агропромышленный комплекс в 2021 г., также подкрепляет необходимость внедрения системы мониторинга сельскохозяйственных культур.²²

4.1.2. Стратегии, планы и программные документы

Первым программным документом, направленным на противодействие опустыниванию и засухе, стал разработанный совместно с КБООН “Национальный план действий по борьбе с опустыниванием в КР”. План был принят и опубликован в 2000 г. В нём предложен ряд проектов и мероприятий для борьбы с опустыниванием, многие из которых выполняются по настоящий момент (обработка исторических гидрометеорологических данных, оцифровка гидрометеорологических баз данных). В документе также упоминаются ДЗЗ и ГИС, бывшие перспективными технологиями на момент составления документа.²³

В 2014 г. совместно с КБООН и Всемирным Банком был разработан новый национальный план действий на 2015-2020 гг., постулирующий необходимость создания национальной системы мониторинга и прогнозирования природных катастроф с использованием ДЗЗ и геоинформационных технологий. В документе также подчёркивается важность постоянного повышения квалификации государственных чиновников и населения посредством проведения круглых столов, семинаров и образовательных программ по противодействию деградации земель и их правильному целевому использованию.²⁴ План действовал до 2020 г., но приводится как актуальный, так как ожидается его переиздание на новый пятилетний период. Работы по обновлению плана ведутся в рамках проекта ФАО “Комплексное управление природными ресурсами на засушливых и засоленных территориях Центральной Азии и Турции”.

Борьба с засухой и ГИС/ДЗЗ как приоритеты актуальных законодательных инициатив и руководящих установок Кыргызстана

Документ	Засуха/ опустынивание	Системы мониторинга ЧС	ГИС/ДЗЗ для засухи
Постановление Правительства КР “О Единой системе комплексного мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в Кыргызской Республике”	Да	Да	–
Программа развития Кыргызгидромета на 2020-2025 гг.	Да	Да	Да
Национальный план действий по внедрению КБООН в КР	Да	Да	Да
Концепция комплексной защиты населения и территории Кыргызской Республики от чрезвычайных ситуаций на 2018-2030 годы	Да	Да	–
Водный кодекс КР	Да	–	–
Закон “О гидрометеорологической деятельности в КР”	–	Да	–
Закон “О продовольственной безопасности КР”	–	Да	–
Классификация чрезвычайных ситуаций и критерии их оценки в КР	Да	–	–
Национальная стратегия развития КР на 2018-2040 гг.	Да	–	–
“Цифровой Кыргызстан” 2019-2023 гг.	–	Да	–

Таблица 4.2

Сохранение окружающей среды, адаптация к изменениям климата и снижение риска бедствий – направления, обозначенные как необходимые в Национальной стратегии развития КР на 2018-2040 гг.²⁵ Развитие агропромышленного комплекса также выделено как отдельный приоритет. Развитие информационной системы о засухе отвечает сразу нескольким стратегическим задачам сельского хозяйства, в частности, по обеспечению населения страны качественным продовольствием (см. также закон “О продовольственной безопасности КР”) и по информационной поддержке мелких фермерских хозяйств.²⁶

В концепции цифровой трансформации “Цифровой Кыргызстан” сформированы задачи внедрения информационных технологий в различные секторы экономики, в т.ч. для охраны окружающей среды, снижения риска бедствий и сельского хозяйства. Для лесного хозяйства ставится цель внедрить геопрозрачный инструмент просмотра данных о лесных ресурсах.²⁷ Документ “Цифровой Кыргызстан” был утверждён совместно с дорожной картой по его реализации, в которой описаны конкретные планы по созданию процессов и сервисов на основе цифровых технологий для ряда отраслей национальной экономики, включая сельское хозяйство. Были поставлены три задачи, среди которых первой стоит разработка Программы развития сельскохозяйственной отрасли с использованием ИКТ и плана мероприятий по ее реализации на 2019-2022 гг. Задачи по снижению риска бедствий также поставлены в дорожной карте. В частности, до конца 2022 г. планируется разработать интернет-портал по централизованному сбору информации, поступающей от ведомственных и международных сетей мониторинга и прогнозирования ЧС, и ввести в эксплуатацию Центр сбора, обработки и передачи гидрометеорологических данных с наблюдательной сети Агентства по

Гидрометеорологии при Министерстве Чрезвычайных Ситуаций (Кыргызгидромета).²⁸ Текущее состояние данного ресурса рассмотрено в пункте 5.2.5.

Кыргызгидромет является уполномоченным органом в области гидрометеорологической деятельности. На данный момент три документа определяют направление работы Кыргызгидромета на среднюю и долгосрочную перспективу. В законе “О гидрометеорологической деятельности в КР” засуха не упоминается как таковая, но даётся определение опасных (стихийных) гидрометеорологических явлений и системы раннего оповещения о прогнозе погоды.²⁹

Таблица 4.2 резюмирует данный раздел, сортируя нормативные документы по степени приближённости к тематике мониторинга засух с использованием географических информационных систем и средств спутникового мониторинга.

Заключение: законодательные инициативы и руководящие установки

Стратегические и концептуальные документы, принятые в Кыргызстане, делают акцент на засухе, открывая двери для дальнейшей разработки законов, подзаконных актов, вспомогательных стандартов и программных документов более низкого уровня. Существующее законодательство регулирует некоторые аспекты работы с тематикой засухи, формируя общую организационную структуру ответственных государственных органов, определяя различные типы засух и предписывая создать систему их мониторинга. Однако это направление не определяется как одно из приоритетных. Существующая типизация засухи недостаточно конкретна и не учитывает все её возможные стадии. Отсутствуют национальные или региональные планы по управлению в условиях засухи. При этом планы по введению в эксплуатацию системы мониторинга и раннего предупреждения засухи разработаны уполномоченным органом, но их внедрение и использование отстаёт из-за недостаточного укомплектования штата, планирования и межведомственного взаимодействия.

Справка 4.1

4.2. Заинтересованные стороны

4.2.1. Карта заинтересованных сторон

Мировой опыт внедрения технических систем говорит о том, что у любой системы должен быть единственный владелец – постоянная проектная команда со строго определёнными ролями. Однако, учитывая многомерность проблемы засухи, система её мониторинга не может полноценно функционировать без активного межведомственного взаимодействия. В Таблице 4.3 представлены предполагаемые участники процесса по созданию, поддержанию и использованию будущей системы, а ниже приведена краткая справка по наиболее значительным игрокам, так или иначе связанным с тематикой засухи. Они разбиты на три группы – государственные органы Кыргызстана, международные, неправительственные и другие организации, а также группы граждан, проживающих в стране. В последующих двух пунктах описываются полномочия указанных сторон, а в пункте 7.2.1 представлены рекомендации по распределению ролей в процессе создания информационной системы между ними.

Деятельность перспективных участников процесса по созданию, поддержанию и использованию системы информации о засухе для Кыргызстана

Тип	Название	Полномочия, деятельность	Веб-сайт
Государственные органы	Агентство по гидрометеорологии при Министерстве чрезвычайных ситуаций (Кыргызгидромет)	мониторинг гидрометеорологической обстановки, хранение гидрометеорологических данных	↗
	Министерство чрезвычайных ситуаций	обеспечение гражданской защиты, мониторинг и прогнозирование ЧС всех типов, оповещение населения	↗
	Министерство сельского хозяйства	выработка политики в сфере агропромышленного комплекса	↗
	Служба водных ресурсов при Министерстве сельского хозяйства	внедрение механизма интегрированного управления водными ресурсами (ИСВ), взаимодействие с водопользователями, хранение гидрологических данных (в т.ч. с географической привязкой)	↗

Государственные органы	Национальный статистический комитет	формирование детальной сельскохозяйственной статистики (в т.ч. с высоким уровнем географической детализации)	↔
	Служба земельных ресурсов при Министерстве сельского хозяйства	формирование геоинформационной системы по земельным ресурсам, выполнение топографо-геодезических и картографических работ	↔
	Лесная служба при Министерстве сельского хозяйства	развитие лесохозяйственного комплекса, особо охраняемых природных территорий	↔
	Кыргызгипрозем	кадастровое обеспечение государства, хранение данных о землепользовании (в т.ч. с географической привязкой)	н/д
	Институт биологии НАН	исследование окружающей среды, хранение данных о почве	↔
	Институт водных проблем и гидроэнергетики НАН	исследования в области создания систем информационного обеспечения для управления водными и земельными ресурсами	↔
	Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И.Скрябина	подготовка специалистов по агрономии, лесному хозяйству, гидромелиорации, экологии, землеустройству	↔
	Бассейновые и районные администрации	управление водными ресурсами в гидрогеографических границах главного бассейна или района	н/д
Международные, неправительственные и другие организации	ЭСКАТО ООН	реализация широкой сети региональных инициатив (Региональный механизм противодействия засухам, Региональная спутниковая программа), проведение образовательных программ по использованию геопространственной информации	↔
	НИЦ "Планета", Российская Федерация	один из главных центров обработки спутниковых данных в регионе, выпускает тематическую продукцию широкого спектра – от контроля ЧС до исследования глобальных климатических изменений	↔
	UNITAR/UNOSAT	глобальный центр анализа информации о ЧС, обладающий большим опытом в обучении использованию геопространственной информации	↔
	Институт аэрокосмических информационных исследований Китайской академии наук (AIR CAS), Китай	научно-исследовательский центр в области применения спутниковых данных, выпускающий приложения для практического применения (мониторинг засух и состояния посевов)	↔
	Центр исследований горных сообществ (ЦИГС)	региональный исследовательский центр, обладающий техническими возможностями по мониторингу земель и обширной сетью контактов в сельских сообществах	↔
	Центрально-Азиатский Институт прикладных Исследований Земли (ЦАИИЗ)	региональный исследовательский центр, специализирующийся на применении геоинформатики для решения климатических и экологических проблем	↔
Группы граждан	Фермеры и водопользователи	использование земли и воды для сельского хозяйства, производства	
	Бассейновые советы	решение вопросов в главном бассейне по использованию, охране и развитию водных ресурсов	

Таблица 4.3

4.2.2. Государственные органы

Агентство по гидрометеорологии (Кыргызгидромет) при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики осуществляет мероприятия в области гидрометеорологии и наблюдений за уровнем загрязнения окружающей среды. Основными задачами Агентства являются: а) осуществление мониторинга окружающей природной среды для защиты населения от стихийных гидрометеорологических явлений, б) удовлетворение потребностей населения, органов исполнительной власти в гидрометеорологической информации, в) управление национальным фондом гидрометеорологических данных.

Планы развития Кыргызгидромета

Кыргызгидромет имеет собственную пятилетнюю программу развития, составленную в форме Концепции комплексной защиты: приводится оценка текущего положения дел в ведомстве, в рамках четырёх направлений ставятся задачи с определёнными сроками выполнения, упоминаются риски и устанавливается система отчётности по исполнению программы. Сквозной темой для Кыргызгидромета является цифровизация инфраструктуры, данных и рабочих процессов ведомства.³⁰ Внедрение процессов гидродинамического моделирования выделено как отдельная задача на весь период действия плана (2020-2025 гг.). Ожидается, что до 2025 г. в распоряжении агентства будут следующие пять продуктов:

1. Модели атмосферной засухи на основании индекса SPI;
2. Модель почвенной засухи, наиболее подходящая для территории страны;
3. ПО для извлечения со спутниковых снимков информации о растительном покрове, влажности и температуре почвы;
4. Технологии для прогноза засухи с использованием продукции долгосрочного прогнозирования осадков и температуры;
5. Наиболее учитывающая особенности территории страны модель урожайности сельскохозяйственных культур.

Составление и публикация столь детального плана действий позволит международным организациям осуществлять адресную поддержку Кыргызгидромета в рамках проекта по созданию системы мониторинга засух.

Справка 4.2

Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики является уполномоченным органом в сфере гражданской защиты и головной структурой Кыргызгидромета, осуществляя мониторинг и прогнозирование ЧС. Ведомство также несёт ответственность за выработку государственной политики в области снижения риска бедствий и обладает серьёзными организационными и техническими возможностями. В частности, Министерство имеет налаженный механизм оповещения населения о надвигающихся опасностях через SMS и мобильное приложение "112 Кыргызстан", а также принимает информацию от населения в мессенджерах и по номеру горячей линии. МЧС обладает

компетенциями в области ГИС, имея в штате соответствующих специалистов и подписку на ПО ArcGIS Desktop и ArcGIS Enterprise, предоставляющую специалистам органа широкие аналитические возможности для развёртывания геопространственных систем. Также Министерство использует для проведения полевых исследований БПЛА DJI Phantom.

Министерство сельского хозяйства Кыргызской Республики осуществляет государственную политику в области агропромышленного комплекса, включая животноводство, растениеводство, мелиорацию земель, развитие водных и земельных ресурсов. Одной из актуальных задач Министерства в контексте борьбы с засухой является проведение государственной политики в сфере обеспечения эффективного и рационального управления и использования земель Государственного фонда сельскохозяйственных и пастбищных угодий. В силу значимости агропромышленного комплекса для экономики страны Министерство обладает большим центральным аппаратом и подведомственными организациями, включая Службу водных ресурсов, Службу земельных ресурсов и Лесную службу. Минсельхоз КР располагает широкой сетью территориальных управлений на районном уровне, имея 40 представительств в семи областях.

Служба водных ресурсов при Министерстве сельского хозяйства Кыргызской Республики осуществляет государственное регулирование отношений в сфере управления и использования водных ресурсов. Основными направлениями деятельности этой организации являются внедрение механизма интегрированного управления водными ресурсами, обеспечение устойчивого управления и рационального использования водных ресурсов и объектов водохозяйственной инфраструктуры. Служба является оператором Информационной системы по воде, геопространственного инструмента, описанного в пункте 5.2.3.

Национальный статистический комитет Кыргызской Республики (Нацстатком КР) является основным органом, ответственным за формирование официальной статистики. Комитет ведёт целенаправленную работу по сбору и распространению сельскохозяйственной статистики, которая представляется в пространственно-временном разрезе с высоким уровнем детализации и распространяется в машиночитаемом табличном формате.

Государственный проектный институт “Кыргызгипрозем” Государственной службы по земельным ресурсам Министерства сельского хозяйства Кыргызской Республики отвечает за кадастровое обеспечение. Также в сферу деятельности института входит установление наличия и почвенно-мелиоративного состояния сельскохозяйственных угодий, а также вынесение заключений о продуктивности того или иного земельного участка. Институт является основным разработчиком НИПД страны, создав Портал геоинформационных и климатических данных КР, на котором интегрированы географические данные 14 государственных органов.

В академической среде Кыргызстана также можно выделить по меньшей мере два научно-исследовательских института, чьи труды и разработки имеют отношение к теме засух, а именно Институт биологии и Институт водных проблем и гидроэнергетики Национальной академии наук КР. Активно развивается Кыргызский национальный аграрный университет имени К. И. Скрябина, готовящий специалистов и аспирантов в области агрономии, лесного хозяйства, гидромелиорации, экологии, землеустройства и прочих смежных дисциплинах.

4.2.3. Международные, неправительственные и другие организации, группы граждан

Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана выступает в роли исполнителя проекта “Информационная система по засухе для Центральной Азии”, спонсируемого Российской Федерацией. Комиссия обладает значительными компетенциями в сфере информационно-коммуникационных технологий и снижения риска бедствий, способствуя внедрению различных технических и организационных инициатив в регионе.³¹

НИЦ “Планета” – ведущая организация России по эксплуатации и развитию космических систем наблюдения Земли гидрометеорологического, океанографического, гелиогеофизического назначения и мониторинга окружающей среды. Организация является одним из главных центров обработки спутниковых данных в регионе Северной и Центральной Азии, выпуская тематическую продукцию для широкого круга направлений – от контроля чрезвычайных ситуаций до исследования глобальных климатических изменений.

Учебный и научно-исследовательский институт ООН (ЮНИТАР) обладает широким спектром компетенций в области развития потенциала развивающихся стран в практическом применении технических средств. Одной из дочерних структур Института является Спутниковый центр ООН (UNOSAT), специализирующийся на предоставлении государствам актуальной аналитической информации о ходе чрезвычайных ситуаций.

Институт аэрокосмических информационных исследований Китайской академии наук (AIR CAS) является крупнейшим научным центром КНР, специализирующимся на геопространственных технологиях. Институт разрабатывает клиентские и облачные приложения для исследования метеорологической и агрометеорологической информации. ЭСКАТО и AIR CAS получили большой опыт совместной работы в рамках Регионального механизма по противодействию засухе в Азиатско-Тихоокеанском регионе, внедрив систему DroughtWatch в пяти странах-членах ЭСКАТО.

Центр исследований горных сообществ (ЦИГС) – международный исследовательский институт, созданный под эгидой Университета Центральной Азии. Одной из областей исследования организации является воздействие засушливых явлений на сельское население стран региона, в том числе, Кыргызстана. Центр обладает значительными техническими возможностями, регулярно проводя полевые исследования растительности и почв.

Центрально-Азиатский Институт прикладных Исследований Земли (ЦАИИЗ) проводит исследования по трём направлениям: 1) геодинамика и геокатастрофы, 2) климат, вода и геоэкология, 3) системы мониторинга и управление данными. Последние две сферы деятельности института видятся актуальными для целей создания системы, которой посвящена данная публикация.

Сильнее всех от засухи страдают фермеры, зачастую объединяющиеся в крестьянские хозяйства и ассоциации водопользователей. На общественном уровне эти ассоциации представлены бассейновыми советами, а на уровне взаимодействия с государственными

органами – бассейновыми администрациями.

Существует множество государственных, негосударственных и межгосударственных организаций, могущих извлечь пользу из будущей системы информации о засухе. В силу ограниченности ресурсов не все из них смогут быть вовлечены в процесс обсуждения и создания системы, но некоторые из них включены в Таблицы 4.3 и 7.1 и в качестве потенциального пользователя и выгодоприобретателя системы.

Заключение: заинтересованные стороны

В Кыргызстане существует ряд государственных органов, в чьи интересы входило бы использование информационной системы по засухе. Работы по исследованию земельных и водных ресурсов ведутся в академической среде, но недостаточно часто находят применение в деятельности государственных органов. Различные государственные, научные и международные организации, функционирующие в Кыргызстане, обладают большим опытом, методологическим аппаратом и тематическими наборами данных. Была создана и пополняется некоторыми геоинформационными продуктами национальная инфраструктура пространственных данных. Однако, как представляется, отсутствие фокуса на проблеме мониторинга засух (вкуче с недостаточным кадровым обеспечением направлений гидро- и агромониторинга) является серьёзным недостатком.

Справка 4.3

5. Существующие национальные, региональные и глобальные системы мониторинга засух с возможностью покрытия территории Кыргызстана

5.1. Введение и техническая справка

В настоящее время оперативный мониторинг засухи во всём мире осуществляется при помощи платформ, использующих количественные показатели, называемые индексами и индикаторами засухи. Используются десятки различных индексов и индикаторов, но в их основе лежит единый принцип – оценка прихода и расхода влаги с учётом параметров атмосферы, почвы и гидросферы. Наиболее действенным считается подход, при котором данные гидрометеорологической сети используются совместно с данными, полученными методами дистанционного зондирования Земли.

Данные дистанционного зондирования

Данные, полученные методом дистанционного зондирования Земли, подразделяются на векторные и растровые. Векторные данные представляют собой собрания двумерных идеализированных геометрических форм (точек, линий, многоугольников), обозначающих те или иные материальные объекты. Так, на карте мелкого масштаба многоугольниками могут обозначаться единицы административного деления и озёра, линиями – реки и дороги, а точками – объекты инфраструктуры. При создании карты тех же объектов большего масштаба будет целесообразным использовать многоугольники для обозначения построек и широких рек. Ещё одна особенность векторного представления информации – это возможность описывать идеализируемые объекты, дополняя их семантическими данными, посредством таблицы атрибутов. Например, для дороги такими данными могут быть число полос и ограничения по скорости, а для поля – сорт выращиваемой культуры или сельскохозяйственный календарь. Векторная геометрия позволяет создателям наборов векторных данных генерировать сложные данные, богатые семантической информацией.

Южный берег озера Иссык-Куль, растровое изображение спутника Sentinel-2 (слева) и векторное отображение деревень, озера, рек и полей (справа)



Рисунок 5.1

Растровые данные принципиально отличаются от векторных. Они представляют собой файлы-изображения, выполненные в виде прямоугольной матрицы

пикселей. При анализе растров основной интерес представляет закодированное в каждом пикселе значение. Если растр – спутниковое изображение, то это значение – физическая величина, а именно энергетическая яркость поверхности в заданном спектральном диапазоне. Широко распространены также тематические растры, то есть полученные путём обработки первичных изображений и посвящённые конкретной тематике. Значениями пикселей таких тематических растров могут быть географические высоты, классы земельного покрова, и т.д. Такие данные, полученные многоспектральной, радарной или лидарной аппаратурой, широко распространены и составляют основу для анализа природных явлений. В контексте засух, растровые данные используются для формирования карт индексов вегетации и отслеживания состояния растительного покрова. На Рисунке 5.1 наглядно продемонстрирована разница между векторными и растровыми данными.

Справка 5.1

На данный момент не существует ни единой региональной системы для мониторинга засухи в Центральной Азии, ни национальной системы в Кыргызстане. Национальные возможности Кыргызстана представлены в виде разрозненных механизмов и процессов, обзору которых посвящён следующий раздел. В Азиатско-Тихоокеанском регионе также присутствует значительное количество специальных инструментов, разработанных для специалистов по климатологии и снижению риска бедствий. Их обзор был выполнен в рамках технического доклада ЭСКАТО по геопространственным инструментам для использования в рамках регионального механизма борьбы с засухой, а в 6 приведены наиболее актуальные из них.³² Использование континентальных или глобальных систем в целях поддержки в принятии решений на государственном уровне видится затруднительным, так как существующие глобальные системы не учитывают особенности национальных законодательств, приоритетов, подходов, запросов и уровня технической оснащённости отдельной страны. Тем не менее, в этой главе приведены примеры глобальных систем, предоставляющих актуальный анализ спутниковой информации и обладающих приемлемым интерфейсом для рядового конечного пользователя. Системы, представленные в 64, созданы при участии специализированных агентств ООН и дают возможность выделять территорию Кыргызстана для работы на национальном уровне.

Наземные данные гидрометеорологической сети

В качестве отправной точки для начала мониторинга засух с использованием информации наземной метеорологической сети ВМО рекомендует рассчитывать индекс SPI (Standardized Precipitation Index).³³ Для расчёта этого показателя для конкретной точки требуются только данные об осадках за определённый нефиксированный период времени. Рекомендуется проводить расчёт на основании месячных данных, собранных за 30 лет и более. SPI может принимать значение от -3 до +3, где отрицательные значения говорят о пониженных осадках в сравнении с исторической нормой. Так как результат расчёта относителен, он даёт возможность сравнивать степень тяжести засух для различных районов и климатических поясов. Расчёт производится на основании функции

распределения вероятностей (как правило, используется формула гамма-распределения), параметры которой подбираются отдельно для каждой станции с учётом периода доступных наблюдений. Этот факт обуславливает трудоёмкость корректного расчёта индекса.³⁴

Помимо SPI, широкое распространение получил Стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации SPEI, расчёт которого основан на принципе SPI, но включает данные о температуре воздуха дополнительно к информации об осадках.³⁵ В существующих системах применяются также прочие метеорологические индикаторы и индексы. Детальный обзор таких индексов в контексте Центральной Азии представлен в исследовании Центра по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий,³⁶ а в мировом контексте – в документах ВМО.³⁷

Справка 5.2

Для мониторинга метеорологических индикаторов на такой неоднородной территории необходима обширная сеть современных метеостанций. Их количество резко сократилось из-за недофинансирования в 1990-е гг. и остаётся недостаточным для следования рекомендациям ВМО (и осталось бы таковым даже если бы Кыргызстан была равнинной страной). Значительно пострадала агрометеорологическая сеть, оборудование которой устаревает физически и морально.

Неотъемлемой частью любой современной системы мониторинга и раннего предупреждения засух является периодический расчёт спутниковых индексов на основе растровых данных, полученных при помощи многоспектральной спутниковой аппаратуры. Как правило, спутниковые индексы представляют собой относительное измерение состояния растительности, полученное из радиометрических характеристик растений в красном и ближнем инфракрасном спектральных диапазонах. При их вычислении используются значения отражательной способности двух или более спектральных каналов. Главное преимущество этого подхода заключается в гомогенности спутниковой информации – значения спутниковых индексов можно рассчитать для каждого пикселя, соответствующего некоторой площади на территории страны, а достоверность данных не зависит от удалённости от ближайшего пункта метеорологических наблюдений. Индексы вегетации удобны в использовании, потому что являются безразмерными, а их уравнения составлены таким образом, чтобы минимизировать влияние атмосферы, топографии и угла обзора. Главными же недостатками спутниковой информации являются зависимость наблюдений от погодных условий, относительно короткий срок исторических наблюдений даже для самых продолжительных программ и техническая сложность анализа данных.

Справка 5.3

карт спутниковых и метеорологических индексов для использования в целях принятия информированных решений в сфере регулирования и планирования в сельском хозяйстве и смежных областях. В качестве исходных данных для модели используются растровые спутниковые изображения. Источником этих данных для текущей версии модели выступают спектрометры среднего разрешения MODIS, установленные на спутниках Aqua и Terra, а также инструменты MSI, установленные на спутниках серии Sentinel-2.

Растровые данные спектрометров уровня обработки 1b подвергаются атмосферной, геометрической и радиометрической коррекции, сшиваются и перепроектируются в устанавливаемых вместе с моделью ПО MRT и Sen2Cor, после чего на их основании происходит расчёт первичных вегетационных индексов NDVI и EVI, а также маски облачности. Из этих данных вычисляются итоговые индексы VCI, TCI, VHI, NDDI, NDWI, VSWI с возможностью создания карты индексов для одного или пяти дней. Система позволяет составлять карты с нанесёнными значениями каждого индекса, а также даёт пользователю возможность самостоятельно генерировать карту с несколькими нанесёнными на неё индексами, что уточняет анализ. Пригодность традиционных и спутниковых метеорологических индексов можно определять по косвенным показателям. Наиболее подходящим косвенным показателем для засухи является урожайность сельскохозяйственных культур, измеряемая для основных культур ежемесячно на уровне областей и районов. В рамках пилотного проекта была проанализирована корреляция спутниковых индексов с влажностью почвы и урожайностью основных культур. Более подробное описание этих показателей дано в 6.

Модель также позволяет загружать данные метеорологических наблюдений с наземных

станций Кыргызгидромета. Для хранения этих данных используется база данных MySQL.

5.2.3. Использование гидрологических данных

Наиболее богатыми знаниями о водных ресурсах страны обладает Служба водных ресурсов при Министерстве сельского хозяйства Кыргызской Республики, до 2021 г. подчинявшаяся Правительству. Агентство уже несколько лет ведёт проект “Управление национальными водными ресурсами”, финансируемый Всемирным Банком. Основным результатом работы стала созданная командой проекта автоматизированная Информационная система по воде (ИСВ). Главная задача системы – обеспечивать сеть из пяти национальных бассейновых управлений актуальными гидрологическими данными для эффективного управления водными ресурсами на уровне бассейнов и районов. Система использует данные национальной гидрометеорологической сети из 82 гидрологических и 47 метеорологических постов, установленных на реках, озёрах, каналах и водохранилищах. В агентство водных ресурсов из Кыргызгидромета поступает обработанная информация по оперативному и режимному расходу, рассчитываемая метеорологами по значениям уровня воды. Выходные данные системы территориально разделены на управления водных бассейнов. На настоящий момент в системе выделяются пять управлений, но де-факто их одиннадцать, и существуют планы по дальнейшему разделению охватываемой территории. Информационная система

Карта-схема водопользования, сформированная Информационной системой по воде, пример для 2014 г.

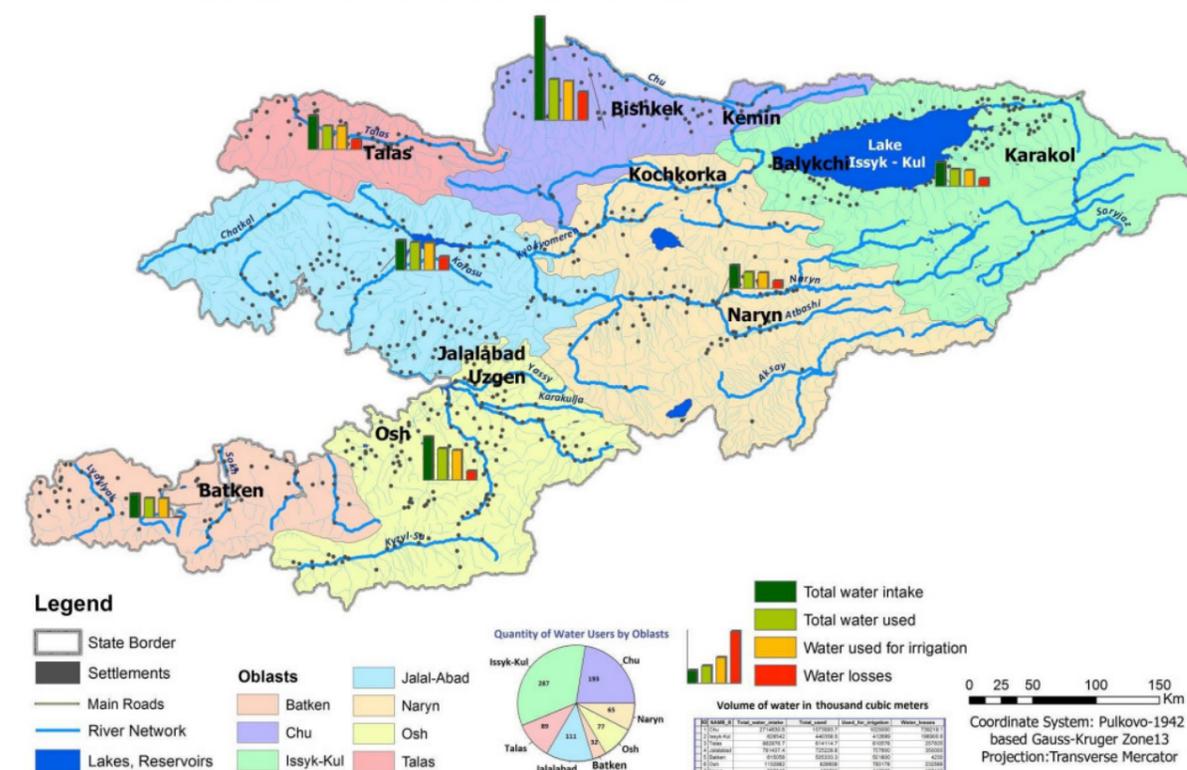


Рисунок 5.3

по воде выполнена в виде распределённой базы данных с текстовыми данными и слоями тематических карт с привязкой к местности, хранящимися распределённо и объединёнными посредством сетевой системы.

Выходные данные системы представлены в виде регулярно обновляемых карт, таблиц и графиков, иллюстрирующих информацию по водному сектору. Основными измеряемыми показателями являются речной сток, забор воды и сброс сточных вод. Дополнительно в функционал ИСВ входит анализ водного и водохозяйственного баланса. При наличии оцифрованных метеорологических данных и отчётов по водопользованию система может генерировать карты, оценивающие территориальные единицы третьего уровня (айылные аймаки), находящиеся в достатке воды или испытывающие её дефицит,

Годовой водохозяйственный баланс по речному бассейну: карта дефицита воды

WATER ABSTRACTION		WATER DISCHARGE	
Drinking and household - 20183742.5 cub.m		Drinking and household - 243363.75 cub.m	
Irrigation - 13672180 m3		Irrigation - 2734436 cub.m	
Land watering - 50682.84 cub.m		Land watering - 10136.568 cub.m	
Industry - 9550 cub.m		Industry - 9163 cub.m	
Hydro-energy production - 402591507.52 cub.m		Hydro-energy production - 488682820 cub.m	
Fisheries - 17259846.6 cub.m		Fisheries - 16898666.9 cub.m	
Water transfer - 0 cub.m		Water transfer - 0 cub.m	
Total water abstraction - 453767509.46 cub.m		Total water discharge - 508578586.218 cub.m	
Reservoirs - 0 cub.m			
Actual flow - 422524845 cub.m			
Ecological Flow - 75402678 cub.m			
		WATER SURPLUS = 401933243.39 cub.m	

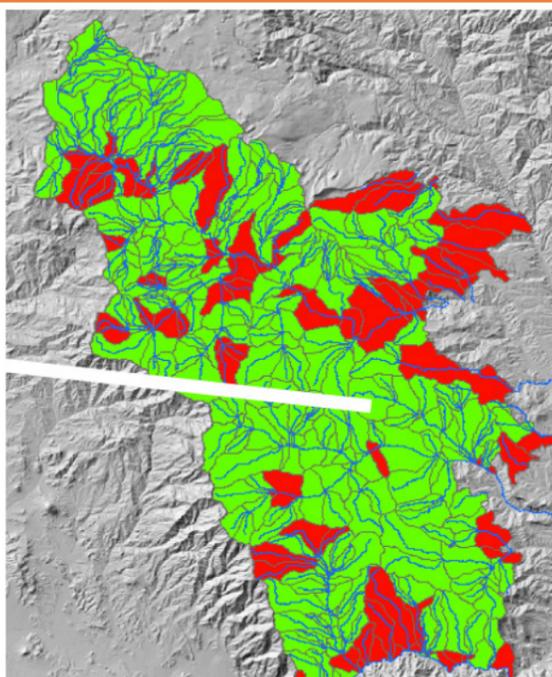


Рисунок 5.4

за определённый год или вегетационный период. Помимо мониторинга текущего состояния экосистем ИСВ позволяет составлять долгосрочные прогнозы естественного речного стока на длительный срок при помощи климатических уравнений.

База данных ИСВ является геопроостранственной базой данных и включает в себя 124 векторных слоя и два растровых изображения. В ней содержатся данные о водных объектах и остальных элементах оросительной сети. В число первых входят 4,624

сегмента рек длиной более 5 км, 65 озёр площадью более 0,5 кв. км, 101 из 322 головных ирригационных каналов и 16 водохранилищ. В числе вторых – 4,560 водозаборных площадок, 1,160 гидротехнических сооружений, 194 гидрологических постов, 116 гидрологических постов ирригационных систем, 48 постов мониторинга качества воды и 32 метеорологические станции. Для всех вышеперечисленных объектов установлена единая система кодирования. Это хранилище данных выступает в качестве источника для пяти табличных тематических веб-приложений, предоставляющих актуальную статистику по количеству воды, использованию поливной воды, данным о гидротехнических сооружениях, национальному водопользованию и ассоциациям водопользователей.³⁹

Помимо веб-приложений, ИСВ предоставляет картографические услуги, а именно обслуживает геоинформационный портал по воде Кыргызской Республики и содержит векторные данные, лежащие в основе этого портала, на платформе для обмена географическими данными GeoNode. Геопортал также предоставляет возможность просматривать детальные веб-карты бассейновых управлений для семи областей, а также 13 тематических веб-карт для всей территории страны. В основе карт лежат 59 различных векторных слоёв высокой степени проработки, относящихся в т.ч. к гидрологии, окружающей среде, стихийным бедствиям, государственной инфраструктуре.

Основным потребителем выходных данных ИСВ является Департамент водного хозяйства и мелиорации (ДВХиМ) Министерства сельского хозяйства Кыргызстана, все 52 подразделения которого были подключены и имеют постоянный доступ к системе через VPN и Интернет.

Центр исследования горных сообществ

Значительные возможности отслеживания гидрологической ситуации через данные ДЗЗ также имеются у Центра исследований горных сообществ Университета Центральной Азии. Центр обладает значительной экспертизой в различных сферах, краеугольным камнем которых является тематика проблем сельских сообществ центральноазиатского региона. В Кыргызстана у организации есть опыт работы как с государством, так и с местным населением, преимущественно в рамках проведённых в стране полевых исследований.

Справка 5.4

5.2.4. Портал SIBELIUS и Киргизский “куб данных”

SIBELIUS – это геоинформационный портал, созданный британской неправительственной организацией eOshpere при сотрудничестве с Центрально-Азиатским институтом исследования Земли (ЦАИИЗ) и финансируемый Космическим агентством Великобритании.⁴⁰ Портал представляет собой совокупность базы данных (т.н. “куба данных”) и инструмента для создания веб-карт. Серверное оборудование куба данных установлено в ЦАИИЗ, а идеология его функционирования созвучна принципу открытого распространения данных. Аналогичные решения внедрены в Австралии, Монголии,⁴¹ Колумбии и Швейцарии.⁴² Ресурс содержит информацию о нескольких связанных с окружающей средой тематиках, одной из которых является засуха. В частности, пользователь ресурса имеет возможность генерировать карты спутниковых индексов NDVI, NDDI, NDWI, VCI и VHI по данным пяти спутников – Sentinel-2A, Sentinel-2B, Landsat 8, Terra и Aqua. Интерфейс даёт возможность зарегистрированным пользователям выбрать дату наблюдений и скачать сгенерированную карту, либо получить дополнительную информацию в виде кривой зелёного покрова для выбранного района, единицы административного деления второго уровня. Регистрация открыта для всех пользователей интернета и осуществляется автоматически через учётную запись Google.

Карта спутникового индекса VHI портала SIBELIUS, созданная по данным MODIS

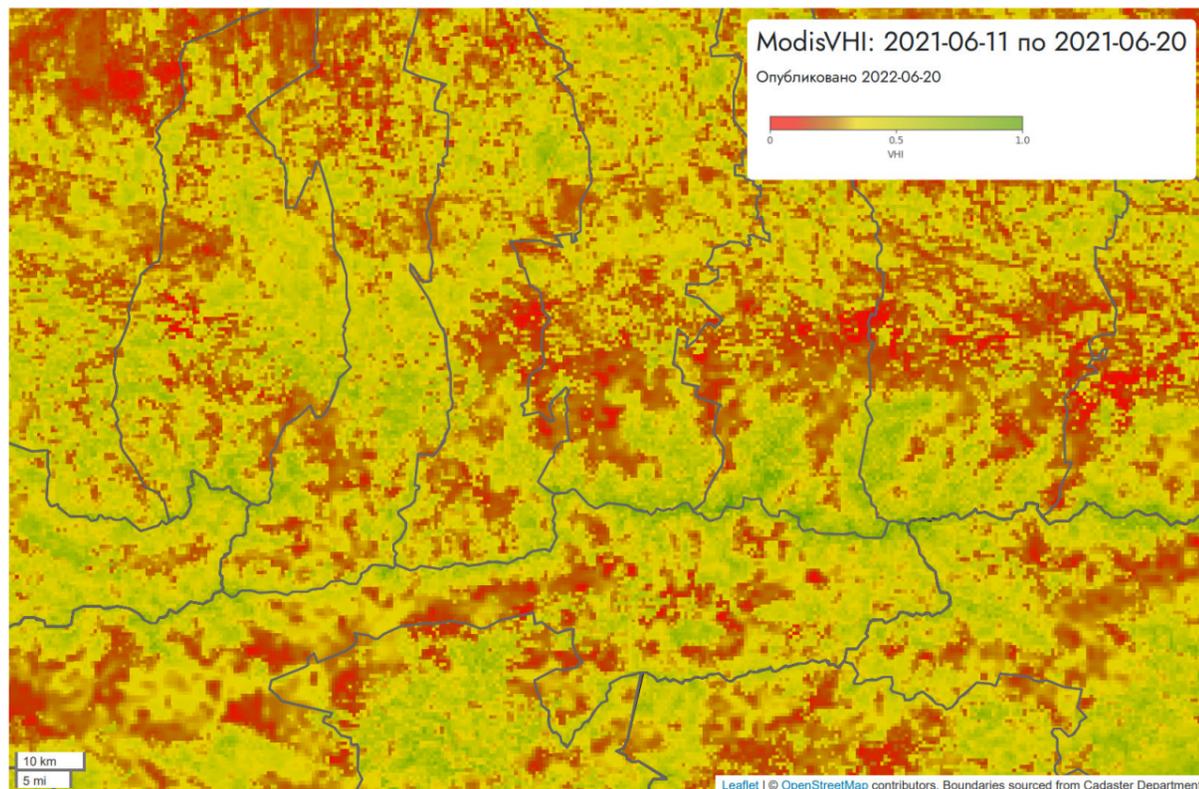


Рисунок 5.5

Пример изображения спутникового индекса VHI, сгенерированного для богатых сельскохозяйственными наделами центральных и северных районов Чуйской области, представлен на Рисунке 5.4.

Карты-визуализации SIBELIUS и стоящий за ними Киргизский “куб данных” позволяют проводить сравнительный анализ состояния растительности и являются шагом в правильном направлении. Однако этот продукт нельзя признать полноценной системой мониторинга засух из-за отсутствия работ по верификации и адаптации индексов, отсутствия методологического аппарата по идентификации засухи и т.д. Актуальная версия портала не предназначена для оперативного отслеживания ситуации, так как данные предоставляются с задержкой на четыре месяца, а спутниковые индексы VCI и VHI доступны только в низком разрешении.

5.2.5. Портал единой системы комплексного мониторинга и прогнозирования ЧС

Министерство Чрезвычайных Ситуаций КР плотно взаимодействует с населением в случае быстроразвивающихся ЧС, а именно пожаров, селей, лавин, паводков. В целях оповещения населения и получения от него обратной связи был развернут значительный комплекс современных средств. Его основными компонентами являются Единая система комплексного мониторинга и прогнозирования (ЕСКМП)⁴³ и Автоматизированная информационно-управляющая система (АИУС).

Веб-интерфейс Общественного портала ЕСКМП

Рисунок 5.6

ЕСКМП выполнена в виде картографического веб-сервиса с служебными и общественным компонентом. Пользовательский интерфейс последнего представлен на Рисунке 5.5. Сервис построен на обширной базе данных МЧС и технологии с открытым кодом GeoNode на базе GeoServer. База данных портала постоянно пополняется измерениями гидрометеорологической сети Кыргызгидромета и актуальной геопространственной информацией, предоставляемой другими органами. На основании этих данных оператор системы осуществляет оперативный мониторинг ситуации по разным тематикам – сели, оползни, камнепады, лавины, подтопления и землетрясения. В разделе “Прогнозные материалы” представлены карты риска начала тех или иных стихийных бедствий, рассчитываемые преимущественно с опорой на геоморфологические данные. Раздел “Стихийные бедствия” включает предписания о правильном поведении в случае тех или иных ЧС.

Проблема оповещения

Обязательным компонентом любой реально функционирующей системы мониторинга ЧС должен быть модуль оповещения её конечных бенефициаров, а именно – широких слоёв населения. Опыт других стран Азиатско-Тихоокеанского региона показывает, что зачастую этот компонент развит слабо или вовсе отсутствует. Метеорологи, климатологи и ГИС-аналитики обрабатывают данные, создают карты уязвимости, риска и воздействия засухи, прогнозируют погоду, урожайность и уровень воды в водоёмах, но эта информация так и остаётся достоянием узкого круга лиц, либо распространяется в малопонятной обычной гражданину форме и по неизвестным ему каналам. Следовательно, все достижения учёных и инженеров с точки зрения реального воздействия на цикл производства сельхозпродукции сводятся к нулю. Более того, отсутствие обратной связи от выгодоприобретателей тормозит даже техническое развитие такой системы. Таким образом, подход, при котором система много лет разрабатывается в полном отрыве от пользователей в расчёте на то, что после её запуска она будет полностью удовлетворять их запросам, в корне неверен.

Для эффективной работы такой системы нужно изначально понимать, по каким каналам и в какой форме будет распространяться её выходная информация.

Справка 5.5

Система АИУС, получая выходные данные ЕСКМП, доносит информацию о происшествиях непосредственно до граждан Кыргызстана. Это достигается всеми доступными методами – по телевизору, радио, посредством установленных в людных местах громкоговорителей, через SMS-сообщения и push-уведомления мобильного приложения “112 Кыргызстан”. Последнее, как и номер горячей линии “112”, позволяет получать и обратную связь от населения. Гражданин может сообщить о ЧС, приложив фотографию или аудиосообщение, как показано на Рисунке 5.6. Отчёт о происшествии будет помечен данными о месторасположении человека и отправлен с его учётной записи, привязанной к номеру телефона.

Интерфейс мобильного приложения “112 Кыргызстан”

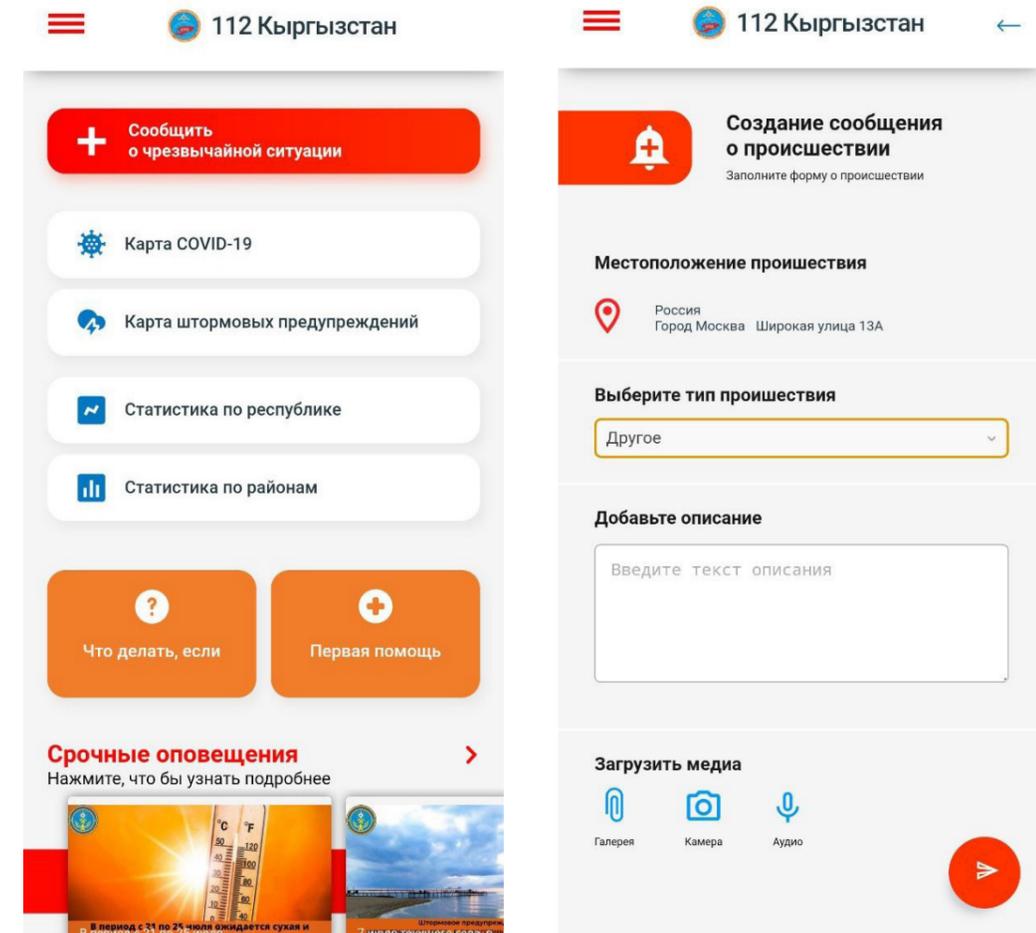


Рисунок 5.7

5.3. Опыт, инструменты и системы государств региона

5.3.1. Подход Российской Федерации к мониторингу атмосферной и почвенной засухи

Россия обладает обширной наблюдательной сетью, включающей около 14,000 пунктов наблюдения, находящихся в ведении Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России (далее – Росгидромет). Агromетеорологическая сеть состоит из 1073 пунктов наблюдения, в.т.ч. метеорологических, агromетеорологических, гидрометеорологических, гидрологических, аэрометеорологических станций и постов.⁴⁴ Мониторинг засухи в Российской Федерации производится Центром мониторинга засухи Межгосударственного совета по гидрометеорологии СНГ, основанного в 2002 г. на базе Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной метеорологии (далее – ВНИИСХМ). Оперативный мониторинг осуществляется на основе данных наземной инфраструктуры.

Принципиальная основа мониторинга засух в России была заложена ещё в советские времена и предшествует всеобъемлющим рекомендациям ВМО. В России используется собственная классификация засух, подразделяющая засуху на атмосферную и почвенную. Качественная оценка засухи для заданной территории, проводимая ВНИИСХМ, основана на комплексном использовании восьми агromетеорологических показателей, изначально разработанных для климатических оценок, но показавших свою эффективность в метеорологии. Данный подход базируется на постулате о том, что ни один из показателей и критериев засушливых явлений в отдельности достаточно не описывает засушливые явления, а лучшие результаты получаются при их комплексном применении. В Таблице 5.1 представлены восемь параметров российской системы и исходные данные, используемые для их расчёта.

Мониторинг засушливых явлений производится ежедневно на основании данных наземной метеорологической сети об осадках и температуре, поступающих в аналитический центр ВНИИСХМ. Каждые десять дней происходит обновление показателей, основанных на поступающей с метеостанций информации о количестве почвенной влаги на глубине 30, 50 и 100 см. Заключение о степени засушливых явлений составляется сначала по каждому показателю в отдельности, основываясь на трёхступенчатой шкале интенсивности засухи, разработанной эмпирически на основании исторических погодных условий на территории России (представлена в Таблице 5.2).

Расчёт параметров российской системы мониторинга засух с использованием данных наземной сети метеорологических наблюдений

Название	Исходные данные	Формула для расчёта/ обозначение
Гидротермический индекс Селянинова (ГТК)	суточная сумма осадков за декаду со средними суточными температурами выше 10°C ($P_{>10^{\circ}\text{C}}$), мм сумма средних суточных температур воздуха за декаду со средними суточными температурами выше 10°C ($t_{>10^{\circ}\text{C}}$)	$\text{ГТК} = \frac{\sum P_{>10^{\circ}\text{C}}}{0,1 \sum t_{>10^{\circ}\text{C}}}$
Коэффициент атмосферного увлажнения Шашко	сумма осадков (P) за декаду сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха ($E - e$) за декаду	$M_d = \frac{\sum P}{\sum (E - e)}$
Показатель влажности почвы	влажность за предыдущую и текущую декаду (W_{i-1}, W_i) сумма осадков за текущую декаду (P) дефицит влажности воздуха ($E - e$) за декаду	$V = \frac{W_{i-1} - W_i + P}{0,375 \sum (E - e)}$
Число дней с максимальной температурой выше 30°C	температура воздуха	$n_{T>30^{\circ}\text{C}}^{\text{дн}}$
Число дней с относительной влажностью воздуха ниже 30%	относительная влажность воздуха	$n_{\varphi<30\%}^{\text{дн}}$
Запасы продуктивной почвенной влаги в слое 20 см	образцы почвы	$W_{20}, \%$
Запасы продуктивной почвенной влаги в слое 50 см		$W_{50}, \%$
Запасы продуктивной почвенной влаги в слое 100 см		$W_{100}, \%$

Таблица 5.1

Каждую декаду для каждого из восьми показателей рассчитывается метрика a_{ij} по следующей системе:

$$a_{ji} = \begin{cases} 1 - \frac{|x_{ji} - \varphi_j^{xx}|}{\varphi_{a_j}^{xx} - \varphi_{a_j}^x}, & \text{если } x_{ji} > \varphi_j^{xx} \\ 1, & \text{если } \varphi_j^x \leq x_{ji} \leq \varphi_j^{xx} \\ 1 - \frac{|x_{ji} - \varphi_j^x|}{\varphi_{a_j}^{xx} - \varphi_{a_j}^x}, & \text{если } x_{ji} < \varphi_j^x \end{cases} \quad (1)$$

В системе (1) индексу j соответствует порядковый номер рассчитываемого параметра, а индексу i – порядковый номер декады. Например, при $j = 2, i = 3$ производится вычисление Коэффициента атмосферного увлажнения Шашко для третьей декады периода. x_{ji} – фактическое численное значение рассчитываемого параметра. Границы φ_j^x и φ_j^{xx} – это минимум и максимум граничных значений показателя внутри категории интенсивности засухи (отсутствие, наличие, сильная засуха).

Пара значений $\varphi_{a_j}^{xx}$ и $\varphi_{a_j}^x$ – абсолютный диапазон значений данного показателя. Таким образом, если коэффициент Шашко для вышеупомянутого периода равен $M_d = 0,25$, то соответствующая оценка для трёх классов засухи вычисляется как показано в Таблице 5.3.

Категоризация интенсивности засух на территории России на основании каждого параметра по отдельности

Параметр	Категории засухи		
	Нет засухи	Засуха	Сильная засуха
ГТК	0,71 – 5,00	0,40 – 0,70	0,00 – 0,39
M_d	0,36 – 3,00	0,20 – 0,35	0,00 – 0,19
V	65 – 100	51 – 65	0 – 50
$n_{T>30}^{дн}$	0	2 – 5	6 – 11
$n_{\varphi<30\%}^{дн}$	0	2 – 5	6 – 11
W_{20}	20 – 70	11 – 19	0 – 10
W_{50}	41 – 100	26 – 40	0 – 25
W_{100}	71 – 280	41 – 70	0 – 40

Таблица 5.2

Пример вычисления метрики a_{ij} для Коэффициента атмосферного увлажнения Шашко $M_d = 0,25$ для третьей декады периода вегетации

Значение метрики a_{ij}	Обоснование	Категория засухи
$a_{23} = 1 - \frac{ 0,25 - 0,36 }{3,00 - 0} \approx 0,96$	$0,25 < 0,36$	нет засухи
$a_{23} = 1$	$0,20 < 0,25 < 0,35$	засуха
$a_{23} = 1 - \frac{ 0,25 - 0,19 }{3,00 - 0} \approx 0,31$	$0,25 > 0,19$	сильная засуха

Таблица 5.3

После вычисления метрик для всех восьми параметров производится обобщение оценок для данной декады, также называемое их “комплексированием”. Комплексная оценка выражается в виде среднего значения мер близости в разрезе категории интенсивности засухи и рассчитывается по следующей формуле:

$$\bar{P}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \delta_j a_{ij} \quad (2)$$

В выражении (2) делитель n – это число показателей (в данном случае $n = 8$, δ_j – информационные веса каждого показателя, a_{ij} – рассчитанная выше оценка для каждого показателя. Информационные веса каждого показателя δ_j имеют значения до 1 и в идеале варьируются для различных периодов и географических регионов, исходя из того, насколько каждый показатель соответствовал реальным данным. Впоследствии на основании работы системы мониторинга засухи в ежедекадно виде карт выпускается информационный бюллетень, пример которого показан на Рисунке 5.7. Данные карты позволяют делать выводы о текущем состоянии атмосферы и почвы, на основании которых федеральные и региональные власти имеют возможность принимать информированные решения по оповещению населения и организаций сельскохозяйственного сектора.⁴⁵

Декадный информационный бюллетень для Центрального Федерального округа Российской Федерации

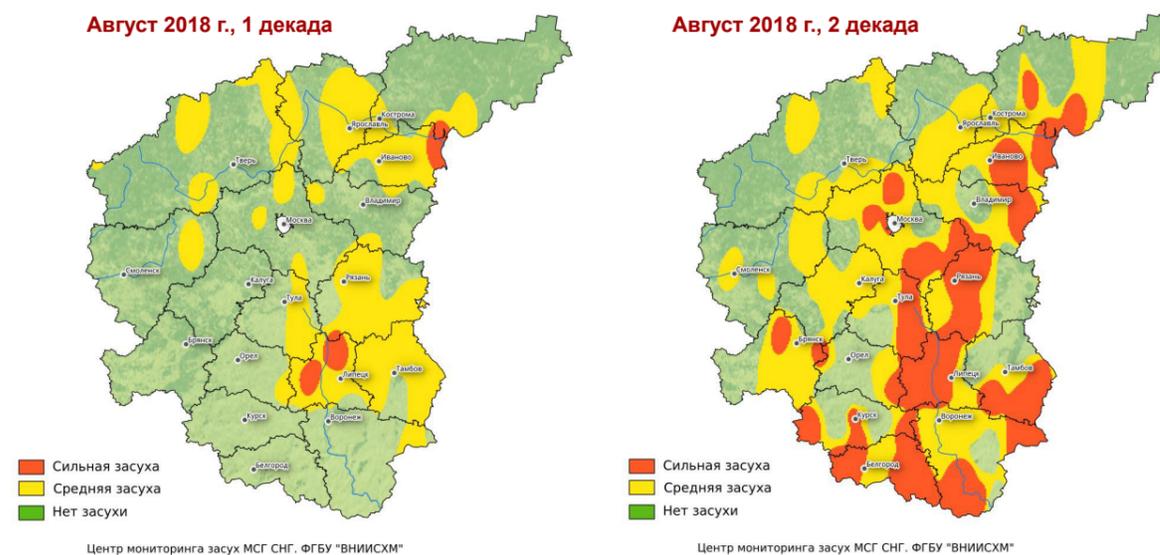


Рисунок 5.8

5.3.2. Модель учёта и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур НИЦ “Планета”

НИЦ “Планета” проводит мониторинг и прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур, используя модель и программный комплекс “System of Databases and Imitating Modeling” (SDIM). Мониторинг проводится на двух уровнях – региональном и локальном. Для региональных наблюдений используются данные приборов MODIS (Terra) и VIIRS (SNPP, NOAA-20), а на локальном уровне – C-SAR Sentinel-1, MSI (Sentinel-2) и OLI (Landsat-8). Особенность подхода заключается в совместном использовании данных спектрометров и радаров с синтетической апертурой. На основании полученных многоспектральных и радарных данных производится расчёт вегетационных индексов NDVI, RVI и их последующее комплексирование в виде индекса NRVI. Последний рассчитывается по формуле, полученной экспериментально, после анализа многолетних наблюдений. Формулы расчёта индексов представлены ниже.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \text{ где:} \quad (3)$$

NIR - коэффициент отражения в ближней ИК-области спектра

RED - коэффициент отражения в красной области спектра

$$RVI_{VV} = \frac{4\sigma_{VH}}{\sigma_{VV} + \sigma_{VH}}, \text{ где:} \quad (4)$$

σ_{VV}, σ_{VH} -калиброванные радиолокационные сигналы поляризации с вертикальным излучением

$$NRVI = 0,8 * RVI - 0,04 \quad (5)$$

Фактическая (слева) и прогнозируемая (справа) урожайность яровой пшеницы в Новосибирской области Российской Федерации в 2020 г.

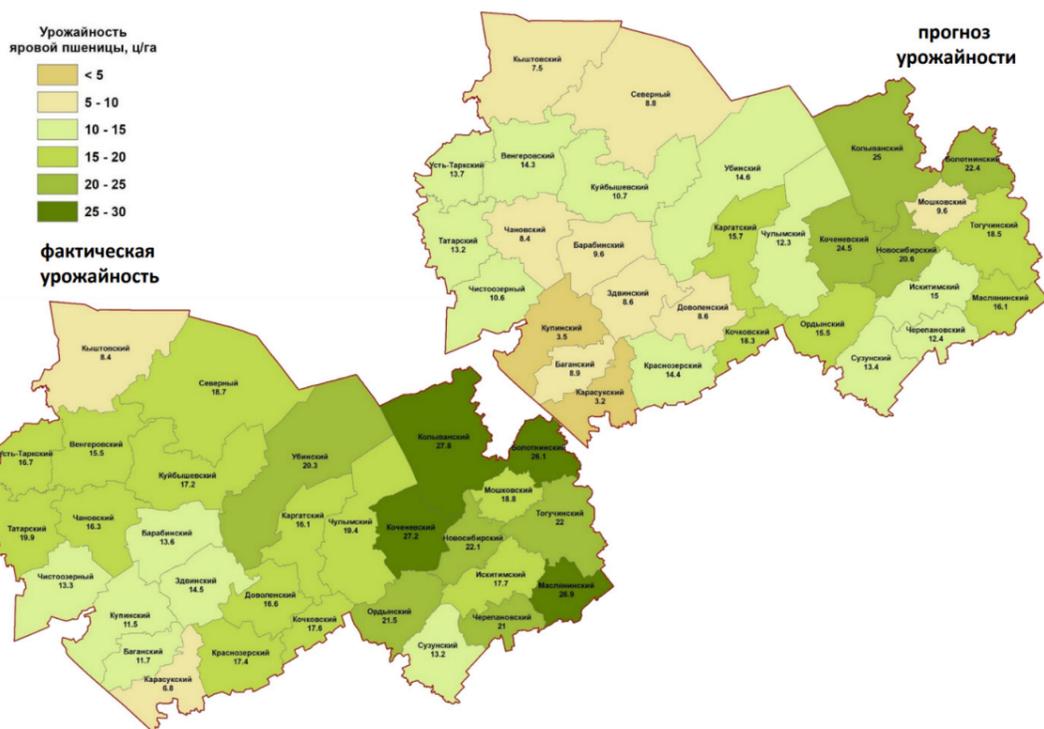


Рисунок 5.9

Наблюдения на региональном уровне позволяют сделать общие выводы о состоянии растительности на территории. На локальном уровне используются данные среднего разрешения (10-30 м на пиксель), что позволяет проводить оценку отдельных полей. Именно на этом уровне производится прогноз урожайности с учётом растущей на конкретном поле сельскохозяйственной культуры.

Помимо спутниковых данных, в качестве основных параметров расчёта система SDIM использует метеорологические параметры - ежедневные и ежемесячные показатели максимальной и минимальной температуры воздуха, количества осадков, относительной влажности воздуха, средней скорости ветра, суммарной солнечной радиации. В качестве дополнительных параметров в систему могут загружаться даты проведения посевных работ, архивные данные об урожайности и климатические параметры. Прогноз урожайности для конкретной области, района, предприятия или поля может быть впоследствии сопоставлен с фактическим значением собранного урожая. Оценка оправдываемости каждого прогноза производится по формуле:

$$\gamma = 100\% - \left| \frac{u_{п} - u_{ф}}{u_{ф}} \right| 100\% , \text{ где:} \quad (6)$$

$u_{ф}$ - фактическая величина урожайности

$u_{п}$ - прогнозируемая величина урожайности

Пример подобного прогноза на региональном уровне представлен на Рисунке 5.9. Две карты районов Новосибирской области Российской Федерации демонстрируют прогноз и фактическую урожайность яровой пшеницы в 2020 г. Как видно из схемы, система показала хороший результат.⁴⁶

5.3.3. Мониторинг растительности посредством системы CropWatch

Система CropWatch, разработанная Институтом аэрокосмической информации Китайской академии наук (AIR CAS), является облачной системой хранения, обработки и анализа сельскохозяйственной информации в пространственном разрезе. Эта глобальная система выделяет шесть крупнейших земледельческих зон в мире с дальнейшим подразделением на ключевые страны их регионы. Каждому уровню географической иерархии соответствуют свои входные и выходные данные, представленные в Таблице 5.4.

Описание глобальной системы CropWatch через её входные и выходные данные

Уровень	Входные данные	Выходные данные
Глобальный	Осадки Температура воздуха Фотосинтетически активная радиация Потенциальный объём биомассы	Основные земледельческие зоны Климатические индексы
6 главных зон земледелия	VNI Необработанная пашня Плотность посевов Максимальный VCI	Профили полей Интенсивность фермерской деятельности График биомассы
Ключевые страны	NDVI Площадь пашни Расписание снятия показаний	Интенсивность использования пашни Состояние посевов Урожай и производительность
Регионы стран	Доля обрабатываемой пашни Иерархия посевов Информация о вредителях и заболеваниях	Интенсивность использования пашни Состояние посевов Урожай и производительность Фитосанитарное состояние посевов (КНР)

Таблица 5.4

Платформа предоставляет пользователю множество способов взаимодействия с ней – от просмотра регулярно публикуемых готовых бюллетеней CropWatch до загрузки своих собственных данных и возможности взаимодействия с экспертным сообществом. Возможности по совместной работе и загрузке собственных данных высокого разрешения всё ещё на стадии становления. Институт использования аэрокосмической информации, стоящий за разработкой системой, постоянно совершенствует портал, пополняя его функционал с опорой на собственную научную работу. Дополнительным преимуществом страны-пользователя системы, сотрудничающей с AIRCAS, является готовность организации предоставлять безвозмездную поддержку, организуя обучение и полевые миссии.⁴⁷

5.4. Глобальные и региональные системы с покрытием территории Кыргызстана

5.4.1. Глобальная система информирования и раннего предупреждения ФАО (GIEWS)

Задачей Глобальной системы информирования и раннего предупреждения ФАО (GIEWS) является многостороннее отслеживание продовольственной ситуации во всех странах мира. Данные, в том числе аналитические отчёты, предоставляются открыто и предназначены для широкого спектра пользователей: от государственных служащих и экономистов до фермеров. В пакет услуг, предоставляемых командой GIEWS, входит и мониторинг засух как явлений, напрямую влияющих на продовольственную безопасность. В рамках программы осуществляются наблюдения за Землёй для контроля качества посевов посредством отслеживания метеорологической и гидрологической ситуации. На глобальном уровне на основании спутниковых данных AVHRR-METOP каждые 10 дней вычисляются аномалия NDVI, вегетационные индексы VCI и VHI, а также разработанный ФАО Сельскохозяйственный стресс-индекс ASI. Последний показатель основан на анализе индекса VHI и является индикатором быстрого просмотра для раннего выявления пахотных земель, характеризующихся высокой вероятностью недостатка влаги. Особенность ASI заключается в том, что индекс учитывает продолжительность засушливого явления. Пространственное разрешение спутникового радиометра AVHRR составляет 1 км на пиксель, что существенно выше, чем во многих прочих глобальных системах. Доступ к порталу открыт и осуществляется через Интернет.⁴⁸ Рисунок 5.10 демонстрирует пользовательский интерфейс сервиса.

Для стран с неоднородным рельефом и сложной географией, как Кыргызстан, модель GIEWS может быть недостаточна для принятия решений на национальном уровне, а служить, скорее, индикатором для выявления долгосрочных тенденций. В этой связи команда ФАО разрабатывает дополнительные программные продукты для предоставления на национальном уровне, а именно – NIEWS.⁴⁹ Её геопространственным аспектом станет система сельскохозяйственного стресс-индекса, позволяющая оценить состояние посевов с учётом дополнительных наборов данных. Такими данными могут стать карты земельного покрова, календари посева и сбора урожая, коэффициенты

Пользовательский интерфейс сервиса GIEWS

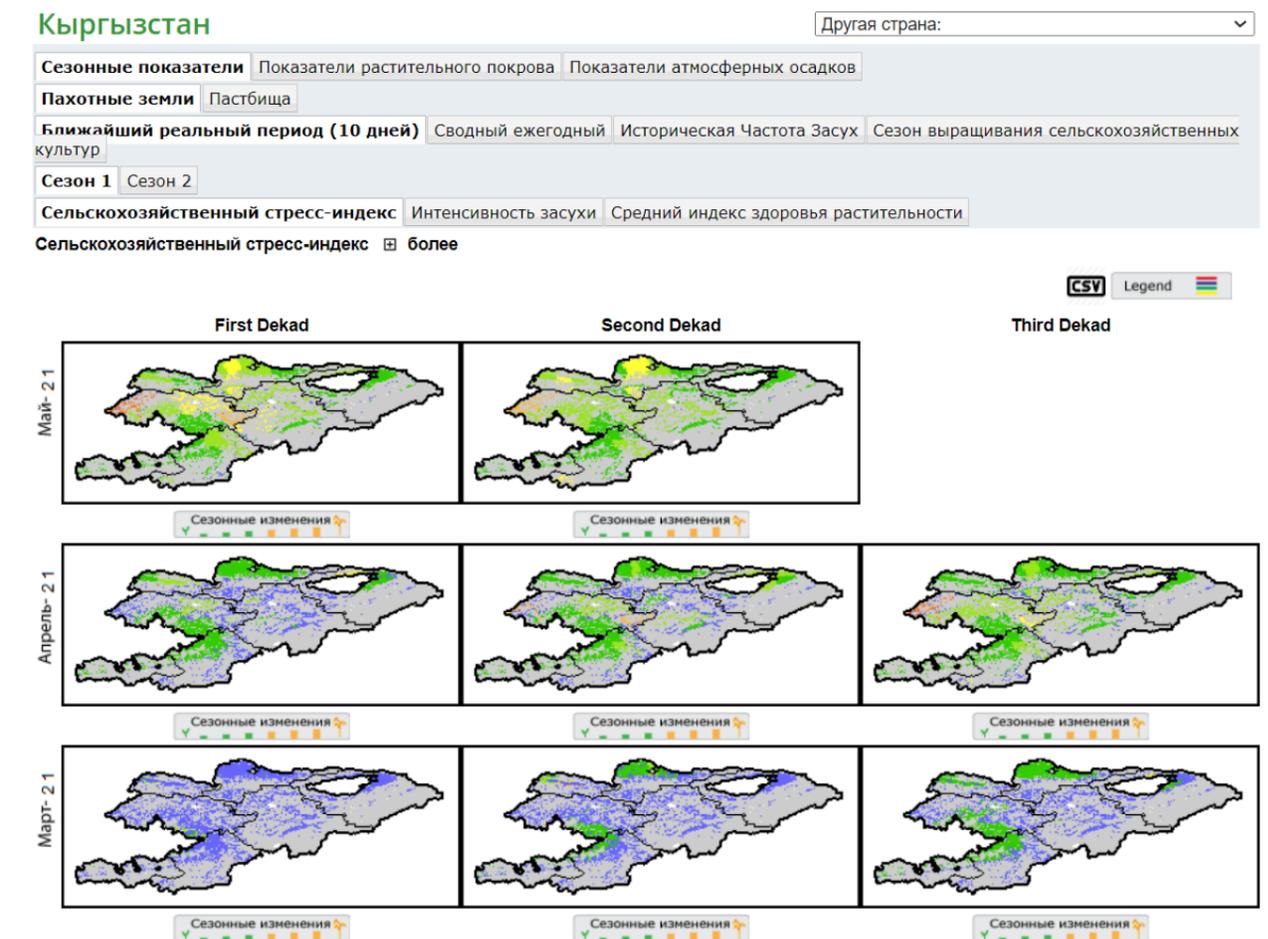


Рисунок 5.10

культур, данные с агрометеорологических станций и постов. Наиважнейшей задачей для адаптации системы является уточнение данных о земельном покрове и переход с глобальной базы GLC-SHARE на тематические растры, предоставляемые различными государственными агентствами.

С недавнего времени для ГИС-специалистов, желающих использовать растры индекса ASI в своей работе, появилась возможность загружать данные с портала ФАО "Hand in Hand" посредством протокола WMS, а также загружать растры индексов, которые, однако, не являются геопривязанными.⁵⁰

5.4.2. Портал о засухе и наводнениях

Программа Организации Объединённых Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и DHI Group разработали портал мониторинга и раннего предупреждения для засух, входящий в систему Drought Toolbox КБОООН. Портал выполнен в виде облачного сервиса, доступ к которому после регистрации доступен любому желающему.⁵¹

Портал позволяет быстро проанализировать значения нескольких метеорологических и спутниковых индексов с привязкой к карте в очень низком разрешении. В Таблице 5.5 приведена информация о доступных индексах (SPI, NDVI, VCI, SWI) и показателе уровня воды в крупных озёрах (JASON), а Рисунок 5.11 демонстрирует пользовательский интерфейс сервиса.

Спутниковые данные, доступные на Портале о засухе и наводнениях

Название	Пространственное разрешение, км	Временное разрешение, дней	Период действия	Измерительный прибор и/или миссия	Космическое агентство
Кол-во осадков	12,5	1	с 2000 г.	GPM	NASA, JAXA
Кол-во осадков, отклонение		30			
SPI 1, 3, 6 мес.		1			
NDVI	5,6	16	с 2000 г.	MODIS-Terra	NASA
NDVI, отклонение					
VCI					
SWI	12,5	10	с 2007 г.	ASCAT-METOP	EKA
JASON	водные объекты > 100 кв. км	10	с 1992 г.	TOPEX/Poseidon/ Jason	NASA, CNES

Таблица 5.5

Интерфейс портала интуитивно понятен. Он предоставляет возможность быстрой временной “прокрутки”, регулирования прозрачности слоёв и скачивания данных, что выгодно выделяет этот сервис. Помимо “сырых” данных, на портале можно генерировать шаблонные отчёты о засухе для выбранной области. В отчёте делается резюме об осадках и предоставляются карты-схемы SPI, SWI и NDVI. Позже эти данные комплексированы и на их основании делается вывод о наличии и степени серьёзности засухи с фиксацией на карте. При этом используется американская национальная шкала U.S. Drought Monitor Classification Scheme.

Портал о засухе и наводнениях отличается удобным графическим интерфейсом и продуманной системой взаимодействия с пользователем. Однако, с точки зрения содержащейся в нём информации, он недостаточен для принятия решений на национальном уровне в Кыргызстане. Пространственное разрешение наборов данных недостаточно, и сами наборы не верифицированы для конкретных территорий.

Пользовательский интерфейс Портала о засухе и наводнениях

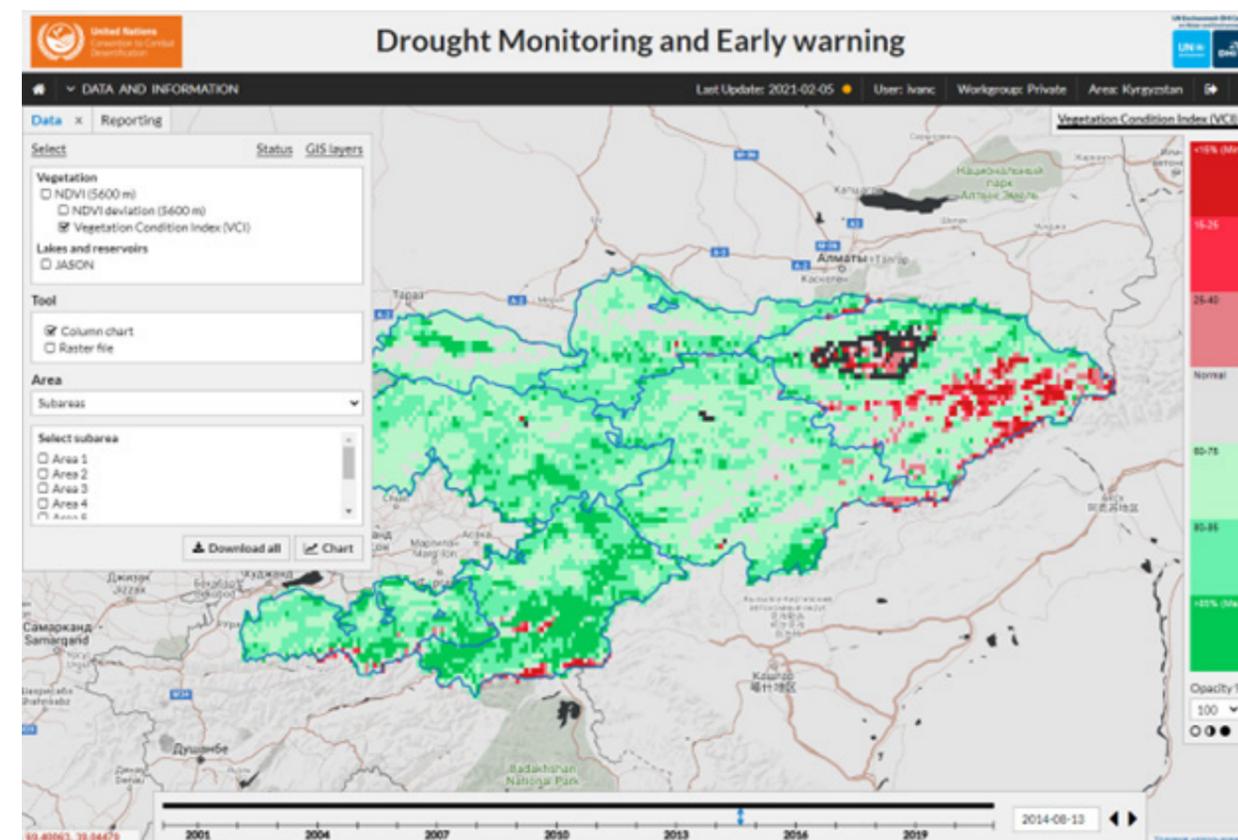


Рисунок 5.11

5.5. Прочие источники данных

5.5.1. Геоинформационные порталы

Геоинформационные порталы позволяют пользователю выбирать, просматривать и загружать векторные и растровые данные посредством веб-интерфейса. Специфика их развития такова, что предоставление конкретных наборов данных всё больше замещается созданием географических сервисов, ориентированных на конечного потребителя, не имеющего специальной подготовки.

API, WMS, WFS

Программный интерфейс приложения (API) – это набор механизмов, посредством которых одна программа может взаимодействовать с другой. Многие геопорталы имеют собственный API и позволяют разработчикам других ГИС-проектов подключаться и загружать растровые и векторные данные в виде файлов или посредством стандартов OGC.

Наиболее часто применяемыми стандартами являются Web Mapping Service (WMS) и Web Feature Service (WFS). WMS представляют собой готовые карты-подложки. Они могут быть оформлены в любом виде и представлять любые тематики. Чаще всего такие карты используются для дополнения проекта общей информацией о расположении населённых пунктов, инфраструктуры, гор и водоёмов. Используя WMS, аналитик-пользователь системы сможет понимать, где конкретно расположена рассматриваемая им часть тематического слоя, что упростит формирование выходной информации для конечного потребителя.

Стандарт WFS тоже может быть полезен в задачах мониторинга засух. Через него происходит загрузка векторных картографических слоёв в ГИС-приложение. Это позволяет проводить самостоятельный пространственный анализ, что невозможно с WMS. Особенную ценность это может представлять в том случае, если за разработку загружаемого слоя отвечает не оператор системы, а другое ведомство. Примерами таких слоёв могут служить тематические карты почв, поверхностных и подземных вод, полей и пастбищных угодий, размещаемые на Портале геоинформационных и климатических данных КР.

Справка 5.6

Примерами таких сервисов являются приведённые в данной главе сервисы с веб-интерфейсом. В то же время традиционные геопорталы остаются надёжным источником геопространственных данных, на основании которых можно выстраивать собственные

системы мониторинга и прогнозирования метеоусловий, состояния растительности, уровня водоёмов и других показателей, относящихся к засухе. В контексте реального технического процесса рекомендуется автоматизировать процедуры загрузки и обработки данных. Для этого можно использовать специальные решения, такие как программный интерфейс приложения (API) и стандарты Open Geospatial Consortium (OGC).

В Таблице 5.6 выделены несколько популярных интернет-порталов для загрузки растровых и векторных данных, применимых при анализе засух.

Популярные геопорталы и источники данных, применимые к анализу засух

Название и ссылка	Организация	Типы файлов	Источники растровых данных
ArcGIS Open Data ↗	ESRI	векторные, растровые	тематические растры: окружающая среда, география; ЦМР
Портал GEOSS ↗	GEO, EKA	векторные, растровые	Коллекция международных и национальных тематических растров; данные с Земли
EarthExplorer ↗	USGS	растровые	AVHRR; IKONOS-2; OrbView-3; EO-1; HCMM; ISERV, ECOSTRESS (МКС); Landsat 1-5,7,8; ASTER; MODIS; VIIRS; Sentinel-2; Resourcesat-1,2; архив SPOT за 1986-1998 гг.; несколько ЦМР; множество тематических наборов данных о земном покрове и вегетации;
Copernicus Open Access Hub ↗	EKA	растровые	Sentinel-1, 2, 3, 5P;
EO Browser ↗	EKA	растровые	Sentinel-1, 2, 3, 5P; Landsat 1-9; MERIS; MODIS; Proba-V; GIBS; Planet NICFI; ЦМР
Центр спутниковых данных FENGYN ↗	Национальный спутниковый метеорологический центр КНР	растровые	Базовые данные и тематические продукты спутников серий FY-1 (D), FY-2 (C, D, E, F, G, H), FY-3 (A, B, C, D, E), FY-4 (A, B), TANSAT; NOAA (15, 16, 17, 18); MTSAT; инструмент MODIS
Геопортал Роскосмоса ↗	Роскосмос	растровые	Канопус-В №1, 3, 4, 5, 6, ИК; Ресурс-ДК № 1; Ресурс-П №1, 2, 3;
Humanitarian Data Exchange ↗	УКГВ ООН	векторные, растровые, табличные	тематические продукты: демография, экономика, здравоохранение, гуманитарная ситуация, инфраструктура
UNEP GRID ↗	ЮНЕП	векторные, растровые	Тематические растры: демография, городская застройка, леса, поверхностные воды, земельный покров; ЦМР
Hand in Hand ↗	ФАО	векторные, растровые	Тематические растры: продовольственная безопасность, сельское хозяйство, земельные и водные ресурсы, социально-экономические и демографические показатели.
ESA Worldcover ↗	EKA	растровые	растр земельного покрова, обновляемый ежемесячно

Таблица 5.6

5.5.2. Приложения для проведения полевых исследований

Сбор данных путём проведения полевых исследований может служить как для выяснения пригодности индексов и индикаторов засухи для конкретной области, так и для сбора общей информации о состоянии земли, растительности и водоёмов. Благодаря развитию технологий смартфонов, практически каждый может собирать полевые данные, используя встроенные в смартфоны камеры и функцию определения местоположения. Этот факт избавил многие организации от необходимости приобретать дорогостоящие профессиональные ГНСС-устройства. В настоящее время полевые данные можно собирать с помощью форм посредством географически привязанных фотографий, видео- и аудиофайлов, отчётов практически без дополнительных затрат на оборудование.

Интерфейс веб-элемента системы EriCollect5

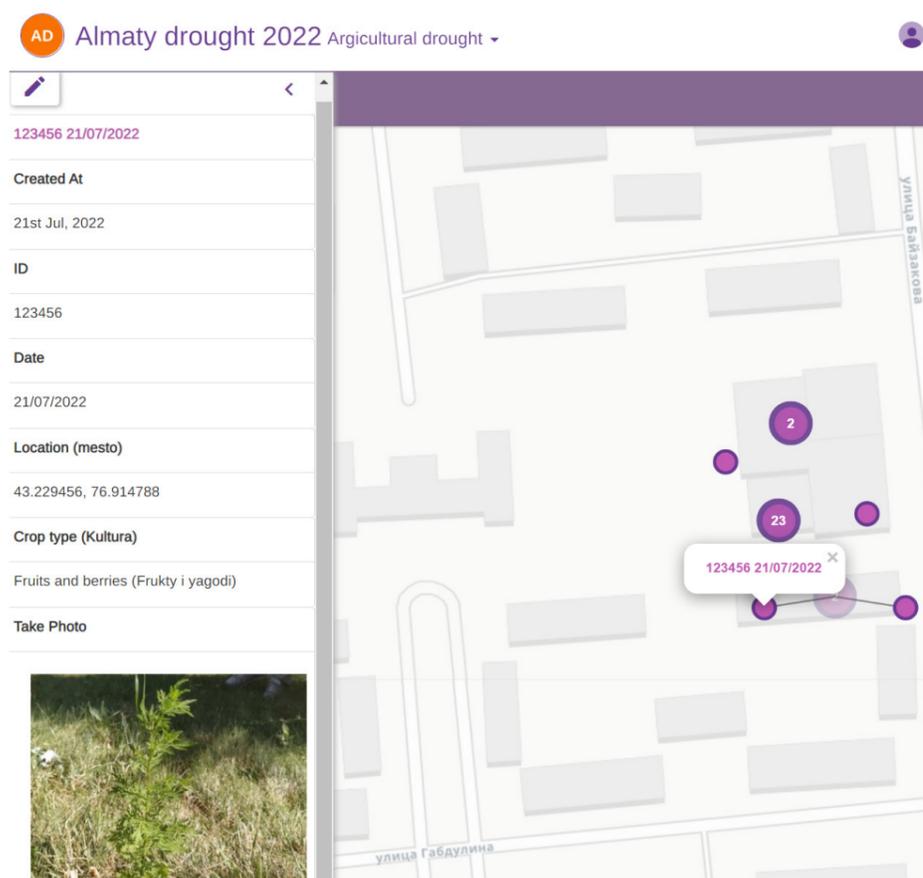


Рисунок 5.12

EriCollect5 и UN-ASIGN – это два примера приложений для смартфона, применяемые для сбора данных на местах. EriCollect5 представляет собой как мобильное приложение для iOS и Android, так и веб-приложение для ПК. С помощью этого сервиса можно создавать структурно сложные и объёмные анкеты и опросы. Все собираемые со многих

Интерфейс мобильного приложения UN-ASIGN

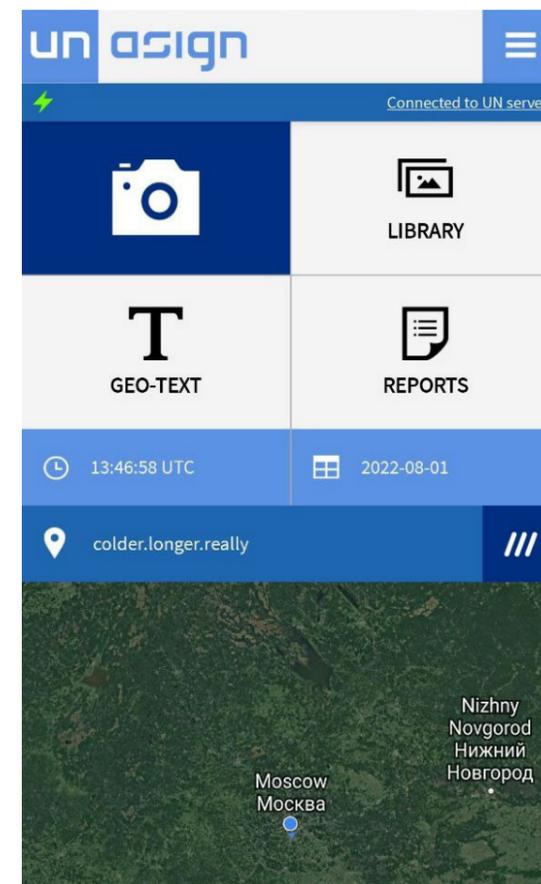


Рисунок 5.13

телефонов данные синхронизируются для дальнейшего просмотра или фильтрации на веб-сайте проекта с использованием внутренней веб-карты сайта или загружаются в формате таблицы. EriCollect5 принадлежит Центру геномного надзора за патогенами.

UN-ASIGN – это бесплатное краудсорсинговое приложение, предоставляемое Спутниковым центром Организации Объединенных Наций UN-OSAT. Данный инструмент для съёмки и обмена фотографиями и видео с геотегами специально разработан для работы в условиях низкой пропускной способности Интернета. Фотографии автоматически наносятся на карту, что способствует повышению общей осведомленности о ситуации. Отдельные участники могут просматривать свои собственные фотографии с помощью встроенной подложки Google Maps, в то время как UNOSAT будет иметь доступ ко всем фотографиям с возможностью делиться ими с соответствующими координационными и тематическими организациями. Фотографии отображаются в режиме реального времени, если у сборщика данных есть подключение к Интернету. В противном случае фотографии хранятся на устройстве до восстановления подключения к сети, после чего загружаются на сервер. Примеры интерфейсов систем представлены на Рисунках 5.12 и 5.13.

6. Пилотный проект по созданию информационной системы о засухе для Центральной Азии: промежуточные результаты

6.1. Образовательные и организационные мероприятия

За время подготовительной работы в 2019-2022 гг. в Кыргызстане были достигнуты многие результаты. Определены цели проекта и составлен план его исполнения. Основная задача – повысить потенциал представителей заинтересованных сторон в области анализа геопространственных данных для мониторинга и раннего предупреждения засух. На предварительном этапе были определены главные национальные партнёры, которыми стали Кыргызгидромет и МЧС КР, а именно Департамент мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

В марте 2019 г. проведена вступительная встреча проектной команды на площадке ЭСКАТО в г. Бангкоке. Участниками встречи стали специалисты из Кыргызстана (МЧС КР, Минсельводхоз КР), Китая (AIR CAS), Кореи (Корейский университет, KRIHS), Российской Федерации (Агрофизический НИИ, МИД РФ), Узбекистана (Академия Наук), Монголии (НЦДЗ ИИМГОС), а также представители международных организаций (ЭСКАТО, АИТ). Представители всех государств заявили о готовности поддержать Кыргызстан в создании национальной системы мониторинга засухи, а сотрудники AIR CAS согласились стать основным техническим партнёром для введения пилотной системы в эксплуатацию.⁵²

Черновик концептуальной схемы системы мониторинга и прогнозирования засух

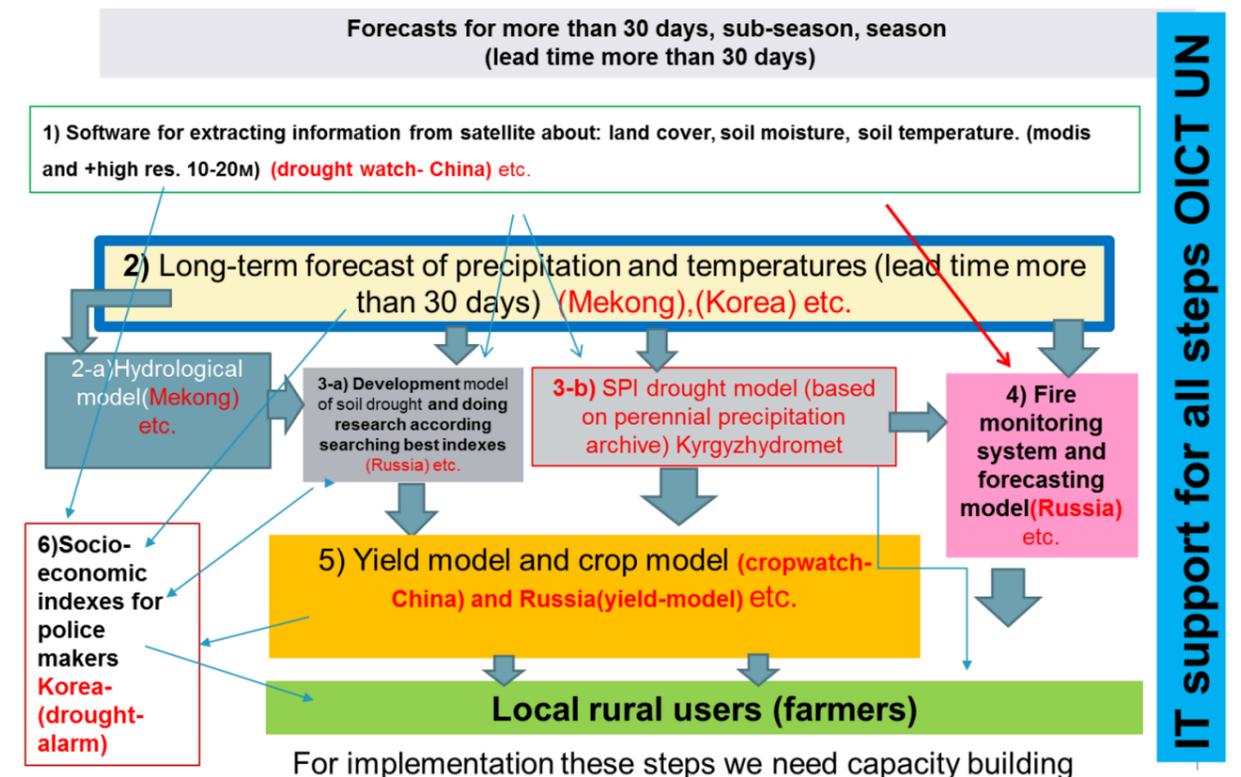


Рисунок 6.1

В июле 2019 г. в Чолпон-Ате состоялось первое заседание экспертной группы по развитию механизмов для принятия решений в сфере мониторинга и раннего предупреждения засухи. На встрече присутствовали представители Кыргызстана (МЧС КР, Минсельводхоз, КР КРСУ, КНУ), Китая (AIR), Российской Федерации (Агрофизический НИИ, НИЦ “Планета”, ВНИИСХМ, Университет Твенте), Узбекистана (Академия Наук, Госкомитет по лесному хозяйству), Кореи (Корейский университет, KRIHS, КРЕА), Сингапура (SFA), Монголии (НЦДЗ ИИМГОС) и сотрудники международных организаций (ЭСКАТО, Секретариат ООН, ADPC, АИТ, CESDRR, ФАО). На встрече была составлена концептуальная схема будущей системы мониторинга и прогнозирования засухи, представленная на Рисунке 6.1 Система представляет собой предположительную совокупность технологических решений, доступ к которым необходим оператору системы для эффективного мониторинга засушливых явлений.⁵³ В ходе данной встречи представители Китайской Народной Республики согласились адаптировать национальную систему спутникового мониторинга засух DroughtWatch для нужд Кыргызстана для последующей передачи

системы в государственное метеорологическое агентство Кыргызгидромет. Адаптируемая модель носит рабочее название DroughtWatch-Kyrgyzstan. Таким образом, Кыргызстан стал пятым государством, в котором ведётся работа по национальной адаптации DroughtWatch (наряду с Монголией, Камбоджей, Мьянмой и Шри Ланкой).

Дальнейшие мероприятия, проведённые в рамках проекта, носили характер узконаправленных технических тренингов, посвящённых той или иной технологии. Первым из таких мероприятий стал проведённый в октябре 2019 г. в Бишкеке практикум, на котором специалисты Азиатского центра обеспечения готовности к стихийным бедствиям продемонстрировали возможности пакета RHEAS. Данный продукт представляет собой программную среду для гидрологического моделирования, включающее в себя функционал определения текущей ситуации и прогнозирования. ПО опирается на пространственную базу спутниковых данных, описывающих разные элементы гидрологического цикла.⁵⁴

В ноябре-декабре того же года в Пекине проведён месячный тренинг по использованию системы DroughtWatch. Тренинг организовывался для двух киргизских специалистов МЧС КР на базе Исследовательского института аэрокосмической информации Академии наук КНР. В частности был произведён сбор и консолидация данных метеорологических станций и спутниковых снимков с последующим вычислением индексов засухи и поиском корреляций между их значениями с данными об осадках, температуре, влажности почвы и урожайности основных культур. Также была произведена загрузка спутниковых данных MODIS (Terra, Aqua) и MSI (Sentinel-2) для вычисления и исследования пригодности пяти спутниковых вегетационных индексов. Анализ проводился как на национальном уровне, так и на уровне большинства областей страны. Подробнее результаты проведённой работы описаны в пункте 5.1.2.

Следующее образовательное мероприятие, организованное ЭСКАТО и Университетом Корё, прошло в Бишкеке в январе 2020 г. На мероприятии были описаны корейские методы прогнозирования засухи и представлены соответствующие разработки. Прочитаны лекции по калибровке значений спутниковых индексов и диагностике на их основании степени опасности засухи.

В марте 2021 г. при поддержке ЭСКАТО состоялся российско-киргизский онлайн-семинар, на котором сотрудникам МЧС КР была продемонстрирована российская методология отслеживания засух ВНИИСХМ, более подробно рассмотренная в пункте 5.3.1. Киргизская сторона также получила представление о возможностях мониторинга пожарной обстановки усилиями НИЦ “Планета”. Пожарная тематика привлекла большой интерес участников семинара по причине оперативного характера генерируемых данных. По результатам дальнейшего взаимодействия профильные агентства Кыргызстана получили пробный доступ к российскому portalу “Метео-Сибирь”, дающему возможность практически в реальном времени отслеживать точки возгорания. Более подробная справка по данному направлению, а также исторический анализ пожарной обстановки, представлены в публикации ЭСКАТО “Спутниковый мониторинг пожарной ситуации в Кыргызстане за период 2001–2021 годов”.

В июле 2022 г. в Алма-Ате усилиями ЭСКАТО был проведён тренинг, на котором вновь обсуждались различные аспекты создания системы информирования о засухе. На мероприятии китайскими экспертами была представлена новая версия системы Drought-Watch. Российский НИЦ “Планета” продемонстрировал свои возможности в области агромониторинга. Спутниковый центр ООН UNOSAT провёл пробную полевую миссию, на которой представители МЧС КР учились применять программное обеспечение для полевых исследований при помощи смартфонов.

6.2. Мониторинг метеорологической засухи посредством DroughtWatch-Kyrgyzstan

Внедрение системы DroughtWatch для поддержки оперативной деятельности Кыргызгидромета находится на начальной стадии. Немаловажно, что передача программного обеспечения от КНР Кыргызстану происходит на бесплатной основе, а все сопутствующие мероприятия спонсируются из бюджетов ЭСКАТО и Исследовательского института аэрокосмической информации КНР в рамках регионального механизма по борьбе с засухой.

В рамках исследования, совместно проведённого ЭСКАТО и AIR CAS, были сделаны выводы о пригодности спутниковых индексов VCI, TCI и VHI к идентификации засух во всех областях страны. Вдобавок к вышеперечисленным показателям индексы NDDI и NDWI показали хороший результат в Нарынской и Иссык-Кульской областях.

Минимальные и рекомендованные требования к аппаратным средствам для установки системы DroughtWatch версии 5.0

Параметр	Минимальные требования	Желаемая конфигурация
Операционная система	Windows 10 или Windows Server 2016 и выше	
Программное обеспечение базы данных	Access или MySQL (включён в DroughtWatch)	
Среда выполнения ПО	ENVI4.7 или выше (включён в DroughtWatch)	
Процессор	4 ядра, тактовая частота от 2.0 ГГц, 64-битный	8 ядер, тактовая частота от 3.0 ГГц, 64-битный
ОЗУ	4 Гбайт, DDR3 1600	Высокоскоростное, 16 Гбайт и выше, DDR4 3200
ПЗУ	1 Тбайт	Высокоскоростное, 10 Тбайт и выше
Видеокарта	1 Гбайт	Высокопроизводительная, 4 Гбайт и выше
Диагональ монитора	19 дюймов	От 24 дюймов

Таблица 6.1

В настоящее время вся работа с системой производится на оборудовании специалистов AIR CAS, т.к. Кыргызгидромет не обладает сервером достаточной мощности для установки и поддержания работы ПО. В связи с этим планируется закупить сервер, отвечающий системным требованиям, перечисленным в Таблице 6.1.

7. Рекомендации по введению в эксплуатацию информационной системы о засухе для Кыргызстана

Эксплуатацию отдельных элементов системы мониторинга засухи для Кыргызстана в пилотном режиме можно считать начавшейся в 2019 г. с появлением версии китайской системы DroughtWatch, покрывающей территорию страны. Однако запуск системы в рабочем режиме можно будет считать успешным только после начала работы различных элементов системы, обеспечивающих регулярное и оперативное отслеживание гидрометеорологической обстановки. Достаточным условием для её запуска будет достижение некоторого уровня интеграции элементов системы в единое целое. Немаловажным также является достижение некоторого уровня избыточности наборов данных и компонентов системы для обеспечения её устойчивого функционирования. Однако избыточность не должна быть чрезмерной. В главах 5 и 6 приведено множество различных решений, использование каждой из которых обогатило бы опыт экспертов Кыргызстана, тем не менее, интеграция всех элементов в единую систему невозможна в силу их разнородности. Система должна иметь единое ядро и пользоваться определённым алгоритмом анализа. Продукцию всех прочих инструментов следует включить в систему для совместного просмотра выходной информации.

В силу обладания МЧС КР бессрочной лицензией для ПО ArcGIS Enterprise рекомендуется воспользоваться возможностями, предоставляемыми ArcGIS Data Store, ArcGIS Server и ArcGIS Portal, выстроив главную ветвь CADIS-Kyrgyzstan на данной платформе. Входные данные предлагается получать из нескольких источников, в т.ч. от AIR CAS. Выходную информацию предлагается анализировать совместно с научными и социально-экономическими данными широкого спектра.

После введения системы в эксплуатацию можно будет говорить о переходе в следующую фазу программы работ, которая будет заключаться в поддержании и доработке проекта. Рабочее название предлагаемой системы – Система информации о засухе для Центральной Азии в Кыргызстане или CADIS-Kyrgyzstan (англ. Central Asian Drought Information System for Kyrgyzstan).

7.1. Технический состав системы

В данном разделе система, включающая в себя минимально необходимые элементы, представлена как “базовый вариант”, а более сложную и универсальную архитектуру описывает “продвинутый вариант”. Второй предложенный вариант может рассматриваться как независимый, так и как логическое продолжение первого. За представлением двух возможных составов системы CADIS-Kyrgyzstan следует детальное описание каждого её элемента. Большая часть элементов входит как в первый, так и во второй вариант. Они носят одинаковые названия и принципиально не отличаются друг от друга. Описания этих компонентов объединены, а их различия выделены в самом тексте.

7.1.1. Структура системы: базовый вариант

Базовый вариант системы представляет собой совокупность необходимых модулей для выполнения двух основных задач – предоставления рекомендаций населению и экспертного анализа для принятия государственных решений. При необходимости приёма оперативных или платных данных отдельные программные продукты могут наполняться из сторонних источников, через партнёрские организации. При данной конфигурации система состоит из узла приёма данных, модуля предварительной обработки, модуля географической обработки, матрицы принятия решений, интерфейса и модуля дополнительной информации.

Предлагаемая структурная схема базового варианта системы CADIS-Kyrgyzstan

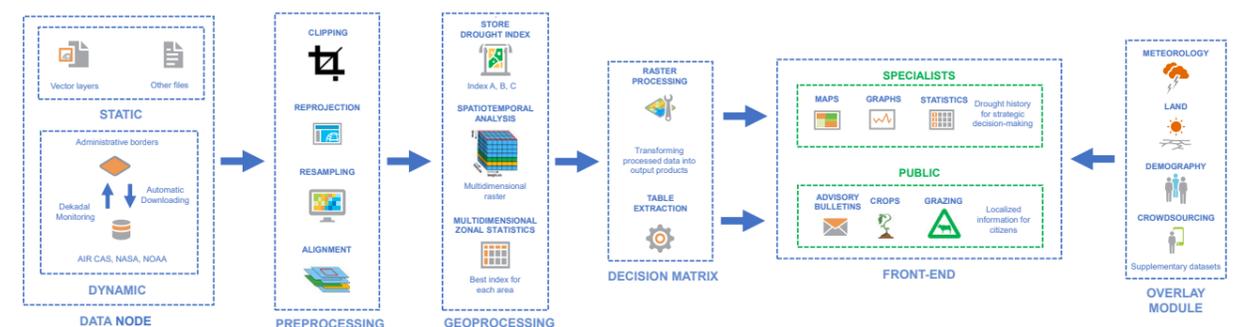


Рисунок 7.1

Основными данными, на основании которых делается вывод о наличии и о степени засухи, являются загружаемые спутниковые индексы засухи и вегетации, представленные в виде данных, готовых для анализа.

7.1.2. Структура системы: продвинутый вариант

Продвинутый вариант системы не только является логическим продолжением первого, но имеет некоторые принципиальные отличия, выводящие её на следующий уровень по универсальности, но и по сложности. Во-первых, в роли основных данных выступают уже не предварительно созданные индексы, а спутниковые снимки, что позволит совершенствовать систему, опираясь на исследования пригодности того или иного индекса. Во-вторых, продвинутый вариант предполагает возможность более серьёзного анализа засух, включая их прогнозирование. В-третьих, целесообразным видится встраивание системы CADIS в существующую развитую систему массового оповещения населения Кыргызстана. Вышеперечисленным функциям соответствуют модули приёма спутниковых данных, углублённого анализа и умного оповещения.

Предлагаемая структурная схема продвинутого варианта системы CADIS-Kyrgyzstan

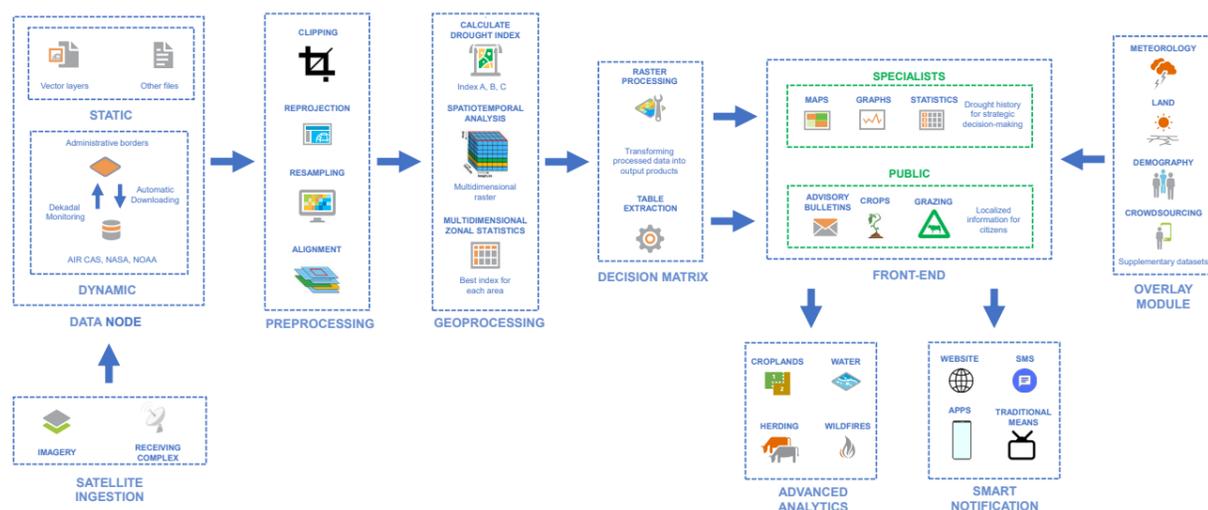


Рисунок 7.2

7.1.3. Узел приёма данных (DATA NODE)

Рекомендуемая структура программного комплекса системы такова, что её различные компоненты могут использовать одни и те же наборы данных, хранящихся в многопользовательской базе данных. Наибольший объём займут многоспектральные спутниковые снимки, загружаемые для всей территории страны с заданной периодичностью. Они будут использованы для пространственно-временного анализа

в модуле “Геоинформационная обработка”. Сведения об административном делении и прочие векторные данные потребуются как для геоинформационной обработки, так и для визуализации. Таким образом, целесообразным видится подход, при котором все данные хранятся централизованно и организованы в рамках концепции многопользовательской географической базы данных или “куба данных”. Такой подход гарантирует минимальные конфликты между данными, а также способствует унификации алгоритмов новых модулей. Узел приёма данных состоит из статического и динамического компонентов.

Статический компонент

Статический компонент отвечает за загрузку данных, не изменяющихся за период активной работы системы. К ним относятся данные, обновляемые раз в год или реже. Например, границы областей и районов обновляются только в случае изменения этих границ, а таблицы продуктивности сельскохозяйственных культур предоставляются Нацстаткомом ежегодно, во второй декаде января.

Динамический компонент

Динамический компонент является основным и осуществляет загрузку данных дистанционного зондирования, обновляемых многократно за период наблюдения. Конец периода наблюдений может соответствовать концу периода активной вегетации, а начало наблюдений следует задавать несколько ранее начала сельскохозяйственного сезона. В промежутке между началом апреля и серединой-концом октября насчитывается примерно 20 декад или 12-13 шестнадцатидневных периодов. Исходя из этого, динамические данные должны загружаться 12-20 раз в году для всей территории страны.

7.1.4. Модуль приёма спутниковых данных (SATELLITE INGESTION)

Продвинутый вариант системы предполагает возможность самостоятельного создания индексов засухи путём обработки многоспектральных спутниковых изображений (необработанных или подвергнутых некоторой предварительной обработке). Самостоятельная загрузка изображений может накладывать на оператора системы обязанности по их предобработке (геометрическая и атмосферная коррекция, наложение маски облачности). При базовом варианте функционирования системы данная задача полностью ложится на поставщиков данных, зато при втором варианте система сможет развиваться за счёт наращивания номенклатуры показателей засухи и возможности выбора их пространственного и временного разрешения. Под временным разрешением здесь понимается период времени, для которого единоразово рассчитывается индекс засухи.

В долгосрочной перспективе целесообразным видится наращивание собственных возможностей по приёму спутниковых данных для полной автономности работы системы и повышения её быстродействия, однако данная задача не является первоочередной.

7.1.5. Первичная обработка (PREPROCESSING)

Первичная обработка динамических данных включает в себя их обрезку по территории страны, перепроектирование в единую систему координат проекции, приведения всех растров к единому пространственному разрешению и обеспечение точного наложения пикселей разных растров. Для векторных данных из всех вышеперечисленных процедур осуществляется приведение к целевой системе координат.

Для лучшей географической привязки предпочтительнее использовать систему координат проекции. Целесообразно использование двух проекций – 3-й зоны национальной проекции Кугг-06 или проекцию UTM 43N.

7.1.6. Геоинформационная обработка (GEOPROCESSING)

Данный модуль является центральным – в нём происходит формирование многомерного растра индексов засухи для всей территории страны.

Сначала происходит выгрузка или вычисление индексов засухи, в зависимости от выбранного варианта конфигурации системы. Для хранения данных целесообразно использование файловой географической базы данных. Наблюдения за разные периоды времени накладываются друг на друга, формируя подобие “куба данных”, высотой которого является время. Высота “куба” увеличивается на каждой итерации наблюдений, то есть раз в неделю, декаду, восьмидневный шестнадцатидневный или одномесячный срок. Результирующий многомерный растр проходит зональную статистическую обработку по выбранным векторным границам – областям, районам, бассейны рек, и т.п.

В первую очередь предлагается использовать индексы и индикаторы засухи, подтвердившие свою эффективность при предварительных исследованиях,

Схема вычисления индексов VCI, TCI и VHI

$$VCI = \frac{NDVI_i - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (7)$$

$$TCI = \frac{T_{max} - T_i}{T_{max} - T_{min}} \quad (8)$$

$$VHI = \alpha * VCI + (1 - \alpha) * TCI \quad (9)$$

Рисунок 7.3

проведённых в рамках проекта ЭСКАТО, а именно VCI, TCI и VHI. Здесь VCI – индекс состояния растительности, TCI – индекс термального состояния, а VHI – индекс здоровья растительности. Последний параметр даёт комплексную оценку состоянию вегетации, опираясь на физическое состояние растительности и температуру поверхности земли. VHI вычисляется как сумма VCI и TCI с весовым коэффициентом α , который выбирается в зависимости от значимости вегетационной или температурной составляющей. В большинстве исследований весовой коэффициент выбирается равным 0,5. VCI вычисляется по историческим значениям нормализованного разностного индекса вегетации NDVI, с опорой на его максимальное и минимальное значение для данной области за период наблюдений. Расчёт TCI исходит из того же принципа, но вместо вегетационного индекса в формуле участвует температура поверхности суши. Схема вычисления данных индексов представлена на Рисунке 7.3.

7.1.7. Элемент преобразования информации (DECISION MATRIX)

Результирующие статистические данные, полученные при геоинформационной обработке, должны быть преобразованы в формат, доступный конечному потребителю. Каждая из двух основных групп пользователей системы будет получать информацию в предпочтительном для неё виде. Фермеры – в виде информационного бюллетеня, а специалисты – в виде карт, таблиц и графиков как всех индексов засухи, так и результирующего комплексного индикатора.

Результирующий комплексный индикатор

Лучшей мировой практикой считается выделение одного результирующего количественного индикатора засухи, градуированного по степени её тяжести. Существуют два варианта вычисления количественного результирующего индикатора – путём арифметического суммирования различных взвешенных или нормированных индексов и посредством присвоения данной территории значения наиболее подходящего для неё индекса. Некоторые системы опираются не на количественный, а на качественный итоговый индикатор, составляемый на основе выполнения условий, как в Таблице 5.2.

7.1.8. Пользовательский интерфейс (FRONT-END)

Общественный раздел

Основой интерфейса сайта должен стать информационный бюллетень, ориентированный на фермеров, конечных потребителей системы. Бюллетень, может включать прогноз погоды на ближайшие дни, формулировку о наличии или отсутствии засухи и советы по ведению сельскохозяйственной деятельности. Информацию следует представлять в пространственном аспекте, то есть создавая отдельные разделы для каждой территориальной единицы. На начальном периоде целесообразно

предоставлять бюллетени на уровне областей. Хорошим примером такого документа является Информационный сельскохозяйственный бюллетень Бангладеш, продемонстрированный в Справке 7.1.

Раздел для специалистов

Ядром раздела экспертного анализа может стать статическая или интерактивная карта с легендой-классификацией засух по разным индикаторам засухи и, в том числе, по результирующему комплексному индикатору. Подложка карты должна выделять средние и крупные населённые пункты, области и районы страны. Желательно наличие возможности смены дат как назад, для просмотра исторической информации, так и вперед, для просмотра прогноза.

Выдержки из Бюллетеня районной сельскохозяйственной консультативной службы Бангладеш

Ключевые погодные условия и прогнозы

По прогнозу метеорологического департамента Бангладеш, в ближайшие сутки погода в округе может остаться сухой. Местами с рассвета возможен легкий туман. Ночные и дневные температуры могут оставаться практически неизменными. Дневная и ночная температура может снизиться в ближайшие 72 часа.

Кукуруза:

- Проведите первый полив через 15-20 дней после посева, второй полив через 30-35 дней, третий полив через 60-70 дней и четвертый полив через 85-89 дней.
- Необходимо следить за тем, чтобы вода не скапливалась на земле во время цветения и созревания зерна.

Картофель:

- Обеспечьте полив по мере необходимости.
- Кроме того, следует смешать инсектицид хлорпирифос 20 ЕС из расчета 5 мл на литр воды и распылить на корни и почву. Через 30-40 дней после посадки картофель необходимо опрыскать.

Овощи:

- Обеспечьте легкий полив.
- Применяйте гексаконазол или менкоцеб в утвержденных дозах при появлении мучнистой росы тыквы.

Домашний скот:

- Крупный рогатый скот следует кормить сырой травой и самодельным зерновым кормом вместе с сеном. В настоящее время правильно храните рисовую солому.
- Сено следует дополнять сырой травой и самодельными гранулами.

Справка 7.1

7.1.9. Модуль дополнительной информации (OVERLAY MODULE)

Прогноз температуры и осадков

Кыргызгидромет прогнозирует температуру и осадки, опираясь на данные гидрометеорологической сети, пользуясь международной моделью COSMO. Кроме этого подхода, существует практика использования спутниковой информации.

В контексте системы CADIS прогнозные данные будут использоваться для создания прогнозов по некоторым выходным параметрам системы, а именно прогнозам засухи и урожайности культур. При составлении такого прогноза следует пользоваться простым подходом замены фактических метеорологических показателей прогнозными.

Социально-экономический анализ

Модуль социально-экономического анализа необходим, чтобы оценивать влияние засухи на население страны, соотнося с полученной оценкой засухи на той или иной территории с социально-экономическими показателями.

На начальном этапе рекомендуется включить в систему растры демографических данных. Самой элементарной операцией будет определение зон с высокой численностью населения, в которых одновременно наблюдается засуха, а также подсчёт числа граждан, проживающих в затронутой местности. Вдобавок следует анализировать возрастной и гендерный состав подверженных засухе районов, отслеживать его динамику. Особенное внимание стоит уделить населённым пунктам со значительной долей детей и подростков, понимая, что для этих ещё не вступивших в экономические отношения людей усугубляющая засуха будет представлять огромную проблему. Также рекомендуется отслеживать процесс урбанизации и безработицы в засушливых районах. Ускоряющийся отток населения из сельской местности будет говорить о большей потребности к миграции, оценивать причины которой можно будет, сопоставляя её всплески со степенью засушливости вокруг населённого пункта.

Метеорологические данные

Метеорологический индекс SPI будет вычисляться для всей территории страны усилиями Кыргызгидромета. Этот процесс следует вписать в общую структуру системы CADIS, сделав данный индекс, показавший очень хорошие результаты при его верификации, дополнительным показателем оценки засухи по наземной информации. Считается, что для прогнозирования засухи наиболее подходит SPI, рассчитанный для одного и трёх месяцев. Трёхмесячный индекс имеет наибольшую корреляцию с изменением состояния растительности, а с помощью месячного можно зарегистрировать резкие изменения, т.н. внезапные засухи (англ. flash droughts).⁵⁵

Данные о почве и земельном покрове

Расчёты на предмет состояния земельных угодий должны опираться на данные о полях. Последние могут быть представлены как в виде регулярно обновляемого растра земельного покрова, так и в векторной форме. Отличный пример первого – данные ESA WorldCover, для второго же понадобится кропотливая работа по векторизации полей и сбору их атрибутов. Подобная работа была проведена институтом Кыргызгипрозем в отношении пастбищ, почв, посевных земель государственного фонда. Доступ к этим файлам лучше всего наладить через Портал геоинформационных и климатических данных КР.

На выходе модуля должны генерироваться карты индексов засухи, составленные в пределах сельскохозяйственных угодий, для передачи в компонент расчёта урожайности и дальнейшей модификации путём комплексирования выходных данных прочих компонентов CADIS-Kyrgyzstan.

7.1.10. Модуль углублённой аналитики (ADVANCED ANALYTICS)

Располагая лицензией ПО ArcGIS Enterprise (и модулями Network Analyst, 3D Analyst, Spatial Analyst, Geostatistical Analyst, Schematics), а также доступом к прочим инструментам, описанным в Главах 5 и 6, МЧС КР в перспективе может развить углублённую аналитику по тематикам, касающимся проблемы засухи напрямую или являющихся смежными ей. В данном пункте описаны некоторые тематики, для внедрения которых в CADIS-Kyrgyzstan понадобятся дополнительные технические работы, что обуславливает их включение в продвинутый вариант конфигурации системы.

Урожайность культур

Расчёт урожайности сельскохозяйственных культур – сложная, но очень востребованная задача. Для расчёта урожайности рекомендуется использовать уже вычисленные на этапе моделирования сельскохозяйственной засухи спутниковые вегетационные индексы, а также метеорологические параметры. Последние собираются на метеостанциях, и к ним могут относиться солнечная радиация, температура и влажность воздуха, суммарное количество осадков и средняя скорость ветра. К вышеперечисленным основным параметрам также следует добавить имеющиеся у Нацстаткома архивные данные о фактической урожайности на уровне айыльных аймаков с датами посевных работ. Далее, на основании принятой методологии следует вычислять прогнозные значения урожайности на региональном и местном уровнях, опираясь на данные низкого и среднего разрешения соответственно. Работающим воплощением подобной методологии является программный комплекс SDIM, разработанный НИЦ “Планета”.

Мониторинг пожаров

Самостоятельный мониторинг пожаров в режиме реального времени требует наличия приёмного комплекса, коим Кыргызстан не обладает. Следовательно, для решения этой задачи на данном этапе целесообразно сотрудничать с государством, располагающим такими возможностями. НИЦ “Планета”, принимающий спутниковые данные для всей территории Центральной Азии, видится оптимальным партнёром.

С точки зрения программного комплекса общей системы, рекомендуется дополнить уже существующий портал “Пожары в Киргизской Республике” функционалом по загрузке слоёв точек возможного возгорания для проведения статистического и исторического анализа, оценки взаимного влияния пожаров и засушливых явлений. Другим вариантом решения этой задачи может стать разработка программного интерфейса (API) между порталом и системой CADIS-Kyrgyzstan.

Гидрологические данные

Служба водных ресурсов, обладающая сильными возможностями по мониторингу водных объектов, может предоставлять эти данные, загружая их непосредственно в хранилище. Карты водного баланса могут сочетаться с информацией о метеорологической и сельскохозяйственной обстановке, для формирования более детальной картины с целью раннего выявления долгосрочной, гидрологической засухи. Кроме того, использование данных Службы добавляет дополнительное измерение – анализ обстановки в границах бассейна, что может быть разумнее в рамках научного исследования, чем опора на административное деление страны.

7.1.11. Система “умного” оповещения (SMART NOTIFICATION)

Система “умного” оповещения должна иметь возможность информировать население страны о надвигающейся или усугубляющейся засухе, предоставляя конкретные рекомендации. Оповещение следует проводить как массово, на национальном масштабе, так и адресно, то есть по территориальному признаку или лично. Для массового оповещения следует использовать веб-сайт и традиционные каналы оповещения о ЧС, а для адресного – SMS-сообщения и мобильное приложение. Некоторые комментарии о механизме оповещения также даны в Справке 4.7.

Веб-сайт системы

Основным методом публикации и распространения информации должен стать интернет-сайт системы CADIS. Министерство чрезвычайных ситуаций располагает сайтом Портала единой системы комплексного мониторинга и прогнозирования ЧС (ЕСКМП, см. пункт 5.2.5). Рекомендуется использовать этот онлайн-ресурс, выделив засуху как отдельный раздел портала.

Оповещение по традиционным каналам

Традиционные каналы оповещения о ЧС включают в себя радио, телевидение, газеты и прочие СМИ. Помимо массового информирования следует наладить адресную работу с населением на уровне районов и айылных аймаков, через государственные и общественные органы.

SMS и мобильные приложения

SMS-оповещение зарекомендовало себя в качестве эффективного средства распространения информации о быстроразвивающихся ЧС. Используя те же каналы, рекомендуется наладить адресное оповещение населения о засухе. В силу формата SMS-сообщений подобная рассылка не может быть подробной, так что в качестве дополнительного источника информации в SMS следует указывать ссылку на веб-сайт системы. Информационные бюллетени также рекомендуется публиковать в приложении “112 Кыргызстан”, описанному в пункте 5.2.5.

В качестве компонента обратной связи системы может выступить собираемая от выгодоприобретателей системы информация – отчёты, фото- и видеоматериалы полевых исследований, собранные при помощи средств, описанных в пункте 5.5.2.

7.2. Рекомендации процессу внедрения системы

7.2.1. Роли задействованных сторон

Оператором создаваемой системы может стать департамент агрометеорологии Кыргызгидромета, а также департамент мониторинга и прогнозирования МЧС КР. Желательно, чтобы доступ к системе также имелся у заинтересованных государственных органов, а создаваемые системой аналитические отчёты, карты и прогнозы интерпретировались таким образом, чтобы информация из них стала доступной широким слоям населения. Многие государственные органы, а также международные и зарубежные организации могли бы внести существенный вклад в разработку системы, по меньшей мере, предоставляя ценные статистические, географические и прочие данные. Конечными выгодоприобретателями системы видятся широкие слои населения, представленные, в основном, фермерами, крестьянскими хозяйствами и водопользователями. Список сторон, представляющихся наиболее подходящими к процессу создания и эксплуатации системы, дан в Таблице 7.1, где в соответствии каждой стороне также поставлены её потенциальные роли.

Кыргызгидромет может стать главным оператором перспективной системы мониторинга и раннего предупреждения засух, так как орган обладает компетенциями, необходимыми для её использования и имеет чёткие цели по её приобретению. Министерство чрезвычайных ситуаций КР видится основным разработчиком и владельцем системы наряду с Кыргызгидрометом. Принцип проектного управления, в соответствии с которым система должна иметь единственного ответственного оператора, не нарушается в силу того факта, что Агентство по гидрометеорологии входит в структуру МЧС КР.

Министерство сельского хозяйства КР представляется как минимум одним из основных потребителей данных будущей системы в силу серьёзных возможностей по оповещению населения страны через территориальные управления. Центральный же аппарат и подведомственные организации могли бы участвовать в формировании информационной системы, в частности, её сельскохозяйственного компонента.

Деятельность Службы водных ресурсов при Министерстве сельского хозяйства КР, не будучи напрямую связанной с мониторингом засушливых явлений, тем не менее, может быть тесно связана с будущей информационной системой о засухе в случае разработки её гидрологического компонента. Служба может стать выгодоприобретателем и внести существенный вклад в развитие системы, как минимум, предоставив разработчикам системы возможность подключения к собственным геопространственным ресурсам, а именно – Геоинформационному portalу о воде КР.⁵⁶

Подразделение данных Национального статистического комитета КР о сборе урожая

Роли перспективных участников процесса по созданию, поддержанию и использованию системы CADIS-Kyrgyzstan

Тип	Название	Веб-сайт	Предоставление данных	Разработка и обслуживание	Использование
Государственные органы	Агентство по гидрометеорологии при Министерстве чрезвычайных ситуаций (Кыргызгидромет)	☞	+	+	+
	Министерство чрезвычайных ситуаций	☞	+	+	+
	Министерство сельского хозяйства	☞	+		+
	Служба водных ресурсов при Министерстве сельского хозяйства	☞	+		+
	Национальный статистический комитет	☞	+		+
	Служба земельных ресурсов при Министерстве сельского хозяйства	☞	+		
	Лесная служба при Министерстве сельского хозяйства	☞	+		+
	Кыргызгипрозем	н/д	+		+
	Институт биологии НАН	☞	+		+
	Институт водных проблем и гидроэнергетики НАН	☞	+		+
Международные и зарубежные организации	Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И.Скрябина	☞		+	
	Бассейновые администрации	н/д			+
	ЭСКАТО ООН	☞	+	+	
	НИЦ "Планета", Российская Федерация	☞	+	+	
	UNITAR/UNOSAT	☞		+	
	Институт аэрокосмических информационных исследований Китайской академии наук (AIR CAS), Китай	☞	+	+	
	Центр исследований горных сообществ (ЦИГС)	☞	+		+
Группы граждан	Центрально-Азиатский Институт прикладных Исследований Земли (ЦАИИЗ)	☞	+		+
	Фермеры				+
	Бассейновые советы				+

Таблица 7.1

по областям и районам (административным единицам первого и второго порядка, соответственно) позволит разработчикам системы информирования о засухе проводить пространственный статистический анализ, сопоставляя данные об урожайности с качественными индексами и индикаторами засухи на низком уровне, до 6 раз для одного периода вегетации. Помимо информации о сельском хозяйстве интерес представляет составляемая Комитетом демографическая статистика. Она также очень детально и включает в себя информацию о численности населения областей, районов, городов, посёлков городского типа, айыльных аймаков и айылов (сёл) Кыргызстана. Наличие актуальной информации о численности и половозрастной структуре населения с географической привязкой позволит делать ценные заключения о затронутым засухой населении страны. В этом свете Нацстатком КР видится одним из основных поставщиков данных для будущей системы.

Центр исследования горных сообществ может стать поставщиком данных высокого разрешения для пилотной области, а также внести свой вклад в разработку гидрологического компонента системы.

Государственный проектный институт "Кыргызгипрозем" может стать как поставщиком информации, так и выгодоприобретателем будущей системы, получив возможность планировать свою работу по оценке состояния почв, исходя из данных о засухе. Он способен поспособствовать разработчикам системы, предоставив детальную информацию о землепользовании. В перспективе Институт сможет использовать систему для вынесения заключений о продуктивности того или иного земельного участка, опираясь на её сельскохозяйственный компонент.

Институт биологии, а также Институт водных проблем и гидроэнергетики Национальной академии наук Кыргызской Республики могут стать источником детальных почвенных и водных карт. Кыргызский национальный аграрный университет имени К. И. Скрябина может стать источником кадров для оперирования системой.

Богатый опыт Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана в координировании программ технической поддержки, в том числе через Региональный механизм противодействия засухе, должен стать подспорьем для достижения целей проекта в полном объёме.

Опыт мониторинга растительного покрова, производимого НИЦ "Планета" для субъектов, административных районов и отдельных хозяйств на территории Российской Федерации, актуален для проекта. Особенную ценность представляет тот факт, что расположенные в Сибирском центре НИЦ "Планета" приёмные станции зачастую работают на приём данных не только для территории России, но и для расположенных южнее стран Центральной Азии, в число которых входит Кыргызстан.

Учебный и научно-исследовательский институт ООН (ЮНИТАР), а также подведомственный ему Спутниковый центр ООН (UNOSAT) могут стать партнёрами ведомства-обладателя системы в проведении дополнительных исследований и образовательных мероприятий. UNOSAT имеет богатый опыт в ка в создании ГИС в национальном и региональном контекстах, так и в разработке соответствующих образовательных программ и материалов, что может стать подспорьем для сотрудничества с Кыргызстаном в сфере развития потенциала.

Институт аэрокосмических информационных исследований Китайской академии наук (AIR CAS) может выступать в качестве одного из основных поставщиков актуальных научных данных для системы CADIS-Kyrgyzstan. Работа по совершенствованию

системы DroughtWatch и её адаптации для территории Кыргызстана также должна продолжаться.

Обладая платформой геопроостранственных данных и 11 собственными автоматическими гидрометеорологическими станциями, Центрально-Азиатский Институт прикладных Исследований Земли может стать поставщиком первичных данных для получения более полной информации о гидрологическом цикле. Проведённые институтом исследования речного стока и подземных вод с соответствующими многолетними базами данных могут стать дополнительным источником информации, внедрёнными в будущую систему.

Конечной целью создания системы мониторинга и раннего предупреждения засух является повышение готовности к засухе не только и не столько государственных органов, сколько широких слоёв населения Кыргызстана, а именно – фермеров, крестьянских хозяйств и ассоциаций водопользователей. Выгодоприобретателями системы должны стать как подобные организации местного масштаба, так и независимые фермеры.

7.2.2. Совершенствование системы

Наличие функционала расчёта индексов засухи означает готовность к их немедленному и повсеместному использованию. Помимо корректного расчёта показателей, необходимо оценивать пригодность каждого из них как на национальном уровне, так и на уровне различных климатических зон. Для этого необходимо сравнивать полученные значения со значениями физических переменных, полученных во время полевых работ или путём статистических изысканий. По результатам проделанной работы необходимо составить оценку пригодности каждого из индексов по климатическим зонам, областям и бассейнам рек.

7.3. Стратегические рекомендации

7.3.1. Правовая база

В программных и юридических документах Кыргызстана засуха упоминается крайне редко, выступая в лучшем случае в качестве темы второго плана. Такое положение дел не соответствует действительному уровню риска, довлеющего над страной как результат постоянных и усугубляющихся засушливых явлений. Борьба с засухой в соответствии со стандартами организации работ в случае стихийных бедствий подразумевает восемь стадий (планирование, предупреждение или смягчение последствий, мониторинг и прогнозирование, активная фаза ЧС, оценка вреда, реагирование, ликвидация

Карта-прогноз засухи для нижнего бассейна реки Меконг

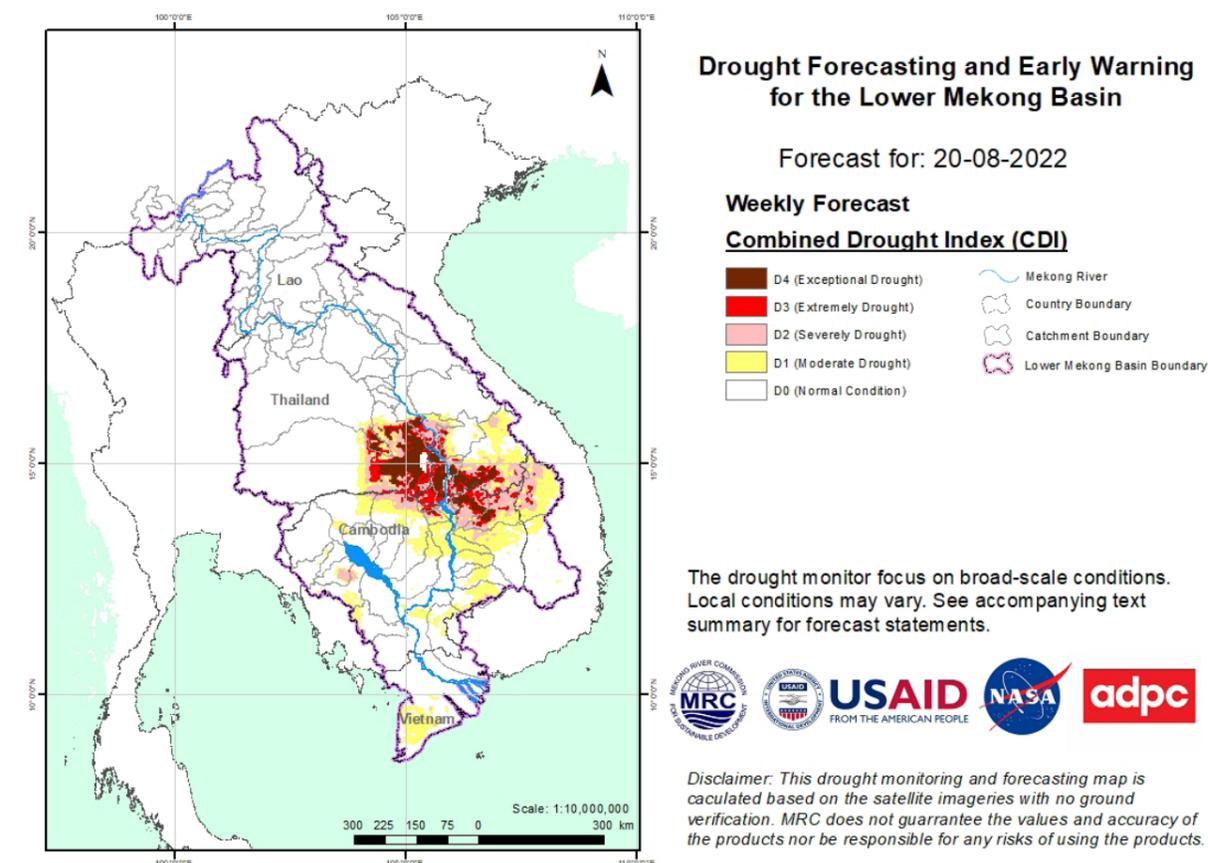


Рисунок 7.4

последствий, модернизация систем). В связи с этим разумным представляется улучшенное структурирование национального законодательства и организационно-технических регламентов с опорой на существующие примеры и выделением засухи в качестве отдельной законотворческой и организационной тематики. Отправной точкой может послужить составление планов по подготовке к засухе по рекомендациям, содержащимся в документе ВМО «Руководящие указания по разработке национальной политики в области борьбы с засухой: Руководство к действию».⁵⁷

Указания ВМО предлагают государственным органам десять конкретных шагов, начиная с создания национальной комиссии по разработке официальных документов с целью противодействия засухе и имеющие целью повышение эффективности борьбы с засухой посредством чёткого планирования и активного вовлечения всех заинтересованных сторон. На настоящий момент лишь 27 государств в мире имеют собственные планы по противодействию засухе, и ни одно из них не расположено в регионе Северной и Центральной Азии, однако опыт этих стран всё же может быть полезен для Кыргызстана.⁵⁸ В качестве первого шага страна также может действовать по упрощённой схеме, ориентируясь на внедрение восьми ступеней, рекомендованных КБООН в предписании «Типовой национальной план борьбы с засухой».⁵⁹

В странах, где подобные совещательные органы были созданы, наблюдается следующая ситуация. Системы выдают мониторинговую и прогнозную информацию по засухе, предупреждая об опасности в конкретных регионах. Эта информация делается публичной, но основными её потребителями всё же остаются власти, в первую очередь, региональные. Информация представляется в виде карт, зачастую с интуитивно понятной легендой, классифицирующей регионы по уровню опасности (Рисунок 7.4).

Процесс объявления о засухе и планирования противодействия ей в Афганистане

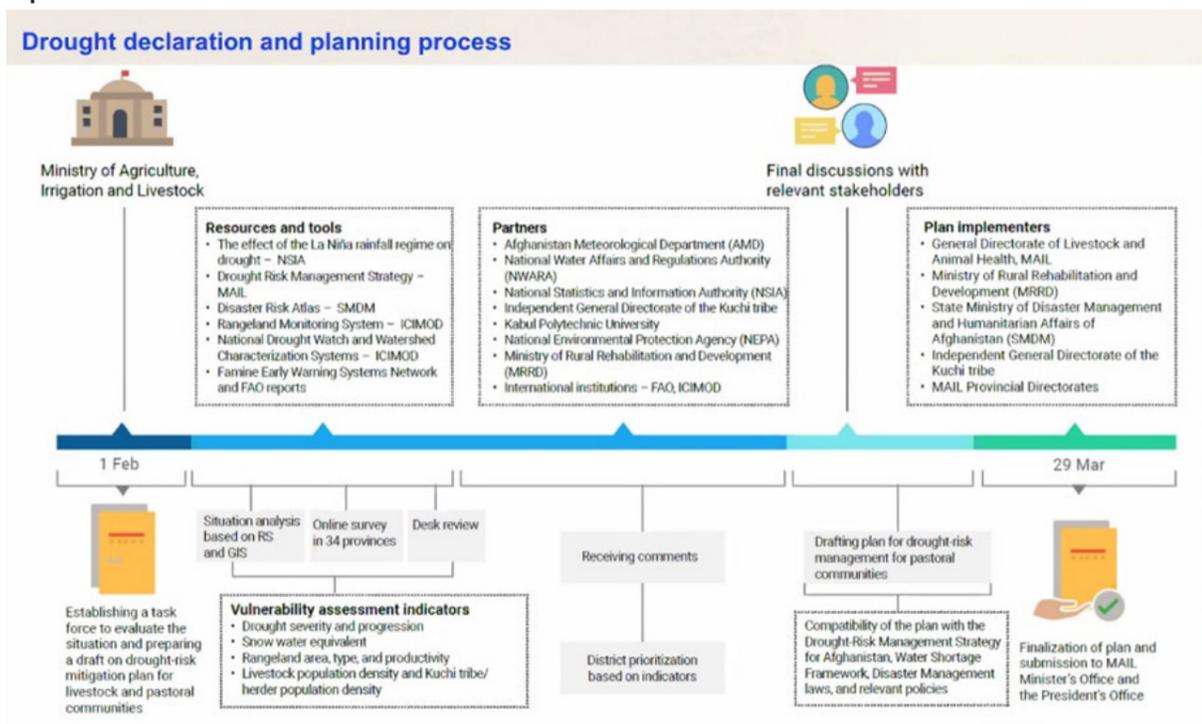


Рисунок 7.5

Однако карт недостаточно для принятия конкретных решений на уровне фермеров и крестьянских хозяйств. Именно на этом этапе вступают в силу заранее проработанные планы по смягчению негативных последствий засухи. Показателен пример Афганистана, где каждый год в течение двух месяцев в соответствии с проработанной методологией, представленной на Рисунке 7.5, осуществляется планирование мероприятий по противодействию засухе для всей страны. В этой стране функционирует Национальный комитет по засухе, состоящий из 19 министерств и ведомств.

7.3.2. Межведомственное взаимодействие

Для эффективного внедрения CADIS-Kyrgyzstan необходимо наладить внутреннее взаимодействие между заинтересованными министерствами и ведомствами в стране. Множество государственных органов Кыргызстана могут стать пользователями и поставщиками данных для будущей системы (см. пункт 7.2.1). В стране активно идёт внедрение НИПД и соответствующего интернет-портала, через который следует в первую очередь осуществлять сбор актуальных данных для будущей системы. Более нетривиальной задачей является эффективное задействование пользователей системы. Для этого её выходные данные, в т.ч. данные раздела для специалистов и модуля углублённой аналитики, должны стать доступны кругу заинтересованных ведомств и стать логической частью происходящих в них процессов.

Зачастую системы, создававшиеся под нужды конкретной организации, остаются невостребованными среди смежных органов, несмотря на соблюдение формального критерия открытого доступа к ним. Это может происходить из-за слишком высокого «порога входа» для пользователя системы. В данной связи учреждению-владельцу системы CADIS-Kyrgyzstan рекомендуется вовлекать сотрудников ведомств-пользователей в образовательный процесс при проведении соответствующих учебных мероприятий.

Немаловажно также усиливать взаимодействие с международными организациями. Целесообразно составить новый национальный план действий по внедрению КБООН в Кыргызстане, использующий лучшие практики применения информационных технологий и предлагающий конкретные шаги для их внедрения в целях борьбы с последствиями засушливых явлений. Помимо создания системы информации о засухе, целесообразно затронуть следующие тематики:

1. Комплексное обучение персонала ведомства-оператора системы и представителей заинтересованных ведомств использованию аппаратных и программных средств, необходимых для разработки и поддержания системы;
2. Интеграция разрабатываемой системы с системами мониторинга земельных и водных ресурсов с целью уточнения и повышения качества предоставляемых данных;
3. Картирование качества и продуктивности земель и почв в целях посева и посадки подходящих сельскохозяйственных культур;
4. Картирование инфраструктуры пищевой промышленности, водного и сельского хозяйства в целях прогнозирования спроса и планирования поставок;
5. Обмен знаниями по использованию космических технологий в интересах поддержки программ по смягчению последствий изменения климата и адаптации к нему сельского, водного и лесного хозяйств;

6. Участие в обсуждении вопросов сезонного прогнозирования и обмен информацией, касающейся общераспространенных сельскохозяйственных культур, в рамках существующих межправительственных форумов, таких как инициатива «Глобальный сельскохозяйственный мониторинг» Группы по наблюдению за Землей (Кыргызстан не представлена в Группе по наблюдению за Землей в отличие от соседних Казахстана и Таджикистана).⁶⁰

Большую важность имеет представленность в международных организациях, занимающихся тематикой ГИС, ДЗЗ и внедрения инновационных технологий в сферу охраны окружающей среды, сельского хозяйства и снижения риска бедствий. Целесообразно рассмотреть сотрудничество или вступление соответствующих государственных структур Кыргызстана в следующие организации:

1. Группа по наблюдению за Землей
2. Климатический центр АПЕК
3. Глобальный фонд по уменьшению опасности бедствий и восстановлению Всемирного банка
4. Международная гидрографическая организация ;
5. Международная картографическая ассоциация;
6. Международное общество фотограмметрии и дистанционного зондирования Международного научного совета;
7. Международная федерация геодезистов;
8. Международный центр по комплексному освоению горных районов.

7.3.3. Нарращивание общей материально-технической базы

В силу нехватки у МЧС КР вычислительных мощностей для развёртывания новой полноформатной системы, первоочередной видится задача приобретения необходимых серверных мощностей. Целесообразным видится совместное использование предлагаемой в данной Главе системы CADIS-Kyrgyzstan и системы DroughtWatch. Следовательно, закупаемое аппаратное обеспечение должно несколько превосходить заявленные в Таблице 6.1 минимальные требования по объёму ПЗУ для обеспечения избыточности.

Предлагаемая система CADIS-Kyrgyzstan функционирует на файловой базе географических данных и, по предварительным оценкам, её растры не должны занимать больших объёмов памяти, особенно в базовом варианте конфигурации. Однако в перспективе ситуация может измениться в силу планов по накоплению номенклатуры индексов засухи и созданию пространственного архива растров. Следовательно, наиболее грамотным решением видится закупка оборудования, соответствующего рекомендуемым требованиям.

Результаты полевых исследований также могут быть улучшены за счёт наращивания технической номенклатуры – БПЛА, приборов для забора почвенных проб, измерения влажности почв и анализа их состава.

Для улучшения качества метеорологических наблюдений с земли рекомендуется нарастить количество метеорологических станций и постов. Осуществлять это можно как традиционными методами, то есть путём приобретения оборудования государством, так и путём популяризации среди населения принципа общественных погодных наблюдений. Рядовой гражданин, интересующийся метеорологией или климатологией, может приобрести персональную станцию для наблюдения за погодой и стать частью научной сети.

8. Список источников

- 1 Водные ресурсы и водохозяйственная инфраструктура Кыргызстана, Служба водных ресурсов при Министерстве сельского хозяйства Кыргызской Республики, https://water.gov.kg/index.php?option=com_content&view=article&id=228&Itemid=1274&lang=ru
- 2 Мониторинг показателей целей устойчивого развития в Кыргызской Республике 2014-2018, ЮНИСЕФ, 2020, <http://www.stat.kg/media/publicationarchive/82d41c02-1436-46f3-8d0b-c80a066412d6.pdf>
- 3 Официальная статистика: Сельское хозяйство, Национальный статистический комитет Кыргызской Республики (при анализе сравнивались усреднённые данные за 1991-1993 и 2018-2020 гг), <http://www.stat.kg/ru/statistics/selskoe-hozyajstvo/>
- 4 На сколько хватит еды в Кыргызстане, если соседи закроют границы, Sputnik Кыргызстан, 2018, <https://sptnkne.ws/yfDn>
- 5 Будем ли голодать без казахстанской пшеницы. Мнения экспертов, Sputnik Кыргызстан, 2020, <https://ru.sputnik.kg/analytics/20200619/1048727072/kyrgyzstan-psheni-ca-obespechennost-veroyatnost.html>
- 6 Всемирный Банк, Портал открытых данных Всемирного Банка, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?locations=KG>
- 7 Механизация ферм и продуктивность сельского хозяйства, 2009, ФАО, Кыргызская Республика, <http://www.fao.org/3/i3340r/i3340r.pdf>
- 8 Период выращивания культур, FAO GIEWS, <https://www.fao.org/giews/earthobservation/country/index.jsp?type=21&code=KGZ>
- 9 Данные Национального статистического комитета КР по сельскохозяйственной продукции, <http://www.stat.kg/ru/statistics/selskoe-hozyajstvo/>
- 10 Всемирный Банк, Портал знаний об изменении климата: Кыргызстан (английский), <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/kyrgyzstan>
- 11 Карты частоты засух в Кыргызстане, ФАО GIEWS, <https://www.fao.org/giews/earthobservation/country/index.jsp?type=21&code=KGZ>
- 12 Реабилитация оросительных каналов на юге Кыргызстана: исследование по оценке воздействия (английский), ЦИГС, <https://ucentralasia.org/publications/2022/march/rehabilitating-the-irrigation-canals-in-southern-kyrgyzstan-an-impact-evaluation-study>
- 13 Сельское хозяйство, пищевая промышленность и экспорт агропродовольственных товаров в Кыргызстане, Могилевский Р.И., https://ecfs.msu.ru/images/documents/stranovie%20issledovaniya/Paper%20on%20KGZ%20vs.%202%20clean_cor.pdf
- 14 Постановление Правительства КР №569 “О Единой системе комплексного мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в Кыргызской Республике”, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/157217?cl=ru-ru>
- 15 Постановление Правительства Кыргызской Республики №58 “О Концепции комплексной защиты населения и территории Кыргызской Республики от чрезвычайных ситуаций на 2018-2030 годы”, 2018, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/11990>
- 16 Постановление Правительства Кыргызской Республики №550, Об утверждении Классификации чрезвычайных ситуаций и критериев их оценки в Кыргызской Республике, 2018, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/12747?cl=ru-ru>
- 17 Справочная публикация о засухе - оценка прогресса Азиатско-Тихоокеанского региона (английский), ЭСКАТО, https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/escap_drought.pdf
- 18 Специальный отчёт о засухе, UNDRR (английский), <https://www.undrr.org/publication/gar-special-report-drought-2021>
- 19 Закон Кыргызской Республики, О продовольственной безопасности Кыргызской Республики, 2008, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/202397>
- 20 Состояние сельского хозяйства Кыргызстана, Портал знаний о водных ресурсах и экологии Центральной Азии CAWATER, http://www.cawater-info.net/review/agri_kyrg.htm
- 21 Водный кодекс Кыргызской Республики, 2005, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/1605>
- 22 Закон Кыргызской Республики “О развитии сельского хозяйства Кыргызской Республики”, 2009, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/202555>
- 23 Национальный план действий по борьбе с опустыниванием в Кыргызской Республике, 2000, <https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/naps/kyrgyzstan-rus2000.pdf>
- 24 Национальный план действий и структура мероприятий для внедрения КБОООН в Кыргызской Республике в 2015-2020 гг. (английский), <https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/naps/Kyrgyzstan-2014.pdf>
- 25 Национальная стратегия развития Кыргызской Республики на 2018-2040 годы, 2018, <https://mfa.gov.kg/ru/osnovnoe-menyu/vneshnyaya-politika/gosudarstvennyye-programmy/nacionalnaya-strategiya-razvitiya-kyrgyzskoy-respubliki-na-2018-2040-gody>
- 26 Закон Кыргызской Республики “О продовольственной безопасности Кыргызской Республики”, 2008, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/202397>
- 27 Национальная концепция цифровой трансформации “Цифровой Кыргызстан”, 2018, <https://digital.gov.kg/>
- 28 Распоряжение Правительства Кыргызской Республики № 20-р, 2019, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/216896>
- 29 Закон Кыргызской Республики “О гидрометеорологической деятельности в Кыргызской Республике”, 2006, <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/1950>
- 30 Программа развития Агентства по гидрометеорологии при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики на 2020-2025 годы, http://upload.meteo.kg/attachment/62_53_fcc6233b6d558e7d4277055cc6d90aa1.pdf
- 31 Веб-страница Департамента ИКТ и снижения риска бедствий ЭСКАТО (английский), <https://www.unescap.org/our-work/ict-disaster-risk-reduction>
- 32 Геопространственные приложения для достижения Целей Устойчивого Развития в Азиатско-Тихоокеанском регионе: риск засух и Региональный механизм по борьбе с засухой (английский), ЭСКАТО, 2019, <https://www.unescap.org/resources/geo-spatial-tools-support-implementation-sustainable-development-goals-asia-and-pacific>
- 33 Справочник по показателям и индексам засушливости, ВМО, 2016, https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3192
- 34 Стандартизированный индекс осадков, обзор (английской), С. Шеваль, https://www.researchgate.net/publication/291747885_The_Standardized_Precipitation_Index_-_an_overview
- 35 Мультишкалярный индекс засухи, восприимчивый к Глобальному потеплению: Стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации (английский), Висенте-Серрано, Беруэрия, Лопес-Морено, Journal of Climate, 2010, <https://journals.ametsoc.org/>

view/journals/clim/23/7/2009jcli2909.1.xml

- 36 Исследование по оценке проблем засухи и моделей мониторинга засух в Центральной Азии, ЦЧССРСБ, 2020, <https://ces-drr.org/uploads/projects/2.10.%20%D0%98%D1%81%D1%81%D0%B%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BC%20%D0%B7%D0%B0%D1%81%D1%83%D1%85%20%D0%B2%20%D0%A6%D0%90.pdf>
- 37 Руководство для пользователей стандартизованного индекса осадков, ВМО, 2016, https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7771
- 38 Материалы исследований экспертов ЭСКАТО
- 39 Информационная система по воде (ИСВ) Службы водных ресурсов Кыргызской Республики https://www.water.gov.kg/index.php?option=com_content&view=article&id=426&Itemid=1524&lang=ru
- 40 Пользовательская карта проекта SIBELIUS, <https://kyrgyzstan.sibelius-datacube.org:8443/map/RU>
- 41 Проект SIBELIUS в Монголии (английский), <https://sibelius-mongolia.org/>
- 42 Инициатива CEOS “Открытый куб данных” (английский), <https://www.open-datacube.org/ceos#:~:text=As%20of%20July%202017%2C%20there,other%20countries%20with%20expressed%20interest.>
- 43 Портал Единой системы комплексного мониторинга и прогнозирования ЧС, <https://ucmfs.mes.kg/>
- 44 Автоматизированная система учёта наблюдательных подразделений Росгидромета, <http://asunp.meteo.ru/portal/asunp/>
- 45 Обсуждение команды экспертов на тему мониторинга сельскохозяйственной засухи в Кыргызстане, материалы встречи, <https://www.unescap.org/events/2021/expert-team-discussion-agricultural-drought-monitoring-kyrgyzstan>
- 46 Использование данных дистанционного зондирования Земли для решения задач агрометеорологии и мониторинга засухи, презентация И. Рублёва, НИЦ “Планета”, https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/1.%20Use%20of%20remote%20sensing%20data%20for%20drought%20monitoring%20and%20agro-meteorology_by%20Mr.%20Igor%20Rublev_SRC%20Planeta%20ROSHYDROMET%20%28RUS%29.pdf
- 47 Разработка устойчивых сельскохозяйственных практик путём внедрения геопространственной информации в процесс сельскохозяйственного мониторинга, презентация М. Жанга, AIR CAS (английский), https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/5.%20Building%20resilient%20agricultural%20practices%20by%20integrating%20geospatial%20information%20for%20agricultural%20monitoring_by%20Mr.%20Miao%20Zhang_AIRCAS_China%20%28ENG%29_0.pdf
- 48 Глобальная система информирования и раннего предупреждения ФАО (GIEWS), <http://www.fao.org/giews/earthobservation/country/index.jsp?code=KGZ&lang=ru>
- 49 Национальная система информирования и раннего предупреждения, пример Тимор-Лесте (английский), https://www.fao.org/giews/countrybrief/country/TLS/pdf_archive/TLS_Archive.pdf
- 50 Геопространственная платформа “Hand-In-Hand”: о платформе, ФАО, <http://www.fao.org/hih-geospatial-platform/ru/about/index>
- 51 Портал о засухе и наводнениях, <https://www.flooddroughtmonitor.com/home?ugredirect=true&ug=unccd>
- 52 Встреча проектной команды по теме эффективного применения космических технологий для мониторинга засух в Центральной Азии (английский), <https://www.unescap.org/events/team-building-meeting-effective-use-space-applications-drought-monitoring-central-asia>

- 53 Первое заседание экспертной группы по разработке инструментов для принятия решений в области географического мониторинга и раннего предупреждения засух в Центральной Азии (английский), <https://www.unescap.org/events/1st-expert-group-meeting-development-decision-making-tools-geo-drought-monitoring-and-early>
- 54 Региональная система оценки экстремальных гидрологических явлений: программная среда для гидрологического моделирования и ассимиляции данных (английский), <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0176506>
- 55 Оценка реакции растительности на засуху на севере Великих равнин с использованием индексов растительности и засухи (английский), <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425703001743>
- 56 Геоинформационный портал о воде КР, <https://gis.water.gov.kg/portal/home/>
- 57 Руководящие указания по разработке национальной политики в области борьбы с засухой: Руководство к действию, ВМО, 2014, https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7927
- 58 Политика и планы в отношении засухи, Комплексная программа борьбы с засухой ВМО, <https://www.droughtmanagement.info/drought-policies-and-plans/>
- 59 Типовой национальный план борьбы с засухой (английский), КБООН, 2014, <https://www.unccd.int/resources/publications/model-national-drought-plan>
- 60 Состояние космической отрасли в странах Центральной Азии государственная политика, достижения, вызовы и перспективы, ЭСКАТО, 2020, <https://www.unescap.org/resources/state-space-industry-central-asia-policy-brief-achievements-challenges-and-perspective>