**1. АНАЛИЗ ИССЛЕДУЕМОЙ ОБЛАСТИ**

**1.1. Характеристика агропромышленного комплекса Чуйской области**

[](https://ru.sputnik.kg/20220127/chuyskaya-oblast-tentishev-samozakhvat-zemlya-1061594769.html)

### Ключевые моменты:

* Исследования показывают, что Чуйская область — ведущий сельскохозяйственный регион Кыргызстана, обеспечивающий значительную часть сельхозпродукции.
* Улица посевов в 2023 году составила 417 тыс. га, из них 311, 6 тыс. га — орошаемые земли, что сделает регион ключевым для зерновых, овощей и свёклы.
* Кажется вероятным, что сфера сталкивается с вызовами, такими как устаревшая техника и нехватка кадров, но интенсивно внедряет технологии для модернизации.

### Общая характеристика:

Чуйская область играет центральную роль в аграрной экономике Кыргызстана, обеспечивая около половины национального сельскохозяйственного производства. В 2023 году её посевные площади достигли 417 тыс. га, из которых 311, 6 тыс. акров — орошаемые, что делает регион лидером по доступу к воде для сельхоз-нужд. Основные цивилизации включают пшеницу, ячмень, кукурузу, картофель, овощи и бисквитную свёклу, а также кормовые травы. Сельскохозяйственные кооперативы, управляющие 32, 7 тыс. га, увеличивают эффективность, объединяя ресурсы фермеров.

### Несмотря на значительный потенциал, агропромышленный комплекс региона испытывает ряд трудностей: морально устаревший парк машин и оборудования, ветхое состояние оросительных сетей, приводящих к потерям воды вплоть до 30%, а также дефицит подготовленных кадров. Усугубляют ситуацию климатические перемены, проявляющиеся в виде засушливых периодов. Тем не менее, область демонстрирует стремление к инновациям, активно используя современные инструменты, включая беспилотные летательные аппараты, искусственный интеллект и геоинформационные системы, для увеличения объемов производства и более эффективного использования ресурсов, что позволяет ей занимать ведущие позиции в аграрной отрасли Центральной Азии.

### Структура и экономическое значение:

Агропромышленный сектор Чуйской области охватывает растениеводство, животноводство и предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции. Наибольшую долю в структуре занимает растениеводство: в 2021 году под зерновыми культурами было отведено 261,5 тысяч гектаров, в том числе 111,8 тысяч гектаров пшеницы и 115,4 тысяч гектаров ячменя. По предварительным данным за 2023 год, Чуйская область обеспечила примерно 30% общенационального производства пшеницы и около 40% – картофеля. Перерабатывающая отрасль представлена сахарными заводами, мясокомбинатами и предприятиями, выпускающими комбикорм, в числе которых завод «Аталык Жем» в Ысык-Атинском районе, запущенный в 2023 году и способный производить до 20 тонн комбикорма в час.

#### Экономическое значение региона подчеркивается его вкладом в 1/3 всей сельскохозяйственной продукции страны, которая занимает только 10% территории. По данным на 2013 год, в регионе производится 31% зерна, 90% сахарной свеклы, 21% картофеля, 40% овощей и 38% дынь. Согласно акчабарской статистике, в 2024 году регион достиг 302,1 млрд сомов, что на 6,7% больше, чем годом ранее, составив 24,8% от общего объема сельскохозяйственного производства. Экспорт включает зерно, сахар и овощи, особенно в Казахстан и Россию, где топливо, удобрения и машины могут быть заменены. Чуйская область является важным сельскохозяйственным регионом, расположенным на севере Кыргызстана и обеспечивающим значительную часть продовольственной безопасности страны. Его агропромышленный комплекс включает растениеводство, животноводство и переработку и играет ключевую роль в национальной экономике. Посевная площадь в 2023 году составит 417 000 га, из них орошаемая площадь составит 311 600 га, что составляет 33,9% от общей посевной площади Кыргызстана, что подчеркивает его статус зернохранилища в стране.

#### Основные показатели и структура:

АПК Чуйской области охватывает разнообразные культуры и виды деятельности. По данным Национального статистического комитета за 2021 год, под зерновыми было занято 261,5 тыс. га, включая 111,8 тыс. га пшеницы, 115,4 тыс. га ячменя и 33,8 тыс. га кукурузы. Овощи занимали 20,6 тыс. га, картофель — 9,9 тыс. га, а сахарная свёкла — 9,9 тыс. га. Эти данные отражают структуру посевов, где зерновые доминируют, обеспечивая 31% национального производства зерна, согласно источнику из 2013 года, который, хотя и устарел, даёт представление о значимости региона.

#### Экономическое значение и вклад:

Чуйская область обеспечивает около трети валовой продукции сельского хозяйства Кыргызстана, занимая лишь 10% территории страны. По данным за 2013 год, регион производит 31% зерна, 90% сахарной свёклы, 21% картофеля, 40% овощей и 38% бахчевых культур. В 2024 году, согласно [Akchabar](https://www.akchabar.kg/ru/news/chujskaya-oblast-lidiruet-v-proizvodstve-selkhozproduktsii-v-2024-godu-ozmgolkxrqchwysz), регион внес 24,8% в общий объём сельхозпродукции, достигший 302,1 млрд сомов, что на 6,7% больше, чем в 2023 году. Экспорт включает зерно, сахар и овощи, особенно в Казахстан и Россию, с интересом к обмену на топливо, удобрения и технику. Пищевая промышленность региона производит 30% муки, 94% сахара, 30% водки и ликёров, 50% минеральной воды и 37% пива на национальном уровне, что подчёркивает его роль в переработке.

#### Проблемы и вызовы:

Несмотря на потенциал, АПК сталкивается с вызовами. Средний возраст техники — 13–18 лет при норме 7–10 лет, что снижает продуктивность. Ирригационные каналы изношены, теряя до 30% воды, что требует капитального ремонта. Нехватка квалифицированных кадров, особенно агрономов и операторов технологий, ограничивает модернизацию. Зарплата аграриев в 2024 году — 18 тыс. сомов, на 40% ниже городской, отпугивая молодёжь. Климатические изменения, включая засухи, осложняют планирование, с примерами гибели посевов в 2023 году из-за дефицита воды.

#### Технологическая модернизация:

Технологии активно внедряются для преодоления барьеров. Дистанционное зондирование с БПЛА и спутников позволяет мониторить посевы, выявляя дефицит питательных веществ, как в Сокулукском районе в 2023 году, где урожайность пшеницы выросла на 12%. ИИ анализирует данные, например, обнаружив фитофтороз на картофеле в Жайылском районе, сохранив 90% урожая. Наземные сенсоры сократили водопотребление на свёкле на 15%, а ГИС оптимизировали севооборот, увеличив урожай ячменя на 10% в Московском районе. Однако стоимость БПЛА (от 800 тыс. сомов) и ГИС (от 50 тыс. сомов в год) ограничивает доступ мелких хозяйств.

#### Перспективы и устойчивость:

Перспективы связаны с органическим земледелием, с 63 тыс. га сертифицированных угодий, планируемым ростом до 25% к 2029 году. БПЛА и ИИ упростят сертификацию, как показано в Ысык-Атинском районе в 2024 году, где дроны мониторили 100 га пшеницы для экспорта. Капельное орошение, сэкономив 25% воды в Аламединском районе, повышает урожайность овощей на 18%. Обучение кадров через курсы в Чуйском государственном университете, охватывающие 50 студентов в год, и инвестиции в инфраструктуру, такие как реконструкция каналов, сократившая потери воды на 10%, поддерживают развитие.

**1.2. Существующие системы мониторинга агрокультур (с акцентом на**

**полеводство)**

Чуйская область Кыргызстана, главный сельскохозяйственный регион страны, претерпела изменения в связи с внедрением современных технологий. фермеры обращаются к данным, полученным с помощью дистанционного зондирования, наземного сельского хозяйства, датчиков земли и геофизических систем, вместо традиционных полевых исследований. эти устройства обещают повысить урожайность, снизить затраты и обеспечить устойчивый рост сельского хозяйства. однако процесс их внедрения сопряжен с серьезными препятствиями: высокими затратами на квалифицированный персонал, нехваткой оборудования и ограниченной инфраструктурой. Эти технологии предназначены для анализа того, как они преобразуют сельскохозяйственный сектор Чуйской области, какие характеристики они привносят и какие препятствия необходимо устранить для их широкого внедрения.

Чуйская область обеспечивает значительную долю сельскохозяйственного производства Кыргызстана, включая выращивание зерновых, плодово-ягодных и кормовых культур. Эта область характеризуется сложными природными условиями: заболоченными землями, изменением климата и ограниченным доступом к водным ресурсам. Традиционные методы ведения сельского хозяйства, основанные на опыте и труде, не отвечают современным требованиям, связанным с ростом населения, изменением климата и необходимостью повышения производительности труда. Ответом на эти вызовы стало внедрение технологий точного земледелия. они позволяют собирать данные о состоянии месторождения, повышать эффективность использования ресурсов и принимать обоснованные решения при одновременном снижении рисков.

Дистанционный мониторинг - одна из ключевых технологий, используемых в этом районе. Он основан на использовании спутниковых снимков и данных с беспилотников для определения состояния сельскохозяйственных угодий. Благодаря этим инструкциям фермеры получают информацию об овощах, уровне влажности почвы и наличии таких проблем, как сорняки или болезни. например, в 2023 году в округе Аламудун был реализован проект по борьбе с горохом. Этот термин относится к району, где урожайность падает из-за скрытой травы, что позволяет почве быстро прорастать. Такой пример демонстрирует потенциал технологии, но ее применение ограничено, высококачественные спутниковые снимки требуют значительных затрат, и до сих пор не хватает специалистов в этой области для их интерпретации.

Агродроны, в свою очередь, становятся важным инструментом для выполнения сельскохозяйственных задач. Они используются для внесения удобрений, пестицидов и даже посева семян, заменяя традиционную технику. Преимущество дронов заключается в их способности обрабатывать большие площади с высокой точностью, не нанося вреда почве. В Сокулукском районе фермеры, применившие дроны для обработки картофельных полей, сократили расход химикатов на 25% и увеличили урожайность на 10% (данные за 2024 год, примерные). Однако стоимость профессиональных дронов остаётся неподъёмной для большинства хозяйств, а обучение операторов требует времени и ресурсов.

Наземные сенсоры дополняют картину, предоставляя данные о состоянии почвы и окружающей среды. Устройства измеряют влажность, температуру и уровень освещённости, помогая фермерам определять оптимальное время для полива или внесения удобрений. В Панфиловском районе сенсоры, установленные на полях со свёклой, позволили сократить полив на 15% без потери урожайности. Это особенно важно в условиях дефицита воды. Тем не менее, сенсоры требуют регулярного обслуживания и стабильного интернет-соединения, что в сельской местности Чуйской области остаётся проблемой.

Геоинформационные системы объединяют данные от дронов, спутников и сенсоров, создавая цифровые карты полей. Они позволяют анализировать урожайность, планировать севооборот и оптимизировать использование ресурсов. В Жайылском районе внедрение таких систем привело к росту урожайности ячменя на 12% за счёт точного распределения удобрений. Однако освоение геоинформационных систем требует технических навыков, которыми обладают далеко не все фермеры. Программное обеспечение часто не адаптировано к местным условиям, а его интерфейс редко доступен на кыргызском языке.

Государственная поддержка играет важную роль в распространении технологий. В 2023–2024 годах были закуплены дроны для мониторинга сельскохозяйственных угодий, что позволило мелким хозяйствам получить доступ к данным. Рассматривается также проект создания производства беспилотников в Кыргызстане, который мог бы снизить их стоимость. Кроме того, проводятся курсы для фермеров, обучающие работе с цифровыми инструментами. Однако реализация этих инициатив сталкивается с трудностями: недостаточным финансированием, слабой инфраструктурой и бюрократическими барьерами.

Кстати, стоит упомянуть инициативу, немного выходящую за рамки сельского хозяйства. В Бишкеке недавно запустили образовательный центр, где молодёжь учат цифровым технологиям, включая управление дронами. Это пример того, как страна готовит кадры для новой экономики. Возможно, в будущем такие программы помогут восполнить дефицит специалистов в Чуйской области.

Основные препятствия для внедрения технологий связаны с финансовыми, кадровыми и инфраструктурными ограничениями. Стоимость оборудования остаётся высокой: профессиональный дрон может стоить от 10 тысяч долларов, а подписка на спутниковые данные — сотни долларов в месяц. Специалистов, способных работать с цифровыми инструментами, в регионе недостаточно, а их подготовка требует времени. Интернет-соединение в сельской местности нестабильно, что затрудняет передачу данных в реальном времени. Наконец, многие фермеры, особенно старшего поколения, скептически относятся к новым методам, предпочитая традиционные подходы.

Несмотря на эти вызовы, результаты уже заметны. Хозяйства, использующие технологии точного земледелия, увеличивают прибыль на 15–20% по сравнению с теми, кто полагается на традиционные методы (примерные данные за 2024 год). Это свидетельствует о том, что цифровизация способна изменить аграрный сектор региона. Однако успех зависит от того, насколько доступными станут технологии для мелких фермеров, составляющих основу сельского хозяйства Чуйской области.

Чуйская область стоит на пороге значительных перемен. Технологии открывают возможности для повышения эффективности и устойчивости земледелия, но их потенциал ещё не реализован в полной мере. Потребуются инвестиции в инфраструктуру, обучение и разработку локализованных решений. Возможно, стоит задуматься о кооперативах, где фермеры могли бы совместно использовать дорогостоящее оборудование, или о субсидиях, которые сделают технологии доступнее. Решение этих вопросов определит, станет ли регион примером цифровой трансформации или останется в тени своих возможностей.

В перспективе Чуйская область может стать моделью для других регионов Кыргызстана и даже Центральной Азии. Но для этого необходимо преодолеть существующие барьеры. Увеличение числа специалистов, улучшение инфраструктуры и снижение стоимости технологий — лишь часть задач. Важно также изменить восприятие фермеров, показав, что цифровые инструменты — это не роскошь, а необходимость. Только тогда регион сможет полностью использовать потенциал цифровизации.

**1.3 Проблемы и перспективы цифровизации сельского хозяйства**

Чуйская область, расположенная на севере Кыргызстана, является ключевым аграрным регионом, обеспечивающим значительную часть продовольственной безопасности страны. В 2023 году её посевные площади составили 417 тысяч гектаров, из которых 311,6 тысяч — орошаемые, что составляет 33,9% от общей посевной площади Кыргызстана. Основные культуры включают пшеницу, ячмень, кукурузу, картофель, овощи и сахарную свёклу, а также кормовые травы. По данным Национального статистического комитета за 2021 год, под зерновыми было занято 261,5 тысяч гектаров, включая 111,8 тысяч гектаров пшеницы и 115,4 тысяч гектаров ячменя. Овощи занимали 20,6 тысяч гектаров, картофель — 9,9 тысяч гектаров, а сахарная свёкла — 9,9 тысяч гектаров. Эти цифры подчёркивают значимость региона для национальной экономики, где сельское хозяйство обеспечивает около трети валовой продукции, занимая лишь 10% территории страны.

Однако аграрный сектор Чуйской области сталкивается с серьёзными вызовами. Средний возраст сельскохозяйственной техники — 13–18 лет при норме 7–10 лет, что снижает продуктивность. Ирригационные системы, теряющие до 30% воды из-за износа, требуют капитального ремонта. Нехватка квалифицированных кадров, особенно агрономов и операторов технологий, ограничивает модернизацию. Зарплата в сельском хозяйстве в 2024 году составила 18 тысяч сомов, что на 40% ниже городской, отпугивая молодёжь. Климатические изменения, с прогнозируемым повышением температуры на 2,7°C к 2050 году, усугубляют ситуацию, снижая урожайность ключевых культур, таких как пшеница и сахарная свёкла, согласно Центральноазиатскому порталу климатической информации.

В ответ на эти вызовы активно развивается цифровизация, в частности, "Интеллектуальная система распознавания и мониторинга агрокультур". Эта система включает дроны, наземные сенсоры, искусственный интеллект (ИИ) и геоинформационные системы (ГИС), позволяя фермерам получать точные данные о состоянии почвы, влажности, здоровье растений и вредителей. Дроны с мультиспектральными камерами создают карты вегетации, такие как NDVI, выявляя зоны стресса. Наземные сенсоры измеряют влажность, температуру и питательные вещества, передавая данные в реальном времени. ИИ анализирует эти данные, предсказывая проблемы, а ГИС формирует цифровые карты для оптимизации севооборота.

Примеры успешного применения уже есть. В Сокулукском районе в 2023 году спутниковые снимки и данные с дронов выявили дефицит азота на пшеничных полях, увеличив урожайность на 12% за счёт точечного внесения удобрений. В Жайылском районе сенсоры сократили водопотребление на сахарной свёкле на 15%, не снижая урожайности. В 2024 году в Ысык-Атинском районе дроны мониторили 100 гектаров органической пшеницы, упростив сертификацию и экспорт в Казахстан. В Московском районе ГИС помогли увеличить урожайность ячменя на 10% на 200 гектарах, оптимизировав севооборот.

Однако внедрение системы сталкивается с проблемами. Высокая стоимость оборудования — дроны стоят от 800 тысяч сомов, а подписка на ГИС-платформы — от 50 тысяч сомов в год — делает их недоступными для мелких фермеров, составляющих большинство в регионе. Нехватка кадров усугубляется: в 2024 году было обучено всего 120 операторов дронов, что недостаточно для охвата всех хозяйств. Слабая инфраструктура, особенно ограниченный доступ к высокоскоростному интернету в сёлах, затрудняет передачу данных. Регуляторные барьеры также существуют: хотя Кыргызстан начал разрабатывать правила для дронов, они пока нечёткие, создавая неопределённость для фермеров. Сопротивление изменениям среди фермеров, привыкших к традиционным методам, требует не только обучения, но и изменения менталитета.

Перспективы развития, однако, выглядят многообещающими. Государственная поддержка играет ключевую роль. В 2023–2024 годах были закуплены дроны для мониторинга, а проект производства беспилотников может снизить их стоимость. В 2025 году земли в Аламединском районе переданы "Кыргыз Агрохолдингу" и "АгроСмарт" для агротехнопарка, что поддерживает цифровизацию. Обучение кадров через курсы в Чуйском государственном университете, охватывающие 50 студентов в год, — важный шаг, хотя и недостаточный. Инвестиции в 1,2 миллиарда сомов в 2023 году, включая льготное кредитование на 3,5 миллиарда сомов в 2022–2023 годах через "Айыл Банк" и "РСК Банк", создают условия для закупки оборудования. Международное сотрудничество, например, программы USAID, может расширить доступ к технологиям.

Органическое земледелие, с 63 тысячами гектаров сертифицированных угодий, планирует рост до 25% к 2029 году. Здесь системы мониторинга особенно полезны: дроны и ИИ упростят контроль качества и сертификацию, как показано в Ысык-Атинском районе в 2024 году. Капельное орошение, сэкономив 25% воды в Аламединском районе, повышает урожайность овощей на 18%, а реконструкция каналов сократила потери воды на 10%. Эти шаги показывают, что цифровизация может стать драйвером устойчивого развития.

Внедрение цифровых технологий в сельское хозяйство Кыргызстана, особенно в Чуйской области, сталкивается с рядом проблем, но также открывает перспективные направления развития.

**Проблемы внедрения:**

* **Высокая стоимость оборудования**: Дроны и сенсоры остаются дорогими для мелких фермеров.
* **Нехватка специалистов**: Недостаток квалифицированных кадров, способных работать с новыми технологиями, замедляет процесс цифровизации.
* **Слабая интернет-инфраструктура**: В сельских районах ограниченный доступ к стабильному интернету затрудняет использование онлайн-сервисов и облачных платформ.
* **Неопределённость в регуляциях**: Отсутствие чётких правил и стандартов по использованию дронов и других технологий вызывает опасения у фермеров.
* **Сопротивление изменениям**: Многие фермеры, привыкшие к традиционным методам, с осторожностью относятся к новым технологиям.

**Перспективы развития:**

* **Государственная поддержка**: Правительство Кыргызстана активно поддерживает цифровизацию сельского хозяйства, включая закупку дронов и планирование их производства.
* **Инвестиции**: В 2023 году было инвестировано 1,2 миллиарда сомов в развитие цифровых технологий в аграрном секторе.
* **Обучение кадров**: Реализуются программы по обучению специалистов для работы с новыми технологиями.
* **Развитие органического земледелия**: С 63 тысячами гектаров сертифицированных угодий, органическое земледелие становится драйвером, где системы мониторинга упрощают экспорт.

**2.ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАСПОЗНОВАНИЯ И**

**МОНИТОРИНГА**

**2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение в агросекторе Чуйской области**

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) играют всё более значимую роль в трансформации аграрного сектора Чуйской области, способствуя повышению эффективности, устойчивости и конкурентоспособности сельского хозяйства региона. Ниже представлены ключевые направления и примеры внедрения этих технологий:

**Применение ИИ и МО в агросекторе Чуйской области**

**1. Управление многолетними насаждениями**

Внедрение ИИ в управление многолетними насаждениями, такими как фруктовые сады и виноградники, позволяет:

• Повысить урожайность на 15–20% за счёт точного прогнозирования погодных условий и оптимизации агротехнических мероприятий.

• Снизить производственные затраты на 10–15% благодаря рациональному использованию ресурсов и автоматизации процессов.

• Обеспечить более эффективное использование природных ресурсов, что особенно важно в условиях климатических изменений.

**2. Инновационные технологии в растениеводстве**

Фермеры Чуйской области начали использовать инновационные технологии при посеве озимой пшеницы, что способствует:

• Улучшению качества посевов и повышению урожайности.

• Снижению зависимости от погодных условий и других внешних факторов.

**3.Применение ИИ в управлении сельскохозяйственными процессами**

ИИ и МО используются для:

• Анализа данных об урожайности и состоянии почвы.

• Распознавания сорняков и вредителей сельскохозяйственных культур.

• Диагностики болезней животных.

•Прогнозирования погодных условий и оптимизации агротехнических мероприятий.

**Технологические решения и инструменты**

• Дроны и сенсоры: Использование дронов и сенсоров для мониторинга состояния полей, выявления проблемных зон и оптимизации использования ресурсов.

• Системы точного земледелия: Применение ИИ для точного внесения удобрений и средств защиты растений, что снижает издержки и повышает эффективность.

• Прогнозные модели: Разработка моделей на основе МО для прогнозирования урожайности и планирования сельскохозяйственных работ.

**Экономические и экологические преимущества**

• Экономическая эффективность: Снижение затрат на производство, увеличение доходов от продажи урожая и повышение общей рентабельности сельского хозяйства.

• Экологическая устойчивость: Рациональное использование водных и земельных ресурсов, снижение использования химических веществ и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду.

• Социальные эффекты: Создание новых рабочих мест в технологическом секторе аграрной экономики и повышение квалификации работников.

**Перспективы и рекомендации**

Развитие инфраструктуры: Необходимо инвестировать в развитие цифровой инфраструктуры и обеспечение доступа к современным технологиям для всех участников аграрного сектора.

Образование и подготовка кадров: Организация программ обучения и повышения квалификации для фермеров и специалистов в области ИИ и МО.

Государственная поддержка: Разработка и внедрение программ субсидирования и поддержки внедрения инновационных технологий в сельское хозяйство.

Сотрудничество с научными учреждениями: Укрепление связей между аграрными предприятиями и научно-исследовательскими институтами для совместной разработки и внедрения новых технологий.

Внедрение ИИ и МО в агросектор Чуйской области представляет собой стратегически важное направление, способствующее модернизации сельского хозяйства, повышению его эффективности и устойчивости в условиях современных вызовов.

**2.2** **Методы компьютерного зрения в сельском хозяйстве Чуйской области**

**Компьютерное зрение в сельском хозяйстве Чуйской области Кыргызстана**

В 2024 году в Чуйской области стартовал один из первых крупных проектов по применению агродронов. В Ысык-Атинском районе началось активное использование беспилотных летательных аппаратов для обработки сельскохозяйственных полей – опрыскивания удобрений и защиты посевов от вредителей. По данным Министерства сельского хозяйства, один агродрон способен обработать до 500 гектаров за сезон, при средней стоимости около 500 сомов за гектар. В рамках этой же инициативы в районе была открыта новая Машинно-тракторная станция (МТС) с современной техникой, что призвано поддержать фермеров на местах. По словам зампредседателя Кабмина – министра сельского хозяйства Бакыта Торобаева, применение дронов и малых самолетов облегчает труд фермеров, экономит их время и средства, а также повышает урожайность. Эти беспилотные аппараты фактически выводят агроавиацию на новый уровень, позволяя оптимизировать обработку почвы и растений.

Еще один пример – сотрудничество с иностранными партнерами. В марте 2025 года китайская компания «Цюаньибао», специализирующаяся на сельхоз-дронах и технологиях искусственного вызывания осадков, передала Кыргызстану оборудование на грантовой основе ￼. В результате переговоров в г. Урумчи кыргызская сторона получила технику на сумму свыше $1,1 млн для искусственного вызова дождя и уничтожения вредных насекомых. Эта техника, оснащенная системами компьютерного зрения и управления, позволит точечно воздействовать на погодные условия (например, с помощью дронов-облакорассеивателей) и эффективно бороться с нашествием саранчи и других вредителей. Одновременно был подписан меморандум о сотрудничестве между ОАО «Кыргыз Агрохолдинг» и компанией «Цюаньибао», предусматривающий совместные проекты по цифровизации сельского хозяйства. Такие партнерства демонстрируют стремление государства внедрять передовые решения с поддержкой международных экспертов.

Планируемые проекты. Руководство страны уделяет особое внимание инновациям в агросекторе. Президент Садыр Жапаров в декабре 2022 года поручил Министерству сельского хозяйства начать посев пастбищ с помощью дронов для восстановления деградированных угодий. Задача – уже к осени 2023 года использовать беспилотники для разбрасывания семян многолетних кормовых трав на минимум 30–40% пастбищ по всей республике. Это должно помочь возродить продуктивность пастбищ (в том числе в Чуйской области) и решить проблему нехватки кормов для скота. Данный проект сочетает экологическую и экономическую цель: с помощью КЗ-дронов производится анализ местности и равномерный посев на труднодоступных территориях, что не только ускоряет работы, но и позволяет точно дозировать семена в нужные зоны.

Кроме того, совместно с Китаем планируется строительство в Чуйской области крупного таможенно-логистического парка стоимостью $30 млн, оснащенного современными технологиями . Предполагается, что в его рамках будет использоваться компьютерное зрение для автоматизации процессов сортировки и контроля качества сельхозпродукции при экспорте. Проекты такого рода, а также создание в 2025 году платформы «Цифровой фермер» (форум «Digital Farmer-2025») , свидетельствуют о том, что в ближайшие годы Чуйская область станет пилотной площадкой для многих цифровых агро-инициатив.

**Применение компьютерного зрения в растениеводстве**

Мониторинг посевов и урожайности. Сельхозпроизводители Чуйской области начинают использовать КЗ для мониторинга состояния посевов. Дроны, оснащенные камерами высокого разрешения, летают над полями и собирают изображения, на основе которых нейросети анализируют рост культур, плотность всходов и фазу развития растений. Например, системы на базе ИИ способны обрабатывать снимки с дронов или спутников и классифицировать типы посевных культур на полях Кыргызстана. Алгоритмы машинного зрения выявляют характерные текстуры и цветовые признаки различных культур (пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы и т.д.), что позволяет создать точные электронные карты полей. На основе таких данных фермеры получают прогностическую информацию – от оценки биомассы и прогноза урожайности до рекомендаций по дифференцированному внесению удобрений. Компания EOS Data Analytics, например, разработала методики прогноза урожайности с использованием спутниковых снимков и машинного обучения, и подобные подходы могут быть применены и в Чуйской области для оптимизации управления полями.

**Выявление сорняков и вредителей**.

Компьютерное зрение открывает новые возможности точечной борьбы с сорняками и вредителями. Традиционно фермеры обрабатывают все поле гербицидами сплошного действия, но КЗ-системы позволяют обнаруживать сорные растения на изображениях и обрабатывать только зараженные участки. Современные агродроны могут быть оборудованы камерами и распылителями: камера сканирует посадки, распознает сорняки среди культурных растений по характерным признакам формы и цвета, а нейросеть классифицирует их вид. После этого дрон точно наносит гербицид лишь на выявленные сорняки. По данным аналитиков, внедрение компьютерного зрения в точечный контроль сорной растительности способно сократить расход пестицидов и снизить нагрузку на почву и экосистему ￼. Аналогично, с помощью камер и КЗ-алгоритмов фермеры могут идентифицировать вредителей на растениях (например, саранчу, жуков-вредителей) и оперативно принимать меры – выпускать дроны для обработки инсектицидами конкретных зон или устанавливать ловушки. В частности, на уровне Министерства обсуждается проект по использованию дронов для мониторинга нашествий саранчи на севере республики: беспилотники будут патрулировать поля и передавать видео, где алгоритмы КЗ автоматически подсчитывают численность вредителей и определяют направления их миграции.

**Диагностика заболеваний растений**.

Одно из самых востребованных применений – распознавание болезней по изображениям листьев и побегов. Камеры с функцией компьютерного зрения фиксируют мельчайшие признаки инфекций или дефицита питательных веществ: изменение окраски листьев, пятна, деформации. Затем специализированные нейронные сети анализируют эти данные. В результате в растениеводстве КЗ может определить болезнь на ранней стадии, выявить её визуальные симптомы или распознать присутствие вредителей . Например, сети, обученные на снимках пораженных листьев, способны отличить фитофтороз от альтернариоза на картофеле или милдью от оидиума на винограднике. В Чуйской области ведется научная работа в этом направлении: как отмечают исследователи Кыргызского национального аграрного университета, внедрение ИИ-технологий (в том числе компьютерного зрения) в управление многолетними насаждениями ведет к повышению урожайности и более эффективному использованию ресурсов .Практический пример – пилотный проект в одном из хозяйств, где агрономы с помощью мобильного приложения фотографируют листья яблонь, а облачный сервис на основе CNN-модели определяет, есть ли признаки парши или других болезней, и выдает рекомендацию по обработке. Такой подход позволяет провести лечение адресно и вовремя, предотвращая потери урожая.

**Прецизионное земледелие и управление поливом.**

Данные компьютерного зрения интегрируются с другими технологиями (датчики, метеостанции) для реализации принципов точного земледелия. Например, анализ аэроснимков полей помогает составлять карты неоднородности почв и влагообеспеченности. Если КЗ-алгоритм на фото определяет участки с пониженной вегетацией (например, по индексу NDVI), это сигнал о нехватке влаги или азота. В ответ системы «умного орошения» могут автоматически включить дифференцированный полив этих зон. Как отметил министр Б. Торобаев, на основе ИИ можно оперативно оценивать состояние почвы, прогнозировать болезни растений и разрабатывать оптимальные стратегии посева, а также правильно применять автоматизированный полив и внесение удобрений. В Чуйской области уже появляются первые такие системы: в некоторых тепличных хозяйствах устанавливаются камеры, отслеживающие рост овощей и уровень влажности грунта визуально, и контроллеры полива, которые по команде ИИ обеспечивают точное увлажнение грядок. Все это ведет к более рациональному использованию воды и удобрений, снижая издержки и экологическую нагрузку .

**Применение компьютерного зрения в животноводстве**

Мониторинг состояния и поведения животных. В животноводческих хозяйствах Чуйской области компьютерное зрение постепенно внедряется для автоматического наблюдения за поголовьем. Традиционно фермеры контролировали состояние скота путем регулярных обходов или с помощью RFID-меток, однако теперь возможны неинвазивные методы. Специальные видеокамеры, установленные в коровниках или загонах, круглосуточно снимают животных, а алгоритмы глубокого обучения (например, модели YOLO) анализируют видео в реальном времени. Такие системы способны отслеживать перемещения и позы каждого животного, фиксируя изменения в поведении . Согласно сообщению компании Ultralytics, алгоритмы вроде YOLOv8 могут вести учет активности скота без необходимости крепить на них датчики, предоставляя фермерам точные данные для управления стадом. Например, на видео с коровами компьютерное зрение различает, стоит ли корова, лежит или ходит. Если обычно активное животное вдруг подолгу лежит – система отметит это как отклонение. Постоянный визуальный мониторинг позвоняет заметить ранние признаки недомогания или стресса: изменение осанки, хромоту, вялость или отказ от кормления . Фермер сразу получит сигнал и сможет осмотреть конкретную корову, не дожидаясь развития заболевания. В итоге применение КЗ в животноводстве улучшает благополучие животных и упрощает труд фермера – по отзывам, здоровье стада контролируется лучше, а трудозатраты снижаются за счет автоматизации рутины .

**Автоматизация учета и идентификации скота**.

Компьютерное зрение также помогает решать задачу идентификации отдельных животных в стаде. В Чуйской области крупные фермы начинают внедрять системы распознавания по внешнему виду – по масти, отметинам или форме морды. Алгоритмы сравнивают изображения в реальном времени с базой эталонов каждой коровы или овцы. Хотя на рынке Кыргызстана пока нет массовых коммерческих решений для такой идентификации, исследовательские проекты демонстрируют успехи в этом направлении . Например, на международном агрохакатоне команда разработчиков сумела за 40 часов обучить модель сегментировать и отслеживать всех поросят в загоне, оценивать их активность и отличать одно животное от другого. Подобные технологии могут найти применение на свинофермах области: камеры над каждым станком будут считать количество поросят, контролировать их рост (по размеру на изображении) и даже отслеживать, чтобы ни одно животное не осталось незамеченным при кормлении. Для фермеров это означает более точный учет поголовья без стресса для животных, в отличие от биркования. Зарубежный опыт показывает, что КЗ-системы не требуют контакта с животным, в то время как RFID-метки могут теряться или ломаться, приводя к финансовым потерям . Таким образом, в перспективе фермы Чуйской области смогут перейти на бесконтактный способ идентификации и учета скота с помощью видеонаблюдения и ИИ.

**Раннее обнаружение заболеваний**.

Зрение, дополненное алгоритмами, способно уловить визуальные симптомы болезней животных, которые сложно отследить человеку. Например, у коров перед появлением клинических признаков мастита может измениться походка из-за дискомфорта или повыситься температура вымени – тепловизионные камеры, интегрированные с КЗ, заметят эти отклонения раньше, чем человек. Аналогично, у птицы можно обнаружить начало эпидемии по тому, как одна из кур стала малоподвижна и взъерошена – система сравнит ее позу и активность с нормой и подаст сигнал. Компьютерное зрение в сочетании с нейронными сетями обучается распознавать маркеры заболеваний по внешнему виду: худобу, неестественное положение тела, выражение морды, частоту дыхательных движений ￼. Глубокие сети на больших массивах данных научились выявлять такие признаки и оповещать фермеров о подозрении на недуг, позволяя изолировать больное животное и вызвать ветеринара еще до распространения инфекции. В Чуйской области подобные системы только начинают внедряться – прежде всего на крупных молочно-товарных фермах, где даже небольшая вспышка болезни грозит серьёзными убытками. Ожидается, что в ближайшие годы появятся пилотные проекты с установкой камер в коровниках, которые будут круглосуточно следить за состоянием коров и, например, определять начало отёла (родов) по характерным движениям, сразу оповещая персонал фермы. Это повысит выживаемость телят и снизит нагрузку на работников.

**Умное кормление и содержание**.

КЗ-наблюдение способствует оптимизации процессов кормления и содержания скота. С помощью камер можно отслеживать, как часто и в каком количестве животные подходят к кормушке и поилке. Если какая-то корова ест меньше обычного, система машинного зрения заметит это снижение аппетита и сообщит фермеру, что может указывать на проблему со здоровьем. Кроме того, фиксируя количество съеденного корма, ИИ может регулировать автоматические кормораздатчики – например, дозировать порции для каждой особи в соответствии с ее потребностями, что исключит перерасход кормов и ожирение животных. На птицефабриках камеры, размещенные над клетками, помогают определять плотность посадки бройлеров и распознавать аномалии в поведении стада (скученность, агрессию). Если КЗ-система заметит, что куры скапливаются в одном углу (что может говорить о перепаде температуры или страхе), оперативно включается вентиляция или освещение для коррекции условий. Так создается более комфортная и продуктивная среда, а человеческий фактор минимизируется.

**Используемые технологии и алгоритмы**

Беспилотные летательные аппараты (дроны). Дроны стали основным инструментом сбора визуальных данных в полях. Оснащенные навигацией GPS и камерами высокого разрешения, они выполняют аэрофотосъемку посевов, садов и пастбищ. В Чуйской области уже используются агродроны для опрыскивания – их камеры и датчики высоты помогают держать оптимальное расстояние до вершков растений, обеспечивая равномерное распыление . Но дроны применяются не только для обработки, но и для мониторинга: мультиспектральные камеры на них способны собирать изображения в разных спектрах, по которым ИИ анализирует состояние культур (здоровые растения отражают свет иначе, чем больные или засухоустойчивые). Например, при облетах полей кукурузы дрон с камерой на базе компьютерного зрения может за один вылет обнаружить проплешины, сорняки и очаги болезней, передав координаты проблемных зон агроному. Также дроны используются для учета поголовья скота на выпасе: пролетая над отдаленными пастбищами, они делают снимки стад, а алгоритмы автоматически подсчитывают число животных на кадрах и даже распознают вид (овцы, коровы, лошади). Это актуально для Чуйской области, где в предгорьях пасется множество отгонных стад – теперь мониторинг можно проводить дистанционно, экономя время инспекторов.

**Стационарные камеры и видеоаналитика**. В животноводческих помещениях и теплицах устанавливаются стационарные IP-камеры, поток с которых обрабатывается алгоритмами КЗ. Такие системы постоянно «наблюдают» за объектами: будь то коровник, птичник или теплица с растениями. Видеоаналитика на основе нейросетей выполняет детекцию объектов (например, ищет силуэты животных или плоды на деревьях) и отслеживает их. В тепличном комплексе близ Бишкека уже протестирована система, где камера ежечасно фиксирует рост томатов, а программа измеряет высоту и цвет кустов, оценивая их развитие. В животноводстве – как описано выше – камеры следят за поведением скота. Тепловизионные камеры – еще один вид сенсоров, используемых вместе с компьютерным зрением, особенно в животноводстве. Они формируют изображение по распределению температуры, позволяя выявлять воспаления у животных (по локальному повышению температуры тела) или контролировать микроклимат помещения. К примеру, система тепловизоров в свинарнике может обнаружить, что одной группе поросят холодно (они кучкуются, на тепло карте видны холодные зоны) – тогда автоматически включится обогрев. Все эти камеры работают в связке с алгоритмами распознавания образов, которые интерпретируют снимки в понятные метрики для фермеров.

**Искусственные нейронные сети и алгоритмы глубокого обучения.**

Сердце компьютерного зрения – это программные модели, обученные на больших массивах изображений. В агросекторе Кыргызстана применяются прежде всего сверточные нейронные сети (CNN), отлично зарекомендовавшие себя в задачах классификации и детекции. Например, для диагностики болезней растений используются CNN, которые по фото листа выдают вероятность поражения тем или иным заболеванием. Для обнаружения объектов (животных, фруктов, сорняков) широко используются алгоритмы детекции, такие как семейство YOLO (You Only Look Once). Их преимущество – высокая скорость работы, позволяющая анализировать видеопоток в режиме реального времени. В приведенном выше примере с фермой, отслеживающей коров, как раз применяется модель YOLOv8 – она в реальном времени определяет позиции коров в кадре и их позы. Для сегментации объектов (например, отделения растений от фона или больных участков листа от здоровых) применяются нейросети типа Mask R-CNN, U-Net и SOLO. Напомним, на соревновании AgroCode Hack одной из задач была сегментация поросят на видео – команда-победитель использовала сегментационную модель SOLO на фреймворке MMDetection. Таким образом, обнаружение, классификация и сегментация – три основных типа задач, решаемых в компьютерном зрении, и для каждой в распоряжении разработчиков есть проверенные архитектуры глубокого обучения.

Стоит отметить, что современные КЗ-системы часто включают и элемент машинного обучения без участия образов – например, анализ временных рядов данных с полей. Однако именно нейросети в комбинации с компьютерным зрением дают аграриям «сверхспособности»: например, видеть динамику роста посевов на дневном видео ускоренно (через time-lapse анализ) или предсказывать вспышку болезни на основе едва заметных визуальных изменений за неделю до появления явных симптомов.

**Участники экосистемы и поддержка внедрения**

Государственные структуры. Лидирующую роль в цифровизации сельского хозяйства играет государство. В структуре Министерства водных ресурсов, сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности создано спецподразделение – ГУ “АгроСмарт”, отвечающее за внедрение ИТ-решений в агропром. Министерство курирует оснащение фермеров техникой и технологиями: так, по указу Президента Жапарова был инициирован масштабный план обновления МТС по всей стране, включая Чуйскую область, современной сельхозтехникой и дронами. Замглавы Кабмина Бакыт Торобаев лично патронирует проекты цифрового земледелия – он отмечает, что цифровизация стала надежным инструментом фермеров и агробизнеса, мостом между многолетним опытом аграриев и инновациями нового поколения. В апреле 2025 года в Бишкеке прошел форум «Цифровой фермер-2025», где Минсельхоз презентовал ряд инициатив: от дронов для сева пастбищ до спутникового мониторинга и создания цифровых платформ для сельхозкооперативов. Эти усилия координируются с другими госорганами – например, Министерство цифрового развития оказывает поддержку в части связи (для передачи данных с камер и дронов), а Министерство образования интегрирует курсы по агро-ИТ в программы аграрных вузов.

Образовательные и научные учреждения. Внедрение КЗ-технологий опирается на локальную научную базу. Кыргызский национальный аграрный университет им. Скрябина (КНАУ) ведет исследования по применению искусственного интеллекта в аграрной сфере. В 2024 году учёные КНАУ опубликовали работу, где анализируются экономические преимущества ИИ при управлении многолетними насаждениями и приводятся рекомендации по дальнейшему развитию этих технологий для повышения конкурентоспособности сельского хозяйства Кыргызстана. Также в республике действуют профильные НИИ – Кыргызский НИИ земледелия и Кыргызский НИИ животноводства и пастбищ. Они начинают пилотные проекты: к примеру, НИИ земледелия совместно с Айти-парком планирует создать датасет изображений основных видов сорняков на полях Чуйской области, чтобы обучить национальную модель их распознавания. Университеты (включая Американский университет Центральной Азии и Кыргызско-Турецкий университет Манас) открывают курсы и лаборатории по машинному обучению, где студенты разрабатывают прототипы агророботов и систем компьютерного зрения. Таким образом, образовательный сектор готовит кадры – будущих агротехспециалистов, которые смогут поддерживать и развивать внедренные решения на местах.

НПО и международные организации. Существенную роль играют проекты международной технической помощи. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) в 2023–2025 гг. оказывает поддержку Кыргызстану в развитии цифрового сельского хозяйства. ФАО содействует в обмене опытом, технических тренингах и пилотных внедрениях: например, консультанты организации делились практиками использования мобильных приложений для диагностики болезней растений и помогли настроить первую систему электронного учета орошения на основе датчиков и камер. Международный фонд сельскохозяйственного развития (IFAD) финансировал программу LMDP, в рамках которой в некоторых айыл окмоту Чуйской области внедрялись ГИС и дистанционное зондирование пастбищ. С помощью спутниковых снимков и компьютерного анализа были оцифрованы карты пастбищных угодий, что позволило выявить перегруженные выпасы и планировать ротацию стад. Также активны ряд НПО: например, проекты GIZ (Германия) по устойчивому земледелию включают компонент точного земледелия с использованием дронов для мониторинга влагозапасов. НПО Helvetas проводит обучение фермеров цифровым навыкам, в том числе работе с простейшими КЗ-инструментами (как пользоваться мобильным приложением для определения сорняков по фото и т.д.). Таким образом, международные организации выступают катализаторами инноваций, предоставляя экспертизу, гранты на оборудование и обучая местные кадры.

**Частный сектор и стартапы**.

В Кыргызстане только формируется рынок агротехнологических стартапов, однако уже есть первые ласточки. Некоторые сервисные компании предлагают фермерам услуги дрон-мониторинга «под ключ» – например, вылет дрона с камерой NDVI над полем с последующим предоставлением аналитического отчета. Стоимость таких услуг, как было упомянуто, порядка 1000 сомов за гектар, что уже доступно крупным хозяйствам. Появляются и небольшие ИТ-стартапы: команда энтузиастов при поддержке бизнес-инкубатора High Technology Park разработала прототип системы AgroVision, способной считать коров на выпасе по смартфон-фото и оценивать их упитанность. Стартап AIherd предлагает платформу компьютерного зрения для мониторинга скота, направленную на мировой рынок, и рассматривает возможность пилотирования в кыргызских хозяйствах ￼. Коммерческие агрофирмы тоже внедряют КЗ-решения: к примеру, одна из теплиц близ Токмака закупила у израильской фирмы систему машинного зрения для сортировки помидоров по степени зрелости и калибру – камера на конвейере в режиме реального времени определяет качество каждого плода и направляет его в соответствующий контейнер. Ожидается, что по мере демонстрации успешных кейсов интерес со стороны агробизнеса будет расти, а местные стартапы начнут предлагать всё более разнообразные решения – от роботизированных пропашников с компьютерным зрением до умных фермерских приложений.

**Экономические, производственные и экологические эффекты**

Внедрение компьютерного зрения уже приносит ощутимые экономические выгоды аграриям Чуйской области. Во-первых, повышается продуктивность: точное земледелие позволяет получать больше урожая с гектара. Несмотря на сокращение посевных площадей, за 2021–2023 гг. в Чуйской области наблюдался рост валового сбора фруктов благодаря применению современных агротехнологий ￼. Это подтверждает, что новые технологии (включая КЗ-мониторинг и оптимизацию) ведут к росту урожайности на единицу площади. По заявлениям Минсельхоза, обновление техникой и цифровыми системами поможет повысить урожайность зерновых и сахарной свеклы на 20–30% в ближайшие годы. Во-вторых, идет снижение затрат: автоматизация позволяет экономить средства на ручном труде и ресурсах. Например, дроны тратят на 30% меньше пестицидов при точечной обработке по сравнению с наземным опрыскиванием, а экономия воды при умном поливе достигает 20–40%. Торобаев подчеркнул, что новые решения облегчают бремя фермеров и сокращают их расходы и время ￼. Одно дело – обрабатывать поле трактором весь день, другое – запустить дрон на пару часов. Фермеры отмечают снижение расхода топлива и ГСМ, а также удобрений (благодаря точному внесению только там, где нужно).

**Производственные эффекты выражаются в повышении эффективности и качества**.

Компьютерное зрение снижает человеческий фактор и ошибки. Автоматизированные системы работают с высокой точностью – агробот не пропустит ни одной прополки, камера заметит болезнь там, где глаз человека мог не обратить внимания. Всё это повышает качество продукции. Здоровые растения дают более качественные плоды; а точная сортировка с помощью КЗ позволяет на экспорт отправлять только соответствующие стандартам фрукты и овощи. Кроме того, КЗ облегчает сертификацию: если система мониторинга фиксирует весь цикл выращивания (например, что не превышены дозы пестицидов, растения здоровы), то проще подтвердить органический статус продукции. В животноводстве эффекты – это улучшение привесов и надоев благодаря лучшему уходу. Заметив вовремя болезнь коровы, фермер предотвращает падение удоя; отслеживая аппетит бычков, можно оптимизировать откорм и быстрее достичь товарного веса. А автоматический контроль условий содержания (температуры, плотности) в птицеводстве снижает падеж и повышает конверсию корма.

Экологические эффекты являются одним из главных аргументов в пользу цифровизации. Цифровое сельское хозяйство, основанное на данных, рационально использует природные ресурсы и бережет экологию ￼. Применение компьютерного зрения ведет к сокращению избыточного внесения агрохимии: раз распознавание сорняков и вредителей стало точечным, значит на поля попадает меньше гербицидов и инсектицидов, что сохраняет почвенную микрофлору и чистоту грунтовых вод. Оптимизированный полив предотвращает засоление почв и экономит дефицитную воду – что особенно важно в условиях изменяющегося климата. Вклад в адаптацию к климатическим изменениям тоже значим: ИИ помогает оперативно реагировать на засухи или заморозки, а также планировать пересев пастбищ для борьбы с деградацией земель. Посев трав дронами на истощенных пастбищах Чуйской области уже через пару лет должен дать эффект – восстановится растительный покров, сократится эрозия почв, улучшится удержание влаги в ландшафте. Все это поднимает устойчивость агросистемы региона. Более того, снижение потребности в лишних поездках техники по полям (благодаря дистанционному мониторингу) уменьшает выбросы CO₂. Как отмечают эксперты, цифровые технологии в АПК одновременно повышают объемы продукции и снижают нагрузку на экосистемы, формируя основу для «зеленого» роста агросектора.

**Перспективы развития**

Чуйская область обладает всеми предпосылками, чтобы в ближайшие годы стать флагманом агротехнологий Кыргызстана. Правительством уже обозначен курс на дальнейшую цифровизацию: Министерство сельского хозяйства заявляет, что будет постоянно продолжать работу по внедрению новых технологий в производство как ключевого направления для устойчивого развития агросектора. Это означает расширение уже начатых проектов и запуск новых. Ожидается, что к 2027 году в каждом районе области появятся центры точного земледелия, где фермеры смогут получать данные со спутников и дронов по своим полям. Будут масштабированы пилоты по КЗ-мониторингу: если сейчас лишь отдельные хозяйства пользуются такими услугами, то планируется создать единую цифровую платформу при Минсельхозе, где любой фермер через приложение сможет заказать анализ своих посевов или состояния скота с помощью ИИ. Также перспективно развитие роботизации: уже в течение 2–3 лет возможно появление первых полевых роботов для прополки и сбора урожая, оснащенных компьютерным зрением, на крупных хозяйствах Чуйской области. Их внедрение поддерживается трендом снижения цен на подобные технологии и локальной адаптацией зарубежных разработок.

В сфере образования перспективы – открытие специализированных кафедр и стартап-акселераторов в аграрном университете, чтобы удерживать молодые кадры в сельском хозяйстве. Можно ожидать, что выпускники IT-специальностей начнут все чаще заниматься агротех-проектами, понимая потенциал этого рынка. Государство со своей стороны стимулирует этот процесс: например, планируется выделение грантов AgroTech Startup на лучшие проекты по компьютерному зрению в сельском хозяйстве. Это привлечет новых игроков и усилит конкуренцию, а значит и качество решений.

Не менее важно развитие нормативной базы и инфраструктуры. Перспективы тут включают создание стандартов на сбор и хранение агроданных (в том числе изображений полей и ферм), вопросы кибербезопасности (защита дронов и камер от взлома) и улучшение интернет-покрытия на селе. Правительство уже сотрудничает с мобильными операторами для расширения связи 4G/5G в сельской местности, чтобы системы компьютерного зрения в режиме реального времени могли передавать данные на облачные сервисы без перебоев.

Подводя итог, можно сказать, что компьютерное зрение в сельском хозяйстве Чуйской области из стадии экспериментов переходит в стадию практической масштабируемой технологии. Благодаря участию государства, науки, бизнеса и международных партнеров уже достигнуты первые успехи – от дронов-опрыскивателей до умных ферм. В ближайшие годы эти наработки будут тиражироваться, появятся новые инновации (например, прогнозирование урожаев нейросетями с использованием погодных спутниковых снимков или полностью автономные фермы с круглосуточным видеоконтролем). Все это не только повысит конкурентоспособность агропредприятий Чуйской области на внутреннем и внешнем рынках, но и будет способствовать продовольственной безопасности и экологической устойчивости региона. Перспектива такова, что цифровое и традиционное земледелие объединятся, давая синергетический эффект: многовековой опыт фермеров, усиленный точным «оком» искусственного интеллекта, позволит получить максимум урожая с минимальными потерями и заложит фундамент для нового этапа развития аграрной отрасли Кыргызстана.

**2.3 Применение беспилотников и спутников в сельском хозяйстве Чуйской области**

Предыдущая подглава была посвящена методам компьютерного зрения, позволяющим анализировать изображения сельскохозяйственных угодий. Теперь мы рассматриваем технические системы, которые поставляют эти изображения и данные, – беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и спутники. Использование БПЛА (дронов) и данных дистанционного зондирования со спутников открывает новые возможности для точного земледелия. В данной подглаве описываются технические аспекты применения дронов, используемые спутниковые платформы, основные направления применения этих технологий в агросекторе, а также их экономические и экологические эффекты. Особое внимание уделено опыту Чуйской области и Кыргызстана, где подобные решения начинают внедряться на практике, дополняя рассмотренные ранее алгоритмы компьютерного зрения.

**Технические аспекты применения БПЛА**

Беспилотники, применяемые в сельском хозяйстве, разнообразны по типам и характеристикам. Наиболее распространены мультироторные дроны (квадрокоптеры и октокоптеры), отличающиеся манёвренностью и способностью висеть на месте, а также фиксированные крылья (беспилотные самолёты) для охвата больших площадей. Классические компактные квадрокоптеры (весом в несколько килограммов) обычно оснащаются камерой видимого диапазона и служат для мониторинга полей. Более крупные октокоптеры и гексакоптеры способны нести тяжёлую полезную нагрузку (например, бак с жидкими удобрениями) массой в десятки килограммов. Существуют промышленные агродроны с размахом крыла около 2 метров и собственным весом ~20 кг (до 50 кг с полным баком удобрений). Такие аппараты требуют двух человек для транспортировки, но и обладают высокой производительностью. Кроме того, помимо мультикоптеров, в сельском хозяйстве могут использоваться малогабаритные моторные самолёты и дельтапланы для аэроопрыскивания, однако дроны выгодно отличаются от них большей точностью и безопасностью, а также отсутствием пилота на борту.

Бортовое оборудование дронов подбирается под конкретные задачи агромониторинга. Стандартной полезной нагрузкой является RGB-камера, снимающая в видимом диапазоне, что позволяет получать ортофотопланы полей и выявлять видимые аномалии (например, пятна сухости или повреждений). Более продвинутые агродроны несут мультиспектральные камеры, фиксирующие отражение света в различных узких диапазонах (ближний инфракрасный, красный край и др.). На основе таких данных вычисляются индексы растительности (например, NDVI), позволяющие количественно оценивать здоровье и плотность культур. Тепловизоры (инфракрасные камеры) на дронах дают возможность измерять температуру поверхности растений и почвы – это применяется для оценки влажности почвы, идентификации зон засухи или обнаружения болезней, вызывающих локальное повышение/понижение температуры листьев. В отдельных случаях дроны оснащаются лидаром (лазерным сканером) для высокоточного измерения рельефа поля и биомассы, хотя лидар чаще используется в лесном хозяйстве или для научных исследований из-за высокой стоимости.

БПЛА управляются при помощи автопилотов, которые позволяют выполнять полёты по заранее заданным маршрутам. Оператор задаёт дрону план полёта: например, охватить участок по схеме «ёлочки» для полного покрытия территории снимками или обработать указанную зону на определённой высоте. Современные агродроны способны работать в автономном режиме: они используют GPS/ГЛОНАСС навигацию, инерциальные датчики и барометры для удержания курса и высоты, а иногда и камеры/лидары для обнаружения препятствий. Радиус действия и дальность полёта зависят от класса аппарата: небольшие квадрокоптеры обычно летают в радиусе до 2–5 км от оператора и в течение 20–40 минут на одной батарее, тогда как фиксированнокрылые дроны или специальные большие БПЛА могут преодолевать до нескольких десятков километров и находиться в воздухе часы. Например, в Кыргызстане ведутся разработки тяжёлых дронов с дальностью полёта порядка 100–130 км и автономностью до 10 часов – подобные аппараты потенциально способны мониторить огромные массивы земли за один вылет. Однако подавляющее большинство сельскохозяйственных БПЛА действует в пределах прямой видимости оператора и на высотах до нескольких десятков метров, что упрощает их контроль и соответствует нормативам безопасности.

Типичный мультикоптер-агродрон в полёте над полем. Такие аппараты несут на борту ёмкость с рабочей жидкостью и распылители, позволяющие вносить вещества на малой высоте с высокой точностью.

Для управления дроном оператор использует наземную станцию (пульт или планшет) с специальным программным обеспечением. Благодаря телеметрии в реальном времени передаются данные о положении, высоте, состоянии батарей и камеры дрона. Многие агродроны могут выполнять предписывающее дифференцированное внесение: это означает, что на основе заранее полученной карты поля (например, карты распределения биомассы или нехватки азота) дрон сам изменяет интенсивность распыления удобрения в разных точках маршрута. Подобная технология стала возможной благодаря интеграции с результатами спектрального анализа: небольшие разведывательные дроны сначала облетывают поле, собирая данные о состоянии посевов, а затем программное обеспечение генерирует карту-задание для большого дрона-опрыскивателя. В результате крупный дрон проходит над участками точно по заданной траектории, в нужных местах увеличивая или уменьшая норму внесения. Контроль со стороны человека сводится к надзору за выполнением задания и корректировке в случае непредвиденных ситуаций. Кроме того, продвинутые беспилотники могут автоматически возвращаться на базу при низком заряде аккумулятора или по завершении миссии, а при наличии сменных батарей и достаточного запаса рабочего раствора они способны возобновлять работу практически непрерывно в течение дня.

Важной характеристикой является полезная нагрузка дрона – это масса оборудования или вещества, которое он может нести. Для агродронов полезная нагрузка обычно включает бак с раствором удобрений или пестицидов (объёмом от нескольких литров у небольших моделей до 20–30 литров у тяжёлых). Чем больше нагрузка, тем больше площадь можно обработать за вылет: современные модели дронов-опрыскивателей обрабатывают в среднем около 10–15 гектаров за один полёт, а за рабочий день (учитывая несколько перезарядок) – до 100 гектаров и более. Разумеется, покрытие площади зависит от нормы внесения: при сплошном опрыскивании пестицидами площадь меньше, а при точечных обработках проблемных участков – больше. Скорость полёта при распылении, как правило, составляет 20–30 км/ч на высоте 2–5 метров над растительностью. Эти параметры подбираются так, чтобы обеспечить равномерность обработки и избежать сноса капель ветром. Управление может вестись как вручную (в сложных точечных операциях), так и полностью автоматически по программе. Таким образом, техническое оснащение БПЛА – от типа планера до набора сенсоров и системы управления – определяется требуемой задачей на поле. В сельском хозяйстве Чуйской области сейчас начинают применяться в основном мультикоптеры средней и тяжёлой категории, способные эффективно работать на полях и проводить как мониторинг, так и агрохимическую обработку.

**Спутниковые платформы для агромониторинга**

Спутниковое дистанционное зондирование Земли представляет собой вторую важнейшую компоненту технологии точного земледелия. Если дроны обеспечивают локальные и оперативные наблюдения с очень высоким разрешением (сантиметры на пиксель), то спутники позволяют регулярно охватывать большие территории и получать данные о состоянии сельхозугодий в масштабе всего региона. В сельском хозяйстве Кыргызстана наиболее широко используются данные открытых спутниковых миссий, таких как Sentinel и Landsat.

Группа европейских спутников Sentinel (программа Copernicus) предоставляет бесплатные снимки высокого качества. Наиболее ценной для фермеров является миссия Sentinel-2, состоящая из двух одинаковых спутников, сканирующих поверхность Земли в 13 спектральных диапазонах. Разрешение Sentinel-2 достигает 10 метров на пиксель в видимом и ближнем ИК-диапазоне, что достаточно для выявления крупных неоднородностей внутри полей (например, разные состояния растений на разных участках). Каждый участок земной поверхности в нашей широте снимается Sentinel-2 примерно раз в 5 дней, что позволяет отслеживать динамику развития посевов почти в реальном времени. Дополнительно, радарные спутники Sentinel-1 обеспечивают данные с радиолокационного сенсора (диапазон C) с пространственным разрешением порядка 10–20 м. Радарное изображение ценно тем, что не зависит от облачности и освещения: Sentinel-1 может “видеть” поверхность даже сквозь облака и ночью. Это особенно полезно для мониторинга влажности почвы и выявления затопленных или переувлажненных участков, поскольку отражённый радиосигнал чувствителен к содержанию влаги.

Американская программа Landsat также предоставляет бесплатные данные, дополняющие Sentinel. Современные спутники Landsat-8 и Landsat-9 снимают Землю в видимых, инфракрасных и тепловых диапазонах с пространственным разрешением 30 м (для теплового канала ~100 м) и возвращаются над одно и то же место каждые 16 дней. Несмотря на более низкое разрешение и реже обновляемые снимки, Landsat ценен длинным историческим рядом данных (архив снимков существует с 1970-х годов). Это позволяет анализировать изменения землепользования, долгосрочные тренды урожайности и последствия климатических воздействий на полях Кыргызстана.

Коммерческие спутниковые платформы тоже играют роль: существуют частные компании, предоставляющие изображения с разрешением от 3–5 метров и вплоть до 0,5 м на пиксель. Например, спутники PlanetScope снимают ежедневно с разрешением ~3 м, что позволяет отслеживать изменения в посевах день за днём. Однако доступ к коммерческим снимкам платный, и для рядового фермера в Чуйской области они, как правило, недоступны напрямую. Вместо этого обычно используются открытые данные Sentinel/Landsat, которые находятся в свободном доступе. Стоит отметить, что доступность данных спутников сейчас значительно возросла: любой пользователь с интернетом может бесплатно загрузить снимки через официальные порталы (например, через сайт Copernicus Open Hub для Sentinel или USGS EarthExplorer для Landsat). Кроме того, существуют удобные онлайн-сервисы и приложения, где уже готовые к анализу снимки визуализированы – от глобальных платформ вроде Google Earth Engine до локальных инициатив. В Кыргызстане, в частности, ведётся разработка национального геоинформационного портала для хранения и обработки спутниковых данных (проекты «дата-кубов» снимков), призванного помочь анализировать изображения земли для нужд сельского хозяйства, экологии и управления ресурсами. Такие инструменты позволят агросектору республики эффективнее воспользоваться глобальными космическими данными.

Таким образом, спутники Sentinel и Landsat регулярно снабжают аграриев снимками со сравнительно невысоким (десятиметровым) разрешением, но большим охватом. Они дают общую картину по всей территории области: где началась засуха, где поля в хорошем состоянии, где наблюдаются аномалии. Дроны же дополняют эту информацию детализацией на уровне конкретного поля, оперативно вылетая туда, где спутник указал на проблему. Совместное использование данных спутникового мониторинга и оперативных вылетов БПЛА обеспечивает многомасштабную систему наблюдений: от обзорного контроля по всей Чуйской долине до точечного обследования конкретного участка и выполнения на нём необходимых работ.

**Области применения технологий в сельском хозяйстве**

Применение беспилотных авиационных систем и спутниковых данных охватывает практически все аспекты управления сельским хозяйством. Перечислим ключевые области, в которых эти технологии приносят наибольшую пользу:

• Мониторинг посевов и состояния культур. С помощью регулярной аэрофотосъёмки можно отслеживать рост растений, фазу развития культур и общее состояние посевов. Спутниковые снимки позволяют еженедельно получать карты вегетационных индексов (NDVI, EVI и др.), показывающие интенсивность фотосинтеза и биомассу на полях. Дроны, в свою очередь, выполняют детальный мониторинг: по их снимкам высокого разрешения агроном может рассмотреть отдельные проблемы – например, неравномерность всходов, повреждения от града или диких животных, начальные признаки заболеваний растений. Регулярный мониторинг помогает вовремя реагировать на отклонения и вести дневник полей в цифровом формате.

• Отслеживание метеоусловий и влажности. Дистанционные методы позволяют дополнять данные метеостанций. Спутники, анализируя температуру поверхности и цвет растений, помогают оценить засушливость или, наоборот, избыточное увлажнение в разных частях региона. Радарные спутниковые данные напрямую связаны с влажностью поверхностного слоя почвы, позволяя выделять пересушенные участки, требующие полива. Беспилотники могут нести датчики температуры воздуха и влажности, фактически превращаясь в мобильные метеостанции для микроклиматических измерений над полем. Например, проведение дроном тепловой съёмки в предрассветные часы даёт информацию о риске заморозков на конкретном участке. В целом сочетание спутниковой информации о погодных аномалиях (таких как засуха, сильные дожди) и локальных замеров с дронов предоставляет фермерам полную картину метеоусловий, влияющих на урожай.

• Оценка плодородия почвы и потребностей в питании. С помощью мультиспектральных съёмок определяется содержание хлорофилла в листьях, что косвенно указывает на обеспеченность растений азотом. На основе таких данных создаются карты внесения удобрений: участки с низким индексом обеспеченности могут получить повышенную норму удобрений, а сильные посевы – пониженную, во избежание перерасхода. Дроны проводят экспресс-спектроанализ прямо в поле, выявляя, где почва более сухая или бедная, и затем вносят необходимые агрохимикаты дифференцированно. Кроме того, дроны помогают в анализе почвы физически: например, можно оснастить их пробоотборниками для сбора образцов почвы в труднодоступных местах или использовать лидар для оценки микрорельефа, влияющего на сток воды и эрозию.

• Инвентаризация угодий и картографирование. Аэрофотосъёмка существенно упрощает создание актуальных карт полей, контуров посевов и объектов сельхозинфраструктуры. С помощью БПЛА быстро составляются ортофотопланы полей с точностью до нескольких сантиметров, которые затем используются для планирования сева и контроля за использованием земель. Спутники позволяют в автоматическом режиме определять площади занятых культур (классифицируя посевы по типам на основе спектральных характеристик) и отслеживать смену культур в рамках системы севооборота. В горных районах снимки помогают фиксировать границы пастбищ и оценивать степень их деградации. Всё это важно для учёта сельскохозяйственных ресурсов и рационального планирования.

• Идентификация проблемных участков. Как только на поле возникает проблема – вспышка вредителей, заболевание растений, сорняки или нехватка влаги – технологии дистанционного наблюдения позволяют заметить её на ранней стадии. Например, дрон, патрулируя поле, может обнаружить зоны пожелтения или пониженной плотности посевов, которые не видны с земли. Аналогично, анализ спутниковых изображений может выявить аномальное снижение NDVI на части поля, сигнализируя о начинающейся проблеме. Далее в дело вступают компьютерные алгоритмы (из предыдущей главы), автоматически распознающие тип проблемы: характерное изменение цвета и текстуры посева может указывать на конкретную болезнь или вредителя. Таким образом, фермер получает точные координаты проблемных зон и может прицельно их обследовать и обработать, вместо того чтобы осматривать весь участок вручную. Полевые работы превращаются из сплошных в точечные – экономя время и ресурсы.

• Опрыскивание и внесение средств защиты растений. Одно из самых революционных применений дронов – авиационная химобработка посевов. Дроны-опрыскиватели способны распылять жидкие пестициды, гербициды и фунгициды на небольшой высоте, обеспечивая точное покрытие растений. В отличие от наземных опрыскивателей, у дронов не возникает проблемы примятия посевов и колеи от колёс. Кроме того, дроны могут обработать участки со сложным рельефом или избыточно увлажненные поля, куда техника не может заехать. Благодаря предварительному анализу состояния посевов, возможен точечный опрыск: дрон включается только над очагами заражения вредителем или над полосами сорняков, вместо сплошного покрытия всего поля. Это значительно снижает расход дорогостоящих СЗР (средств защиты растений) и уменьшает химическую нагрузку на экосистему. В Чуйской области уже есть примеры, когда фермеры с помощью дронов обработали поля от саранчи и сорной растительности сразу после обнаружения очагов, предотвратив их распространение.

• Внесение удобрений и подкормок. По аналогии с пестицидами, дроны применяются для распыления жидких удобрений (например, азотных подкормок) или даже рассеивания гранулированных удобрений с помощью специальных бункеров-разбрасывателей. Это позволяет выполнять внеплановые коррективы питания растений в период вегетации, когда тяжёлая техника может повредить культуру. Особую ценность представляет подкормка озимых ранней весной дронами: поле часто размокшее, трактор не пройдет, а дрон эффективно разбрасывает карбамид или селитру по талому снегу. Кроме того, в садоводстве дроны могут использоваться для точечного внесения удобрений под кроны деревьев. Спутниковый мониторинг при этом служит основой для принятия решений – по карте недостатка азота выделяются участки, требующие подкормки, после чего запускается дрон для выполнения операции.

• Сев и посадка с воздуха. Хотя менее распространено, существуют проекты по посеву с дронов. Специально оборудованные аппараты способны разбрасывать семена определённых культур или рассады. В полевых условиях это может применяться для подпокровного подсева трав на пастбищах или для оперативного засева повреждённых участков поля (после выпревания озимых или вымерзания). В мировом опыте дроны использовались для посева риса на залитых чеках, распыления семян трав для укрепления склонов, а также для лесовосстановления (разбрасывание семян деревьев в труднодоступных горных районах). Для Чуйской области подобные решения пока экзотика, но технологически они уже реализуемы – дрон может равномерно распределить заданную норму семян по координатам поля, особенно если это смешанный посев сидератов или покровных культур.

• Контроль урожая и уборочных работ. В конце сезона дроны и спутники помогают оценить урожайность. Анализ изображений позволяет прогнозировать объем собранного зерна или другого продукта по биомассе и состоянию растений перед уборкой. Спутниковые индексы тесно коррелируют с урожайностью, и на их основе строятся прогнозные модели. БПЛА могут выполнять аэровидеосъёмку уборки, контролировать равномерность обмолота (по остаткам зерна на поле, выявляемым на снимках) и даже напрямую измерять объём скирд или буртов. После сбора урожая снимки используются для оценки потерь и планирования следующего сезона – например, для решения, где нужно глубже вспахать или внести больше органики.

Перечисленные направления охватывают полный цикл сельскохозяйственных работ – от предпосевной подготовки до сбора урожая. Везде, где нужно получить информацию о поле или провести обработку, на помощь приходят глаза и руки с неба: сенсоры на дронах и спутниках. В комбинации с методами компьютерного зрения, эти данные превращаются в конкретные рекомендации и действия, повышающие эффективность земледелия.

**Экономические и экологические эффекты**

Применение дронов и спутниковых технологий в агросекторе оправдано не только технически, но и экономически. Внедрение данных систем ведёт к значительной оптимизации затрат и повышению урожайности, что в конечном счёте улучшает прибыльность хозяйств. Рассмотрим ключевые эффекты:

**Повышение эффективности и снижение издержек.** Автоматизация мониторинга и обработки полей позволяет фермерам делать работу быстрее и с меньшими затратами. Один оператор с дроном способен за день обследовать до нескольких тысяч гектаров или обработать (опрыскать) порядка сотни гектаров, что в традиционных условиях потребовало бы бригады рабочих или парка техники. Конкретный пример: в правительстве КР отмечали, что за 8 часов работы один агродрон может обработать около 100 га, тогда как для этого потребовалось бы порядка 10 тракторов с прицепными опрыскивателями. Соответственно, расход горючего (ГСМ) сокращается во много раз, снижаются и трудозатраты. По некоторым оценкам, мониторинг посевов с беспилотников снижает затраты на средства защиты растений до 30% за счёт более точного применения химикатов. Также возрастает точность прогнозирования урожая (упоминается рост точности на ~25% благодаря регулярным данным и их анализу). Всё это позволяет принимать более обоснованные управленческие решения и избегать лишних расходов.

**Увеличение урожайности и качества продукции.**

Точные и своевременные действия ведут к улучшению состояния посевов. Раннее выявление проблем и адресное внесение удобрений или обработка от болезней предотвращают потери урожая, обеспечивая растения всем необходимым для роста. В результате уровень урожайности повышается. Кроме того, качество продукции улучшается за счёт равномерного развития растений и снижения стрессов (например, уменьшение химической нагрузки на растения при точечном опрыскивании благотворно сказывается на их росте). Мировой опыт демонстрирует значительный экономический эффект: так, введение агродронов позволило повысить производительность сельского хозяйства в ряде стран Европы на несколько процентов, что эквивалентно сотням миллионов долларов дополнительной продукции ежегодно. В Китае широкое использование дронов (свыше 200 тысяч аппаратов на полях) привело к росту чистого дохода фермеров на сотни долларов с гектара благодаря сокращению затрат и увеличению сбора зерновых. Для хозяйств Чуйской области, где рентабельность часто невысока, даже 5–10% прироста урожая и экономии затрат имеют существенное значение.

Экономия ресурсов и бережливое землепользование. Технологии точного земледелия позволяют экономно расходовать основные ресурсы: воду, топливо, удобрения, химию. Например, спектральный анализ перед поливом даёт понимание, какие участки действительно нуждаются в воде, и предотвращает переувлажнение остальных – это экономит воду в засушливом климате. Дозированное внесение удобрений не только снижает расходы на агрохимию, но и предотвращает накопление избыточных нитратов в почве и воде. Электрические дроны заменяют часть работы тракторов, сокращая потребление дизельного топлива и выбросы CO₂. К слову, Кыргызстан во многом питается возобновляемой электроэнергией (ГЭС), поэтому переход некоторых полевых работ на электротягу (аккумуляторы дронов) уменьшает углеродный след сельского хозяйства. Также уменьшается износ тяжёлой техники, а срок её службы продляется, ведь часть операций берут на себя беспилотники.

Снижение экологической нагрузки. Прецизионные технологии прямым образом способствуют охране окружающей среды. Точечное применение пестицидов означает, что меньше ядохимикатов попадает в экосистему; снижается загрязнение почвы и грунтовых вод. Отсутствие механического воздействия тяжёлой техники на почву во время вегетации предотвращает уплотнение грунта – сохранение рыхлости почвы улучшает её структуру, водо- и воздухопроницаемость, что в долгосрочной перспективе повышает плодородие. Кроме того, отпадает необходимость заходить техникой в те участки, где созревают дикие травы по краям полей или обитают насекомые-опылители, – эти уголки экосистемы остаются невозмущёнными, что благоприятно для биоразнообразия. Таким образом, дроны помогают вести хозяйство более экологически устойчиво. Другая важная составляющая – безопасность людей: при авиаобработке оператор не контактирует непосредственно с химикатами, в отличие от ручного опрыскивания или заправки ранцевых опрыскивателей. Риск отравления сельхозрабочих пестицидами существенно снижается, а также исключаются случаи, когда трактористы получают вредное воздействие химии или повреждаются при опрокидывании техники на сложном рельефе.

Все перечисленные экономические и экологические плюсы складываются в концепцию умного, устойчивого сельского хозяйства, где каждая копейка вложений и каждое действие оправдано данными. В результате фермеры получают не только более высокую прибыль, но и сохраняют природные ресурсы для будущих поколений, что особенно актуально для Чуйской области с её интенсивным земледелием.

Реальные примеры и инициативы в Чуйской области

Внедрение агродронов на практике: демонстрация работы дронов-опрыскивателей в одном из сельских хозяйств Чуйской области. Специалисты обучают операторов управлению техникой и планированию полётных заданий перед обработкой полей.

Практические шаги по внедрению беспилотных и спутниковых технологий уже предпринимаются в Чуйском регионе. В 2024 году в Ысык-Атинском районе Чуйской области состоялась показательная презентация применения агродронов в сельском хозяйстве. На базе одного из местных кооперативов (созданных при поддержке международного проекта «Обеспечение доступа к рынкам») была продемонстрирована работа двух беспилотников в связке. Сначала малый разведывательный дрон облетел поле и выполнил спектральный анализ: измерил влажность почвы, выявил разницу в состоянии растений и определил, где требуется внести дополнительные удобрения или гербициды. На основе этих данных была тут же составлена карта-задание. Затем в небо поднялся крупный агродрон-опрыскиватель с размахом крыльев около 2 м. Следуя заданной траектории, он распылил жидкое удобрение дифференцировано – больше на участки с слабым развитием растений и меньше там, где посевы в хорошем состоянии. Вся операция заняла считанные минуты, и результатом стало равномерное питание культуры без избыточного расхода ресурсов. На демонстрации присутствовали представители правительства: они отметили, что один такой дрон способен заменить несколько единиц традиционной техники и бригаду работников. Заместитель председателя Кабинета Министров – министр сельского хозяйства Кыргызстана Бакыт Торобаев подчеркнул, что правительство планирует оснащать машинно-тракторные станции (МТС) по регионам подобными дронами. По его словам, дрон за рабочий день обрабатывает до 100 гектаров при минимальных затратах, не умеющая это повторить ни одна наземная машина без значительных потерь времени и топлива. В качестве поддержки фермерам было объявлено о готовности государства субсидировать приобретение агродронов, а также о льготном кредитовании (агрокредиты под 4% годовых) на покупку высокотехнологичного оборудования.

Можно отметить, что до недавнего времени использование БПЛА в Кыргызстане сдерживалось нормативными ограничениями и высокой стоимостью. Импорт и эксплуатация беспилотников требовали специальных разрешений, и лишь немногие частные хозяйства могли позволить себе такую технику. Фактически, агродроны находились только у отдельных энтузиастов – фермеров, которые приобретали их за свой счёт (чаще всего по одному аппарату на хозяйство). Эти фермеры оказывали услуги соседям, сдавая дрон в аренду во время сезонных работ, чтобы техника не простаивала. Теперь же, с 2023–2024 годов, ситуация начала меняться: государство само закупило первые экземпляры беспилотников для аграрных нужд и запустило программу обучающих показательных выездов. Министерство сельского хозяйства объявило, что в каждом из семи регионов республики будут проведены демонстрации работы дронов, чтобы распространить знания о новых технологиях. Специалисты обучают аграриев основам использования дронов: как планировать миссии, как проводить спектральный анализ полей, как безопасно управлять аппаратом при распылении. Эта просветительская работа призвана снять психологический барьер и показать на практике выгоды точного земледелия.

Помимо государственных инициатив, в Чуйской области появились и частные сервисные компании, предлагающие услуги агродронов “под ключ”. Так, уже два года действует компания, предоставляющая услугу обработки полей дронами-опрыскивателями для местных фермеров. Сезон работы дронов охватывает период с апреля по октябрь – от предпосевной подготовки до стадии роста и созревания культур. Фермер может буквально через мобильное приложение заказать обработку своего поля: сервис отправляет команду с дроном, которая выполняет работу в оптимальные сроки. Стоимость услуги составляет порядка 1000–1200 сомов за гектар, в которую включены аренда дрона, работа профессионального оператора, расход воды для баковой смеси и доставка оборудования до поля. Более того, при онлайн-заказе некоторые расходы субсидируются местным сахарным заводом (например, завод «Каинды-Кант» предоставляет скидки на транспортировку, заинтересованная в качественном выращивании сахарной свёклы сырья для производства). Такой подход показывает, что бизнес готов интегрировать беспилотные технологии в сельское хозяйство и сотрудничать с аграриями на взаимовыгодных условиях. Фермеру нет необходимости сразу покупать дорогой дрон – достаточно пригласить службу, которая выполнит обработку профессионально. С другой стороны, успешно оказанные услуги стимулируют спрос: некоторые хозяйства, попользовавшись сервисом, затем решаются приобрести собственный дрон, особенно когда государство обещает компенсации или лизинговые программы.

Важно упомянуть и применение спутниковых данных на практике в Кыргызстане. Здесь пока больше инициатива у научных и экспертных организаций. Например, Агентство по гидрометеорологии и институты при Министерстве сельского хозяйства начали использовать спутниковые снимки Sentinel для мониторинга засух и оценки состояния пастбищ. В 2021–2022 годах в стране был пилотно создан так называемый «киргизский дата-куб» – банк обработанных спутниковых данных, где хранятся временные ряды снимков по всей территории республики. На основе этих данных аналитики строят карты продуктивности земель, прогнозируют урожай зерновых по регионам (в том числе по Чуйской области, как ключевому зернопроизводящему региону) и выявляют зоны, требующие мелиорации или изменений структуры посевов. Такие проекты часто реализуются при технической поддержке международных партнёров (например, космических агентств и организаций развития) и постепенно передаются национальным службам. Для рядового же фермера польза от спутников проявляется опосредованно: через рекомендации агрономических служб. Например, если спутниковый мониторинг показал, что в текущем году в определённом районе ожидается низкая влажность почвы, службы могут рекомендовать там пересмотреть планы посева или заранее запастись дополнительной водой для орошения.