



Совершенствование орошаемого земледелия: мировой опыт



НИЦ МКВК
Ташкент 2022



Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Совершенствование орошаемого земледелия: мировой опыт

Часть 4

Ташкент 2022

НИЦ МКВК представляет вашему вниманию очередную подборку зарубежного и регионального опыта в области совершенствования орошаемого земледелия.

Содержание

Пять технологий, которые навсегда могут изменить сельскохозяйственный сектор.....	5
Что будет с АПК к 2030 году: агродроны в небе, роботы в поле, теплицы в городах	7
Сельское хозяйство 4-го поколения помогает фермерам производить больше с меньшими затратами	10
Системы орошения: ключевые аспекты капельного орошения	12
Селекционеры хлопка используют генетику, чтобы сделать эту глобальную культуру более устойчивой	15
Орошение оказывает сильное влияние на местный климат Центральной Азии: исследование	18
Неточные глобальные модели оценки орошения могут нанести значительный вред	20
Голландская инновация позволяет использовать на 90% меньше воды для выращивания сельхозкультур в наиболее аридных регионах мира	21
Сенсорные оросительные системы в Гоа.....	24
Вертикальное, парниковое или традиционное земледелие: что выгоднее?.....	25
Индийский штат пересматривает свою сельскохозяйственную стратегию, выдвигая инновации на передний план.....	27
Как Китай решает свои проблемы с водой.....	31
Изменение климата сказывается на сельском хозяйстве	37
Урожайность сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата	44
Компания «Indrica» разрабатывает новые технологии с использованием больших данных и продвинутого анализа данных для оптимизации орошения.....	46

Пять технологий, которые навсегда могут изменить сельскохозяйственный сектор¹

Сельское хозяйство является крупнейшим сектором экономики Индии, вносящим почти 75% в ВВП страны. Со временем в сельском хозяйстве произошел бум благодаря меняющимся технологиям и усовершенствованным инструментам. На смену животным пришли тракторы, а теперь и другие машины. Сбор урожая больше не осуществляется вручную.

Таким образом, технологии оказались магической формулой для сельскохозяйственного сектора. Недавно правительство объявило о расширении цифровизации сектора, что дает цифровым стартапам поле для работы и возможность произвести революцию в секторе.

Сельское хозяйство по-прежнему нуждается в модернизации и внедрении многих технологий. Давайте рассмотрим некоторые из инноваций, которые могут полностью изменить сельское хозяйство:

3D-литография

Если 3D-принтеры будут внедрены в Индии, они могут произвести революцию в сельском хозяйстве. Благодаря этой технологии фермеры смогут производить важные сельскохозяйственные химикаты, такие как гербициды, пестициды и ветеринарные препараты, только на своих фермах. Это не потребует дополнительного времени, так как их можно будет производить в любом месте и в любое время. Для 3D-печати необходимы три важных элемента – программное обеспечение, 3D-принтер и химические чернила. В настоящее время эта технология недоступна в Индии. Однако, если эта недорогая технология появится в Индии, она может изменить сельское хозяйство.

¹ Источник: Five Technologies That Can Transform The Agriculture Sector For Good / <https://www.news18.com/news/lifestyle/five-technologies-that-can-transform-the-agriculture-sector-for-good-4754102.html> Опубликовано 9.02.2022

Аквапоника

Слияние двух технологий позволяет производить продукты питания в устойчивой среде даже в городских районах. Технология использует технику гидропоники, то есть способ выращивания растений в воде без почвы, а также рыбоводство. Согласно оценкам, к 2050 г., учитывая рост численности населения, более 70% территории будет урбанизировано. В таких случаях миру нужна альтернатива традиционному сельскому хозяйству. Аквапоника является такой альтернативой. Это замкнутая система, которая не только обеспечивает корни растений питательными веществами через воду, но и создает систему, потребляющую меньше воды и энергии.

Дистанционное зондирование и Интернет вещей

Технология дистанционного зондирования позволяет фермерам и другим заинтересованным сторонам принимать управленческие решения на основе наборов данных по ландшафту с учетом типа почвы, глубины залегания грунтовых вод, почвенного покрова, использования ресурсов, данных об экосистеме, вредителях и болезнях, а также погоды. Хотя эти данные могут поступать от датчиков, расположенных на ландшафте или на спутниках, растет возможность использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) или дронов для мониторинга локального землепользования и получения спутниковой информации в режиме реального времени с помощью Интернета вещей.

Цифровая визуализация с помощью смартфонов

Новый недорогой датчик гиперспектрального изображения для смартфонов может обеспечить в развивающихся странах простой способ раннего обнаружения болезней культур и значительно минимизировать потери урожая. Этот метод позволяет специалистам сканировать растения на наличие сигналов о болезнях, которые могут совпадать с возможными болезнями из базы данных и рекомендовать меры борьбы. По мере обнаружения новых болезней специалисты могут добавлять их в базу данных, формируя базу данных и обеспечивая систему раннего предупреждения.

Растения-индикаторы

Растения-индикаторы, которые также известны как сигнальные растения, выступают в качестве индикаторов биотического или абиотического стресса в системах растениеводства. Они подают ранние сигналы о стрессе культур, например, изменение цвета листьев. Эти растения могут дать раннее предупреждение о появлении вредителей и болезней, дефиците питательных веществ или изменениях в почвенных условиях.

Что будет с АПК к 2030 году: агродроны в небе, роботы в поле, теплицы в городах²

Из-за чего началась четвертая аграрная революция, и какие инновации будут внедрять в первую очередь

Об этом в своем футуристическом прогнозе рассказывают аналитики консалтинговой компании GlobalData.

«Первая сельскохозяйственная революция характеризуется появлением современного сельского хозяйства, вторая началась во время промышленной революции, когда были введены севообороты, а третья ознаменовалась рассветом открытия синтетических удобрений и методов генетической селекции, ускоряющих продуктивность сельскохозяйственных угодий.

В настоящее время перед отраслью стоит множество сложных и взаимосвязанных задач, в том числе рост мирового населения и изменения климата, а это означает, что необходима четвертая революция.

Отрасли, очевидно, придется адаптироваться к последствиям изменения климата, поскольку к 2030 году экстремальные погодные явления, такие как засухи и наводнения, станут еще более частыми. АПК увеличи-

² Источник: <https://www.agroxxi.ru/stati/chto-budet-s-apk-k-2030-godu-agrodrony-v-nebe-roboty-v-pole-teplicy-v-gorodah.html> Опубликовано 30.09.2022

вает инвестиции в повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий, чтобы максимизировать производительность – производить больше с меньшей площади.

Четвертая аграрная революция отличается ожидаемыми изменениями, вызванными новыми технологиями, особенно использованием искусственного интеллекта (ИИ) и автономных роботов. Эти технологии можно использовать для сбора урожая, прополки сорняков, доения скота и автономного внесения удобрений. Например, точное земледелие предполагает применение агрохимикатов и воды предписанным образом для минимизации отходов.

К 2030 году улучшение связи в сельской местности и достижения в области 5G будут означать, что все устройства в сельскохозяйственной экосистеме могут быть подключены и постоянно собирать и хранить данные в системе управления фермой для более эффективной работы. Четкие и понятные руководства для «коллективного фермерского разума» выведут общий уровень агрообразования на новый этап.

Фермы станут «умнее», поскольку технологии помогут производить больше продуктов питания на меньшем количестве земли. В таких технологиях используются датчики и изображения для мониторинга и максимального увеличения производства продуктов питания. Они сочетают в себе Интернет вещей (IoT) и автоматизацию для создания, например, в теплице саморегулирующегося микроклимата с помощью датчиков и систем управления. Фермы начнут собирать и отслеживать огромные объемы данных о своей работе, которые будут передаваться в ИИ для автоматизации роста.

В 2030 году многие фермы будут подключены через датчики Интернета вещей, за ними будут ухаживать автономные роботы, а управление осуществляться с помощью аналитики искусственного интеллекта для оптимизации операций.

Точное земледелие повысит устойчивость, а геномика сделает сельскохозяйственные культуры более устойчивыми к последствиям изменения климата.

Аналогичные принципы будут применяться к вертикальным системам земледелия, где урожай выращивается на многоярусных закрытых фермах и речь идет не о гектарах, а о метрах и сантиметрах.

Поскольку к 2030 году 60% населения станет городским, строительство сити-ферм в городах поможет поддерживать продовольственную безопасность, сокращать импортозависимость, продавать свежие продукты.

По данным GlobalData, с 2021 года количество наемных сотрудников на должности, связанные с умными теплицами, увеличилось более чем в

три раза. Достижения в области ИИ уменьшили потребность в человеческом вмешательстве, а инвестиции будут только увеличиваться, поскольку проблемы, стоящие перед сектором, требуют большей автоматизации.

Сельскохозяйственные дроны, беспилотные летательные аппараты, используемые для оптимизации и мониторинга урожая, уже сейчас, в 2022 году, умеют превосходно проверять и оценивать вегетационные индексы сельскохозяйственных культур для определения здоровья растений, стадии сбора урожая и уровень азота в почве. Инновации продолжаются.

По данным GlobalData, количество патентов, связанных с сельскохозяйственными дронами, увеличилось в 14 раз в период с 2015 по 2021 год. К 2030 году они станут автономными и модульными.

Модульная инновация означает, что дроны смогут выполнять передовые методы опрыскивания сельскохозяйственных культур и мониторинга местности. Эти задачи часто непривлекательны для людей, поскольку они отнимают невероятно много времени, а кризис рабочей силы и нехватка навыков только подстегнет спрос на сельскохозяйственные дроны.

К 2030 году сельскохозяйственные дроны будут поддерживаться более широкими связями в сельской местности и более локализованным регулированием.

Операторы ферм должны будут иметь образование в области цифровых технологий, а владельцы ферм осведомлены о кибербезопасности, поскольку увеличение числа устройств, подключенных к фермерским экосистемам, подвергает их кибератакам. Вполне вероятно, что сельский сектор станет привлекательной мишенью для киберпреступников, тем не менее, мы видим, что трансформация АПК происходит намного быстрее, чем многие думают».

Сельское хозяйство 4-го поколения помогает фермерам производить больше с меньшими затратами³

Четвертая сельскохозяйственная революция обещает производство большего количества еды на меньшей площади земли.

Сельское хозяйство находится в самом разгаре четвертой промышленной революции. Новые, меняющие мир технологии приводят к экономическим, экологическим и социальным изменениям в глобальной продовольственной системе. И перед лицом растущего голода, численности населения и меняющегося климата все, от политиков до миллиардеров, обращают на это внимание.

В феврале 2022 года Ассоциация производителей оборудования США опубликовала результаты исследования, посвященного повышению сельскохозяйственного производства при меньших затратах за счет новых технологий. В среднем, при испытании новых технологий удалось добиться увеличения урожайности на 4%, сокращения использования удобрений на 7%, гербицидов на 9%, ископаемого топлива на 6% и воды на 4%.

Фермеры применяют технологию Интернета вещей (IoT) для дистанционного отслеживания посевов, используя датчики для обнаружения роста сорняков, уровня воды и нашествия вредителей. И мы видим это не только на традиционных сельскохозяйственных угодьях. Компания Farm66, расположенная внутри небоскреба в Гонконге, использует IoT для управления крытой фермой площадью 2000 кв. м. По оценкам, к 2025 году сельскохозяйственная отрасль на базе IoT достигнет 4,5 млрд. долл. США.

В Китае дроны используются для контроля 20 млн. га хлопка, помогая при защите от вредителей, применении удобрений и гербицидов, орошении и определении сроков сбора урожая для повышения производительности.

Тем временем искусственный интеллект и машинное обучение активно внедряются в изменчивой среде Австралии для прогнозирования погодных условий, температуры, водопользования и почвенных условий.

³ Источник: Agriculture 4.0 Is Helping Farmers Do More With Less / <https://www.outlookindia.com/international/agriculture-4-0-is-helping-farmers-do-more-with-less-news-205434> Опубликовано 29.06.2022

Большие данные обладают огромным потенциалом для радикального изменения отрасли за счет снижения будущих неустойчивых факторов и неопределенности. Полагаясь на облачные вычисления для анализа массивных наборов данных, фермеры могут внимательно следить за условиями окружающей среды в режиме реального времени.

К 2025 году только сельскохозяйственный рынок больших данных, по оценкам, достигнет 1,4 млрд. долл. США.

Обещание высокой прибыльности вызывает настоящий ажиотаж в частном секторе. С 2012 года число агротехнологических стартапов выросло более чем на 80 %. К ним присоединяются Джефф Безос из Amazon и технический миллиардер Эрик Шмидт. Наряду с крупнейшим в мире инвестиционным фондом, ориентированным на технологии, они вкладывают около 200 млн. долл. США в стартап Plenty, занимающийся вертикальным земледелием в закрытых помещениях. Билл Гейтс и Ричард Брэнсон вместе с продовольственным конгломератом Cargill также участвуют в этой игре.

Но не преувеличены ли «обещания точности» в погоне за все более сложными технологиями?

История модернизации сельского хозяйства убедительно свидетельствует о том, что рост продуктивности несет в себе потенциальные риски, включая усиление социального неравенства и деградацию окружающей среды. В любом случае, стремление к высокотехнологичному сельскому хозяйству приведет к уникальному набору как положительных, так и отрицательных последствий.

Проблемы включают растущее цифровое неравенство, доступ к энергии и другим ресурсам, изменение законов и нормативов, совместимость данных и проблемы безопасности – «умные фермы» – это фермы, которые можно взломать. А поскольку крупные корпорации собирают и продают данные фермеров, эскалация напряженности в связи с неправомерным использованием данных представляет собой серьезную угрозу.

Сельское хозяйство во всем мире сталкивается с «идеальным штормом»: быстро растущее население требует больше килоджоулей в день на фоне значительных экологических проблем, при этом необходимо поддерживать средства к существованию на 570 миллионах ферм по всему миру, большинство из которых являются семейными предприятиями.

При правильной интеграции новые технологии могут повысить урожайность, снизить производственные затраты, улучшить отслеживаемость продуктов питания, устранить ненужные отходы и заблаговременно выявлять болезни. Однако использовать все возможности «Сельского хозяйства поколения 4.0» будет нелегко. Промышленность, исследовательские, пра-

вительственные и коммерческие группы должны работать вместе, чтобы устранить правовые барьеры, повысить уровень цифровой грамотности и доступ, а также позволить платформам лучше обмениваться защищенными данными. Возможно, сельское хозяйство является одним из самых первых технологических шагов человека, но для обеспечения его продолжения потребуется весь набор человеческой изобретательности.

Системы орошения: ключевые аспекты капельного орошения⁴

Орошение может быть сложной темой. Для того чтобы разобраться в этой теме, необходимо иметь хорошие базовые знания. Ирригационная система – это гидравлическая система, которая перемещает воду с помощью насосов, труб, шлангов и т.д. Системы орошения должны выбираться и подбираться в зависимости от типа и размера системы. Есть три ключевых аспекта для понимания орошения на базовом уровне: производительность, равномерность и контроль.

Пропускная способность

Системы капельного орошения должны иметь достаточную пропускную способность, чтобы обеспечить необходимый расход воды и подачу питательных веществ. Системы капельного орошения включают использование капельниц для подачи воды и питательных веществ на уровне корневой зоны. Каждая капельница имеет определенную пропускную способность, рассчитанную на подачу определенного объема воды. Если сумма всех расходов воды из капельниц превышает пропускную способность системы, то они не смогут подавать одинаковый объем воды, что также снизит подачу питательных веществ.

⁴ Источник: Irrigation systems: Key aspects to consider for drip irrigation / <https://www.hortidaily.com/article/9395932/irrigation-systems-key-aspects-to-consider-for-drip-irrigation/> Опубликовано 2.02.2022

Для того, чтобы иметь достаточную пропускную способность, необходимо рассчитывать ее на основе расхода воды, который должен быть подан. Важно также учитывать, что потребность растений в воде может меняться в зависимости от различных факторов, и нужно всегда брать во внимание худший сценарий. Потребность в воде может отличаться даже внутри теплицы. Именно поэтому большинство производителей предпочитают устанавливать регулятор давления в небольших контурах. Это позволяет лучше контролировать полив.

Равномерность

Одной из наиболее важных характеристик орошения в коммерческом производстве является равномерность. Почему? Равномерность позволяет контролировать различные переменные, влияющие на производство. Неравномерные системы могут привести к сдвигу в датах сбора урожая или повлиять на качество продукции. На равномерность может повлиять тип или конструкция ирригационной системы. Еще один очень важный аспект, который необходимо учитывать, – это субстраты. Субстраты могут оказывать сильное влияние на равномерность орошения.

Системы капельного орошения обеспечивают хороший процент равномерности за счет использования большого количества капельниц с равномерным расходом. Капельное орошение по сравнению с другими системами орошения, такими как дождеватели, может обеспечить большую равномерность.

На равномерность может влиять субстрат. Некоторые бренды серьезно потрудились над разработкой вариантов субстрата для улучшения равномерности. Grodan – одна из таких марок. Rockwool – отличный вариант для удержания влаги растениями. Этот субстрат в основном используется для проращивания и пересадки. Компания Grodan также разработала блоки, которые можно использовать в системах капельного орошения. Эти блоки получили признание благодаря отличным условиям, обеспечиваемым на уровне корневой зоны, включая, конечно, однородность для лучшего развития культуры.

Контроль

Как решить, когда и сколько времени поливать? Исторически наиболее часто используемым методом является составление графика полива. Другие варианты включают автоматизацию на основе условий окружающей среды, таких как радиация.

При поливе растениеводы должны думать о двух аспектах: интервал времени между поливами и продолжительность каждого полива. Обычно интервалы между поливами меняются в течение цикла в зависимости от различных факторов, таких как стадия развития и условия окружающей среды.

Потребности в орошении могут зависеть от конкретной культуры. Обычно фермеры регулируют полив в зависимости от потребностей культуры, методом проб и ошибок. Пробуя, фермеры могут быть полностью уверены, что система доставляет необходимое количество воды и питательных веществ каждому растению. В дополнение к воде и питательным веществам, необходимым растению, фермеры обычно стремятся добавить на 20-30% больше воды, чтобы «промыть» систему и создать более однородную среду в корневой зоне. Этот «избыток» воды может компенсировать в небольшом проценте случаев, когда эмиттеры не обеспечивают равномерный полив. Также это может помочь нам избежать накопления солей в субстратах.

Гидропоника

Орошение в гидропонике – сложная тема. Потребление воды и питательных веществ растениями может меняться в зависимости от факторов окружающей среды. Кроме того, орошение может запускать определенное развитие наших культур.

Например, известно, что у томатов различные температуры в корневой зоне могут влиять не только на поглощение воды, но и на поглощение определенных питательных веществ. Предыдущие исследования показали, что поглощение таких питательных веществ, как кальций и фосфор, более чувствительно к изменениям температуры, чем других питательных веществ (Adams, 1989).

Орошение также может влиять на стимулирование генеративного или вегетативного роста. Генеративный рост стимулируется высокой разницей между дневной и ночной температурой, низким процентом дренажа и низкой электропроводностью.

Для того чтобы иметь реальный контроль над культурами, необходимо глубоко изучить требования к орошению и воздействия на культуры.

Селекционеры хлопка используют генетику, чтобы сделать эту глобальную культуру более устойчивой⁵

Продукция, получаемая из хлопка, присутствует во многих вещах, которые люди используют ежедневно, включая джинсы, простыни, бумагу, свечи и арахисовое масло. В Соединенных Штатах хлопок выращивается ежегодно в 17 штатах от Вирджинии до Южной Калифорнии. Однако сегодня хлопок подвергается риску.

Хлопковые культуры у трех ведущих мировых производителей хлопка – Индии, Китая и США – выращиваются и производятся совершенно одинаково. Это потому, что они генетически похожи.

Возможно, это хорошо, так как селекционеры отбирают растения с наилучшими показателями и скрещивают их между собой для получения лучшего хлопка в каждом поколении. Если один сорт дает волокно лучшего качества, которое продается по лучшей цене, фермеры будут выращивать исключительно этот сорт. Но после многих лет такого цикла, культивируемый хлопок начинает выглядеть одинаково: высокоурожайный и быстро собираемый с помощью техники, но совершенно неподготовленный к борьбе с болезнями, засухой или патогенами, переносимыми насекомыми.

Одной селекции может быть недостаточно для борьбы с низким генетическим разнообразием генома культивируемого хлопка, поскольку селекция работает с тем, что есть, а то, что есть, выглядит одинаково. При этом генетическая модификация может быть нереальным вариантом для создания хлопка, полезного для фермеров, поскольку получение разрешения на выращивание генетически модифицированных культур является дорогостоящим и жестко регламентированным процессом. Данное исследование сосредоточено на возможных решениях, лежащих на пересечении этих инструментов.

⁵ Источник: Serina Taluja. Cotton Breeders Are Using Genetic Insights To Make This Global Crop More Sustainable / <https://today.tamu.edu/2022/07/08/cotton-breeders-are-using-genetic-insights-to-make-this-global-crop-more-sustainable/> Опубликовано 8.07.2022

Как обновить хлопок

Ученые могли бы изменить всего несколько ключевых компонентов генома хлопчатника, чтобы сделать растения более устойчивыми к таким стрессам, как вредители, бактерии, грибки и нехватка воды.

Данная стратегия не нова. Около 88% хлопка, выращиваемого в США, было генетически модифицировано для защиты от гусениц, с которыми традиционные инсектициды плохо справляются.

Последние достижения в области культивирования и регенерации тканей растений позволяют получить полностью новое растение из нескольких клеток. Ученые могут использовать хорошие гены других организмов для замены дефектных у хлопка, получая хлопчатник со всеми генами устойчивости и всеми генами, ценными для сельского хозяйства.

Проблема в том, что получение одобрения регулирующих органов для выхода на рынок генетически модифицированной культуры является длительным процессом, занимающим часто от 8 до 10 лет, что обычно дорого.

Однако генетическая модификация — не единственный вариант. В 2020 году группа исследователей изменила правила игры в области генетики хлопка, выпустив пять обновленных и аннотированных геномов — два из культивируемых видов и три из диких видов. Сбор диких геномов позволяет начать использовать их ценные гены, чтобы попытаться улучшить культурные сорта хлопка, скрещивая их вместе и ища эти гены в потомстве. Этот подход сочетает в себе традиционную селекцию растений с детальным изучением генома хлопка

Теперь мы знаем, какие гены нам нужны, чтобы сделать культурный хлопок более устойчивым к болезням и засухе. Мы также знаем, как избежать внесения изменений в важные сельскохозяйственные гены.

Анализ гибридов хлопка

Существуют две основные формы характеристик гибридов. Оба были основаны на полиморфизме одиночных нуклеотидов или ОНП — различиях между видами в одной паре оснований, отдельных строительных блоках, составляющих ДНК. Даже растения с небольшим геномом имеют миллионы пар оснований. ОНП хорошо работают, если вы точно знаете, где они расположены в геноме, если нет мутаций, изменяющих ОНП, и если их много. В то время как у хлопка есть ОНП, которые были идентифи-

цированы и подтверждены в определенных областях генома, их немного, и они далеко друг от друга. Таким образом, характеристика гибридов хлопка путем сосредоточения внимания исключительно на ОНП приведет к неполной информации о генетическом составе этих гибридов.

Новые геномы открывают возможности для разработки скрининга гибридов на основе секвенирования. Определение того, какие части генома происходят от какого родителя, может дать селекционерам лучшее представление о том, какие растения следует скрещивать, чтобы впоследствии получить более качественный и продуктивный хлопок в каждом поколении.

Что нужно хлопку для роста

Поскольку к 2050 г. население мира увеличится до прогнозируемых 9,8 млрд. человек, спрос на всю сельскохозяйственную продукцию также будет расти. Сделать хлопчатник более продуктивным – не единственная цель генетического улучшения.

Изменение климата приводит к повышению глобальной температуры, и важные регионы хлопка становятся более засушливыми, как например юго-запад США. Как известно, хлопок является культурой, любящей тепло, и на исследовательских участках хлопок может расти при температуре до 39°C. Для достижения максимального потенциала урожайности требуется около 38 л воды для выращивания одного растения в течение 4-х мес.

Исследователи приступили к поиску культурного хлопчатника, способного переносить засуху на стадии всходов, а также в гибридных линиях и генетически модифицированных линиях. Ученые надеются, что смогут вывести растения с более высокой устойчивостью к засухе. Необходимо создать более устойчивый и генетически разнообразный хлопок, чтобы эта важная культура могла процветать в меняющемся мире.

Орошение оказывает сильное влияние на местный климат Центральной Азии: исследование⁶

Центральная Азия является высоко аграрной страной, большинство посевных площадей зависит от орошения из-за скудных осадков. Однако неясно, как это орошение влияет на региональный климат в Центральной Азии.

Чтобы ответить на этот вопрос, совместная исследовательская группа под руководством проф. Фэн Цзиньмина из Института физики атмосферы (IAP) Китайской академии наук и д-ра Ву Лияна из Хэнаньского университета адаптировала модуль орошения к региональной модели климата и модели исследования и прогнозирования погоды (WRF). Они провели обширное численное моделирование для оценки влияния орошения на местную температуру воздуха у поверхности земли, осадки и поверхностные тепловые потоки.

Исследование было опубликовано в «Журнале геофизических исследований атмосферы»

Д-р Ву, ведущий автор, отмечает, что начиная с версии 4.2 в 2020 году, модуль орошения был увязан с моделью WRF. Однако у него есть два недостатка: первый заключается в том, что он использует фиксированный интервал времени для полива, например, каждые пять дней, в то время как фактический полив является гибким. Другая проблема заключается в том, что орошение происходит по всей сетке модели, что также не соответствует действительности. В сетке модели всегда есть несколько типов землепользования. Только пахотные земли нуждаются в орошении, а другие виды землепользования не нуждаются в орошении.

Поэтому в ходе исследования были введены два соответствующих усовершенствования в исходный модуль орошения. Первое – это использование динамической стратегии орошения, при которой орошение проводится в зависимости от влажности почвы. Второе – использование стратегии полива не на уровне всей сетки моделирования, то есть полив происходит только в посевной части модельной сетки. По сравнению с экспериментом без орошения, смоделированные температура поверхности, температура приземного воздуха и влажность почвы в эксперименте с «динами-

⁶ Источник: Li Yuan. Irrigation exerts dramatic effects on local climate in Central Asia: Study / <https://phys.org/news/2022-07-irrigation-exerts-effects-local-climate.html> Опубликовано 6.07.2022

ческой» стратегией орошения не на уровне всей модельной сетки близки к наблюдениям.

Исследователи обнаружили, что орошение значительно увеличивает поток скрытого тепла и в то же время снижает поток ощутимого тепла, что в свою очередь приводит к значительному снижению температуры поверхности и максимальной суточной температуры. Испарение с поверхности почвы и транспирация сельскохозяйственных культур примерно в равной степени способствовали увеличению потока скрытого тепла. Они также обнаружили, что орошение приводит к повышению минимальной суточной температуры.

По словам проф. Фэна это связано с тем, что орошение увеличивает влажность почвы и, соответственно, увеличивается теплопроводность почвы. Следовательно, больше энергии передается в почву в дневное время, а затем высвобождается в ночное время, нагревая приземную атмосферу.

Интересно, что численное моделирование показывает, что орошение приводит к увеличению количества осадков в горных районах Центральной Азии. В Центральной Азии есть два основных района орошения: Ферганский бассейн и северный склон Тянь-Шань в Синьцзяне, оба из которых являются горными бассейнами, где преобладают восходящие ветры. Орошение приводит к увеличению водяного пара в бассейне. Восходящий поток ветра в течение дня уносит обильный водяной пар в горы, который поднимается по склону и конденсируется, образуя осадки.

Как отметил профессор Фэн, этот усовершенствованный модуль орошения можно в дальнейшем использовать для прогнозирования влияния будущего изменения климата на объемы орошения в Центральной Азии, что важно для планирования распределения водных ресурсов в этом регионе в будущем.

Неточные глобальные модели оценки орошения могут нанести значительный вред⁷

В комментарии, опубликованном в научном журнале «Nature Communications», международная группа исследователей из Бергенского университета и других ведущих институтов отмечают, что неправильное определение объемов воды, требуемой для орошения, крупнейшего потребителя пресной воды в мире, ставит под угрозу устойчивое управление водными ресурсами и может нанести социальный и экологический ущерб в больших масштабах.

Специалисты выявили, что оценки водозабора на орошение, которые дают крупномасштабные гидрологические модели, ненадежны, так как они не учитывают неопределенности и основаны исключительно на инженерно-агрономических аспектах орошения, упуская из виду саму ирригационную практику. Поскольку эти оценки используются в докладах о состоянии водных ресурсов мира и глобальных экологических перспективах, а также исследованиях ВБ, они потенциально могут привести к выработке ошибочных стратегий с разрушительными последствиями.

Что делать, по мнению исследователей? В комментарии они предлагают три способа исправления положения:

1. Признать, что неопределенности могут не исчезнуть при проведении дальнейших исследований.
2. Использовать вычислительные мощности для точной количественной оценки неопределенностей.
3. Обнародовать допущения, лежащие в основе создания и работы моделей.

⁷ Источник: Inaccurate global irrigation models can cause extensive societal harm / <https://phys.org/news/2022-06-inaccurate-global-irrigation-extensive-societal.html> Опубликовано 8.06.2022

Голландская инновация позволяет использовать на 90% меньше воды для выращивания сельхозкультур в наиболее аридных регионах мира⁸

На полуострове Санта-Элена в Эквадоре, где уровень радиации ежедневно достигает до 8 тыс. джоулей, растения процветают. Соленные ветры наряду с экстремальными температурами под 41°C и средним количеством осадков в 111 мм не сдерживают рост древовидной гмелины, произрастающей здесь. Это стало возможно благодаря коконной технологии «Groasis Waterboxx», изобретенной голландским бизнесменом Петером Хоффом.

Эта технология позволяет активно выращивать растения в Канаде, Дубаи, Иордании, Кувейте, Марокко и многих других странах.

Groasis Technologies охватывает несколько проектов, два из которых позволяют выращивать растения в аридных регионах. Это «Waterboxx plant cocoon» и «Growboxx plant cocoon». Обе технологии обеспечивают растений необходимой водой и питательными элементами на начальной стадии роста, пока растение не станет самодостаточным.

В традиционной технологии капельного орошения есть два недостатка. Один из них это большие объемы используемой воды – от 15 до 50 л на дерево в день. Другая проблема – испарение из-за жары. В засушливых аридных регионах с экстремальными температурами и дефицитом воды капельное орошение не только непрактично, но и подвергает ресурсы нагрузке.

Кокон «Waterboxx» может выполнять такие же функции, как и капельное орошение, но при этом использовать на 90% меньше воды.

⁸ Источник: Krystelle Dsouza. Dutch Innovation Uses 90% Less Water to Grow Plants in the World's Most Arid Regions / <https://www.thebetterindia.com/285600/dutch-businessman-innovation-helps-plants-grow-dry-arid-regions-use-less-water-crisis/> Опубликовано 17.05.2022



Это изобретение работает по схожему принципу. Дождевая вода попадают в кокон «Waterboxx» и скапливается в камере. Собранная вода просачивается в корневую систему растения через фитиль, вставленный в маленькое отверстие в днище кокона. По мере развития растения, корни растут в глубину, начинают доставать до более влажных слоев почвы и могут сами обеспечивать себя водой.

Устройство сделано из полипропилена, благодаря чему его можно использовать до 10 раз. Через 9-12 месяцев устройство можно убрать и использовать для других саженцев.

Согласно исследованию, технология имеет два преимущества: позволяет выращивать органическую продукцию, поскольку не использует пестициды; второе, приживаемость саженцев с использованием технологии составляет 90%.

По аналогичному принципу работает кокон «Growboxx». Однако тогда как кокон «Waterboxx» изготовлен из полипропилена многократного применения, кокон «Growboxx» сделан из переработанной целлюлозы и может быть использован только однократно.

Этот биоразлагаемый «умный контейнер или ведро» помещается вокруг молодого растения в отличие от «Waterboxx», который помещается вокруг семян. Семена и почва укладываются на крышку устройства. Данная технология позволяет семенам прорасти и расти по методу гидропоники в воде, хранимой внутри. Таким образом, деревья могут расти вместе с овощами, кустарниками и цветами.



Кокон может быть использован в течение года, после чего он разлагается и начинает действовать в качестве питательного вещества для дерева.

Сенсорные оросительные системы в Гоа⁹

Институт энергетики и ресурсов (TERI) в сотрудничестве с Национальным технологическим институтом (NIT) в Гоа разработал сенсорную систему орошения для фермеров на реке Сал и озере Наута в Гоа. Система использует технологию береговой фильтрации и может управляться с помощью мобильного приложения или через Интернет.

Система предотвращает излишние потери воды и позволяет фермерам проводить дистанционный контроль за орошением. Датчики могут запускать и останавливать насосы в зависимости от влажности почвы. Этот процесс предотвращает водную эрозию и поддерживает качество почвы на всем поле. Система также экономит время. Она сокращает объем ручного труда и улучшает финансовое положение фермеров.

Используя технологию речной береговой фильтрации, система может обеспечить чистую воду для орошения. Вода выкачивается из скважин, расположенных вблизи рек или озер. По мере просачивания речной воды через донные отложения, загрязняющие вещества, такие как бактерии и токсичные металлы, удаляются в результате комбинации биологических, физических и химических процессов. Правительство установило доступные скважины с подобной технологией для очистки загрязненной воды в двух водоемах.

Технология работает на возобновляемых источниках энергии (насосы на солнечных батареях), обеспечивая чистой водой фермеров в районах, не охваченных энергосетью. Вода с улучшенными параметрами качества, т.е. с меньшей мутностью и бактериальной нагрузкой, подаваемая по системе трубопроводов, позволяет фермерам получать более высокие урожаи. Технология предлагает недорогое средство для удаления большого количества загрязняющих веществ, включая взвешенные частицы и микробы, и, по сути, улучшает качество оросительной воды.

Доля датчиков, используемых в сельском хозяйстве и сопряженных отраслях Индии в 2020-21 гг. составила 20.2% валовой добавленной стоимости. Государственные учебные заведения работают над созданием высокотехнологичных решений для сельскохозяйственного оборудования. Индийский технологический институт в Канпуре (ИТ-Канпур) создал беспроводной почвенный тестер, который определяет состояние почвы за 90 се-

⁹ Источник: Samaya Dharmaraj. Sensor-Based Irrigation Systems in Goa, India / <https://opengovasia.com/sensor-based-irrigation-systems-in-go-a-india/> Опубликовано 18.04.2022

кунд с помощью встроенного мобильного приложения. Для определения питательных макроэлементов в почве, устройству требуется 5 г образца сухой почвы. Образец почв помещается в устройство цилиндрической формы длиной 5 см, которое подсоединяется к смартфону пользователя через Bluetooth для анализа почвы. После завершения анализа результаты появляются на экране в виде отчета о состоянии почвы, доступного в облачном сервисе приложения с уникальным идентификатором. Пользовательский интерфейс устройства доступен на местных языках. Устройство может тестировать до 100 тыс. образцов почвы, это самый высокий показатель среди тестеров.

Вертикальное, парниковое или традиционное земледелие: что выгоднее?¹⁰

Урожайность культур на акр – важный показатель в земледелии. У каждого фермера есть определенный участок земли, на котором он работает и старается получить максимальный доход с этой площади. За пределами крупных конгломератов фермерские хозяйства часто живут и «умирают» по этой статистике.

Чем выше урожайность, тем больше вероятность, что бизнес будет прибыльным и сохранится в будущем.

Традиционное земледелие

В традиционном хозяйстве семена высеваются в землю в геометрическом порядке, на расстоянии друг от друга, чтобы дать каждому растению наилучшие шансы на созревание. Маленькие растения можно сажать на расстоянии всего нескольких сантиметров друг от друга, однако круп-

¹⁰ Источник: Shivani Meena. Vertical Farming Vs Greenhouse Farming Vs Traditional Farming: Which is More Profitable? / <https://krishijagran.com/agripedia/vertical-farming-vs-greenhouse-farming-vs-traditional-farming-which-is-more-profitable/> Опубликовано 14.03.2022

ным деревьям может потребоваться в несколько раз больше пространства между ними.

Количество растений, которые могут поместиться на акре земли, определяют урожайность на акр. Фермер оценивает урожайность хозяйства, умножая количество растений на среднюю урожайность с одного растения. Иногда фермеры могут получить более высокий урожай, если погода чрезвычайно благоприятна или если они используют мощное удобрение.

Парниковое земледелие

В большинстве теплиц фермеры могут сеять одинаковое количество семян на акр, но и другие факторы могут привести к более высокому урожаю. Во-первых, растения в теплицах с меньшей вероятностью погибнут из-за заморозков или других плохих погодных условий. Во-вторых, некоторые типы теплиц могут помочь в борьбе с вредителями, что приводит к значительному сокращению потерь из-за заражения вредителями. В целом, это означает, что однослойные теплицы могут давать почти в шесть раз больше продукции, чем традиционные хозяйства на открытом воздухе.

Вертикальное земледелие

Вертикальное земледелие дает те же преимущества, что и однослойные теплицы, с одним важным отличием. Вертикальные фермы, в отличие от традиционных, организуют культуры столбиком друг над другом, что позволяет высаживать гораздо больше семян на акр. Это означает, что в дополнение к преимуществам, полученным благодаря перемещению растений в помещение, подальше от вредителей, погодных или климатических проблем, производители могут посадить значительно больше растений на той же площади и при этом обеспечить их процветание.

Что выгоднее? Вертикальное, парниковое или традиционное земледелие

По данным, преимущества такого подхода очевидны. В теплице вертикального типа можно получить такой же урожай, для достижения которого при традиционных методах земледелия потребовалось бы 40 акров

земли. Именно так: вертикальное хозяйство может производить в 40 раз больше продукции, чем традиционное хозяйство на открытом воздухе.

Индийский штат пересматривает свою сельскохозяйственную стратегию, выдвигая инновации на передний план¹¹

- *Сельское хозяйство Индии обеспечивает доход для 58% населения и продовольственную безопасность для 1,3 млрд. человек.*
- *Мадхья-Прадеш, один из ведущих сельскохозяйственных штатов Индии, коренным образом меняет свою продовольственную и сельскохозяйственную стратегию.*
- *Этот переход является частью планов центрального правительства Индии по созданию самообеспеченной Индии – плана, в основе которого лежит продовольственный суверенитет.*

По мере роста численности населения планеты и цен на продовольствие, необходимо трансформировать сельскохозяйственные экосистемы для устранения увеличивающегося разрыва в продовольственных системах. Индия находится в авангарде инновационных продовольственных систем, и этот прогресс лучше всего виден в штате Мадхья-Прадеш с населением численностью 73 млн. человек.

Инновационные продовольственные системы

В мае 2022 г. Департамент по вопросам обеспечения благосостояния фермеров и развития сельского хозяйства подписал Меморандум о взаимопонимании с Всемирным экономическим форумом, согласно которому правительство обеспечивают поддержку Центру продовольственных инно-

¹¹ Источник: Ajit Kesari, Jaskiran Warrik. This Indian state is overhauling its agriculture strategy — and innovation is at the forefront / <https://www.weforum.org/agenda/2022/09/madhya-pradesh-agriculture-food-system/> Опубликовано 1.09.2022

ваний Индии (FIH-I) в развитии партнерств между государственными, благотворительными и частными организациями с целью внедрения инноваций и новейших технологий в продовольственный и сельскохозяйственный сектора штата.

Центры продовольственных инноваций — это многосторонняя, рыночная партнерская платформа. Цель центров (хабов) — укрепление местных инновационных экосистем для последовательного ускорения инноваций с целью преобразования продовольственных систем.

Только за последние несколько месяцев «FIH-India» создал сообщество более чем из 110 единомышленников; некоторые из них заинтересованы в построении государственно-частных партнерств для совместной работы на благо сельскохозяйственного сектора штата Мадхья-Прадеш.

Рассматриваются возможности налаживания партнерских отношений с такими организациями, как «AgNext», которая занимается вопросами оценки качества по всей цепочке создания стоимости сельскохозяйственной продукции, что позволяет предприятиям анализировать продукты питания на местах всего за 30 сек, и «Grameen Foundation», цель которой обеспечить взаимодействие мелких производителей с помощью цифровых инноваций.

Одним из ключевых направлений деятельности «FIH-India» является усиление и расширение инноваций в сельском хозяйстве. Несмотря на открывающиеся возможности, как во всем мире, так и в Индии, масштабы и степень внедрения агротехнологий и агроинноваций слишком низкие. Однако в штате Мадхья-Прадеш намерены изменить эту ситуацию.

Реформирование сельского хозяйства в Мадхья-Прадеше

Стратегия штата Мадхья-Прадеш проста, но требует поддержки и инвестиций со стороны всех заинтересованных сторон.

Ориентация на рынок

Поощряя практику ведения сельского хозяйства, ориентированную на потребителя, гарантируя справедливые цены для фермеров и уменьшая зависимость от минимальной субсидируемой цены (МСЦ), правительство инициировало переход, ориентированный на эколого-экономическую инклюзивную стратегию государства для фермеров.

Правительство также начало реализовывать диверсифицированную сельскохозяйственную политику, ориентированную на спрос, которая дает возможность частному сектору помогать фермерам за счет предоставления им стандартных услуг при ведении сельскохозяйственной практики и обеспечения им рынка сбыта для их продукции. Новый подход будет выгоден для всех заинтересованных сторон. Фермеры выиграют, избавившись от зависимости от МСЦ. Окружающая среда выиграет от перехода к культурам, требующим меньше воды и удобрений, а штат Мадхья-Прадеш выиграет от диверсификации возможностей, предлагаемых фермерам.

Ориентация на технологии

Не секрет, что такие технологии, как дистанционное зондирование и географические информационные системы (ГИС), будут играть решающую роль в сельском хозяйстве в ближайшее десятилетие – от выявления культур и отдельных изменений в структуре посевов до проведения обследований и рекомендаций по агротехнике. Достоверная и оперативная информация важна для всех заинтересованных сторон. Карты культур, созданные с использованием спутниковых снимков, данных обследований и предоставленных фермерами схем, необходимы для агробизнеса. В Мадхья-Прадеше страхование урожая было увязано с земельной документацией штата, что позволило предотвратить страхования в завышенных суммах или повторного страхования.

От специально разработанной модели до модели на основе дистанционного зондирования (ДЗ) для консультирования по практике земледелия и т.д. - дистанционное зондирование было впервые использовано для оценки среднего урожая при страховой выплате за 2020-21 гг.

В будущем штат будет делать акцент на использовании технологий в вопросах землепользования, развития водосборных территорий и анализа урожая. Используя передовые технологии, особенно в плане информации о культурах, штат Мадхья-Прадеш стремится обеспечить фермерам и сопутствующим бизнес-предприятиям возможности для устойчивого и выгодного увеличения производства.

Ориентация на фермеров

При внедрении любых инноваций или технологий крайне важно обеспечить удовлетворение потребностей фермеров.

Фермеры заинтересованы в рентабельности, повышении урожайности и любых возможных положительных результатах внедрения новых технологий и практик. Фермеры должны осознавать полезность при внедрении более совершенного набора методов, включающего передовые технологические проекты. Участие фермеров и усиление их роли в принятии решений представляют собой единственный способ обеспечить процветание отрасли и штата Мадхья-Прадеша в целом.

Ответственность и регенерация

Правительство продвигает регенеративные методы ведения сельского хозяйства для обеспечения экологической устойчивости. Это связано с углеродными квотами и другими финансовыми стимулами для обеспечения долгосрочной устойчивости. Некоторые проекты в рамках «FIH India» направлены на изучение способов воздействия и расширения стимулов для углеродных квот в регионе.

Инновации

Ко всему прочему, Мадхья-Прадеш также является лидером в развитии инфраструктуры.

Фонд сельскохозяйственной инфраструктуры — это основная программа, направленная на привлечение частных инвестиций в сельское хозяйство, особенно в послеуборочную инфраструктуру. Мадхья-Прадеш осознает важность использования этого ресурса, тем более что эта схема позволяет увязывать различные государственные стратегии и схемы. Примечательно, что в штате зарегистрировано наибольшее количество официально одобренных предложений - 3609. Из поступлений в государственный бюджет, примерно 36% шло из Мадхья-Прадеша.

Самообеспеченная Индия

Департамент по вопросам обеспечения благосостояния фермеров и развития сельского хозяйства штата Мадхья-Прадеш остается верным в реализации видения правительства Индии о самообеспеченной Индии. Продовольственные системы занимают центральное место в этом стремлении.

В рамках видения власти штата налаживают эффективное взаимодействие различных ведомств, например, путем поощрения создания до-

бавленной стоимости и первичной переработки не только традиционных, но и садовых культур. Поскольку правительство штата поощряет диверсификацию культур и доходов, неудивительно, что наблюдается увеличение производства фруктов, цветов и овощей, при этом плодовоовощеводческие площади превышают 1,5 млн. га.

С запуском «FIN-India» в Мадхья-Прадеше правительство также развивает масштабную модель партнерства между государством, частным сектором и благотворительными организациями для поощрения партнерских коалиций, чтобы раскрыть и укрепить связь между инновациями, внедрением и воздействием. Это поможет штату реализовать инициативы, которые принесут пользу фермерам и продовольственным системам, в рамках которых они работают, а также сохранят их благосостояние.

Модель штата Мадхья-Прадеш – ориентированного на рынок, технологичного сельского хозяйства, в центре которого находятся фермеры и окружающая среда, можно легко воспроизвести в других местах. Эта модель может создать задел не только для других властей штатов, но и для партнеров из частного сектора, которые хотят работать с властями и при этом получать быструю отдачу от своих усилий и инвестиций.

Как Китай решает свои проблемы с водой¹²

Это было самое засушливое и жаркое лето в Китае с тех пор, как в 1961 г. начали вести учет. Аномальная жара была вызвана более сильным, чем обычно, субтропическим циклоном в западной части Тихого океана, которая еще больше усугубилась сниженными осадками. Воздействие этих экстремальных погодных явлений наблюдается во многих провинциях и районах бассейна реки Янцзы (ЯРБ), одного из регионов стратегического развития Китая.

По оценкам газеты «South China Morning Post», нынешняя аномальная жара затронула более 900 млн. человек в более чем 17 провинциях и около 2,2 млн. га сельскохозяйственных угодий в провинциях Сычуань,

¹² Источник: Genevieve Donnellon-May. How China Is Responding to Its Water Woes / <https://thediplomat.com/2022/09/how-china-is-responding-to-its-water-woes/> Опубликовано 7.09.2022

Хубэй, Хэбэй, Цзянси и Аньхой. В результате под угрозой оказались водная, энергетическая и продовольственная безопасность Китая.

Однако экстремальные погодные явления, связанные с изменением климата, представляют собой лишь одну из многочисленных водных проблем Китая. Помимо засухи, Китай сталкивается с огромными проблемами качества воды и неравномерного распределения воды в пространстве и времени. В силу различных факторов, в том числе стремительной индустриализации, урбанизации, а также воздействий изменения климата, спрос на пресную воду быстро растет. По прогнозам, к 2030 г. потребность Китая в воде превысит 800 млрд. м³. Однако обеспеченность Китая серьезно подорвана усилением взаимосвязанных факторов дефицита воды, урбанизации, роста населения, загрязнения и конкурирующих требований на воду.

Одной из серьезных проблем, с которыми сталкивается Китай, является крайне неравномерное распределение воды во времени и по территории страны. Несмотря на то, что Китай располагает 6% мировых водных ресурсов и входит в пятерку крупнейших стран с позиции запасов пресной воды в расчете на душу населения, Китай испытывает острый дефицит воды из-за недостатка водных ресурсов, которые неравномерно распределены по стране. Юг Китая, богатый водой, подвержен сильным наводнениям; при этом север Китая, сельскохозяйственный центр страны, напротив, засушлив и подвержен острому дефициту воды. По оценкам, север Китая располагает всего лишь 4% водных ресурсов страны, которые должны обеспечивать 25% населения и 27% национального валового внутреннего продукта.

Эти проблемы обостряются многолетней чрезмерной зависимостью Китая от подземных вод, вызванной высоким спросом на воду для социально-экономического развития и орошения сельскохозяйственных угодий. По оценкам, около 70% населения страны полагаются на подземные воды как на основной источник питьевой воды. Подземные воды также используются для орошения 40% всех сельскохозяйственных угодий Китая. В северном Китае на подземные воды приходится 50% промышленного водопотребления, 33% орошения и 65% бытового водопотребления.

При этом эксплуатация подземных вод привела к значительному падению уровня воды в водоносных горизонтах по всей стране. Из-за такой чрезмерной эксплуатации и неэффективного потребления водные ресурсы Китая быстро сокращаются. Водоносный горизонт Северного Китая является наглядным примером подобной неустойчивой добычи подземных вод в мире. Он расположен на территории Северо-Китайской равнины, одном из самых густонаселенных районов мира, а также экономическом, хозяйственном и культурном центре Китая. Кроме того, этот регион играет важ-

ную роль в обеспечении продовольственной безопасности Китая, обеспечивая, по оценкам, 13% сельскохозяйственной продукции, включая 20% от общего годового производства сельскохозяйственных культур в стране. Однако из-за интенсивных методов ведения сельского хозяйства и расширения ирригационных систем, за последние десятилетия большая часть неглубокого водоносного горизонта ушла на 20 м, а в некоторых районах более чем на 40 м.

Еще больше осложняет ситуацию то факт, что водные ресурсы Китая сильно загрязнены. В недавней публикации журнала «Ланцет» отмечается, что загрязнение остается самой серьезной угрозой здоровью во всем мире из-за преждевременных смертей и болезней, при этом загрязнение воды является причиной 1,4 млн. смертей. В Китае десятилетия активного экономического роста, быстрой индустриализации и развития, а также масштабного земледелия без учета экологических проблем, с высоким уровнем сельскохозяйственных стоков привели к сильному загрязнению воды по всей стране, что повлияло на окружающую среду и население. По последним оценкам, более 80% городов Китая сильно загрязнены из-за бытовых, промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных источников. Одновременно, исследование, проведенное в стране в 2016 г. под руководством правительства Китая, показало, что примерно 80% подземных вод Китая значительно загрязнены опасными веществами, включая тяжелые металлы, такие как мышьяк.

Решение национальных водных проблем

Китайский подход к управлению водными ресурсами традиционно был ориентирован на инженерные решения, о чем свидетельствуют проекты межбассейновой переброски воды, такие как проект переброски воды с юга на север, и многочисленных плотин, включая плотину «Три ущелья». Недавние проектные предложения, такие как огромный проект по переброске воды «Red Flag», «супер» плотина в верхнем течении реки Брахмапутры, построенная на 3D-принтере плотина, а также амбициозные цели Китая в области изменения климата предполагают, что этот подход сохранится и в будущем. Однако в дополнение к этому подходу, китайское правительство также реализует различные политические меры в ответ на свои национальные водные проблемы.

Любительская наука — еще один способ, с помощью которого Китай решает водные проблемы, позволяющий повысить роль населения в мониторинге и охране окружающей среды. Например, приложение «Черные и зловонные водоемы», запущенное в 2016 г. национальными министерствами жилищного строительства и охраны окружающей среды, позволяет

пользователям сообщать о загрязненных городских водоемах, и здесь был достигнут определенный успех. Любительская наука поддерживается и другими мерами, включая веб-сайты и социальные сети, предоставленные агентствам по охране окружающей среды в различных провинциях, и технологические разработки, такие как автоматизированные системы мониторинга воды (для сточных вод и очистки питьевой воды), приложения контроля качества воды и интеллектуальные системы водоснабжения с предоплатой.

Пекин также решает водные проблемы Китая с помощью Главной системы управления реками (озерами) (ГСУР). В 2016 г. центральное правительство потребовало обеспечить полноценное функционирование ГСУР по всей стране, стремясь не только улучшить качество воды, но и преодолеть «девять драконов, правящих водами», ссылаясь на разделение обязанностей между несколькими государственными ведомствами, что часто считается причиной неэффективного управления водой в Китае. По этой системе высшие должностные лица на различных уровнях правительства назначаются «главами» озер или рек со своей юрисдикцией. К концу 2018 г. эта система была внедрена по всему Китаю. В настоящее время насчитывается более 300 000 речных глав разного уровня (поселковые, окружные, городские и региональные). Китайская нисходящая система целевой ответственности направляет их работу по достижению целей в области загрязнения воды и связанных с этим задач. С момента внедрения главной системы управления реками (озерами) выросло количество водных объектов с улучшенным качеством воды.

В отличие от традиционного китайского подхода к управлению водными ресурсами, ориентированного на инженерные решения, Пекин продемонстрировал интерес к «зеленым» решениям (таким как строительство водно-болотных угодий и водопроницаемых мостовых) в рамках инициативы «Город-губка». В попытке использования преимуществ природных решений, в подходе «города-губки» объединены «голубые системы» и «зеленые зоны» (такие как водно-болотные угодья) как часть «серой» инфраструктуры (например, инициативы по повторному использованию воды). Главной целью концепции «городов-губок» является создание китайских «эко-городов», которые поддерживают местный городской водный цикл, контроль и снижение риска возникновения наводнений, дефицита и загрязнения воды, а также повышение устойчивости местных городов, особенно к учащающимся и усиливающимся экстремальным погодным явлениям, вызванным изменением климата. С 2014 г. концепция «городов-губок» была реализована в 30 крупных городах, включая Шанхай и Пекин. К 2030 г. правительство Китая планирует довести долю городских территорий, «впитывающих» и повторно использующих воду, до 80%.

В ответ на загрязнение воды и связанные с ним проблемы, которые могут вызвать политические и социальные потрясения, китайское правительство осуществляет более 130 стратегий по решению проблем качества поверхностных вод и деградации водных сред, в т. ч. в рамках 12-го пятилетнего плана (2010-2015 гг.), Плана действий Государственного совета по предотвращению и борьбе с загрязнением воды («План 10 действий по воде») и пятилетних планов по информатизации деятельности в области охраны окружающей среды.

В последние годы Пекин ввел в действие законы по защите рек от дальнейшей деградации. Хотя центральное правительство Китая ранее признавало эти проблемы, отражая их в своих докладах, природоохранной политике (например, в своей политике «экологических ‘красных линий’» по сбалансированию охраны природы и экономического роста) и нормативных актах (например, запрет на рыбную ловлю), в целом осуществлялась слабая координация, реализация и обеспечение их соблюдения. Позже в марте 2021 г. был принят новый Закон об охране реки Янцзы (ЗОРЯ). Главная цель ЗОРЯ заключается в охране самой протяженной реки Китая путем усиления ее экологической защиты и восстановления, а также обеспечения эффективного использования ее водных ресурсов, что свидетельствует о смене приоритетов Пекина в отношении рек и сохранения окружающей среды.

Это первый закон Китая по конкретному речному бассейну, что знаменует важный этап в законодательстве КПК по охране и восстановлению окружающей среды. ЗОРЯ позволяет усилить надзор, а также предотвратить и контролировать загрязнение воды в данном речном бассейне, решая проблему несостоятельности существующих организаций осуществлять охрану реки. Этот закон может не только усилить китайскую политику «экологической цивилизации» и «зеленого развития», но и привести к повсеместному внедрению аналогичных законов об охране других рек Китая.

Адаптация к воздействиям изменения климата

Однако эти подходы, особенно традиционный, инженерно-ориентированный подход, имеют определенные свои проблемы. Китай сталкивается с серьезными воздействиями изменения климата из-за глобального потепления, и водные ресурсы подвергнутся наиболее сильному воздействию как наиболее уязвимые. Как и весь остальной мир, Китай находится под растущей угрозой воздействий изменения климата, таких как повышение уровня моря. По данным Национального климатического центра Китая, уровни моря и средняя температура в стране повышаются быстрее, чем в среднем по миру, что грозит в будущем затоплением таких

прибрежных городов, как Шанхай. В то же время ледники Китая будут продолжать быстро таять, что, возможно, приведет к увеличению числа наводнений.

Китай также сталкивается с угрозами, связанными с растущей частотой и интенсивностью экстремальных погодных явлений, вызванных изменением климата, таких как сильные наводнения и засухи, которые ежегодно обходятся Китаю более чем в 47 млрд. долл. США. По оценкам, Китай ежегодно теряет 1% ВВП из-за наводнений, наносящих ущерб сельскохозяйственному производству, инфраструктуре и человеческим жизням. В то же время, более 650 китайских городов подвержены риску затопления. В июле 2021 г. провинция Хэнань столкнулась с ливнем, возникающим «раз в тысячу лет», в результате которого погибло около 400 человек, а материальный ущерб составил 12,7 млрд. долл. США. В 2020 г. уровни воды в южном Китае – регионе, который и так подвержен риску наводнений – поднялись до «критически высокого»: в 443 реках по всей стране возник паводок, причем в 33 реках вода поднялась до самых высоких отметок за всю историю наблюдений. По оценкам, от наводнения пострадали 38 млн. человек в 27 провинциях.

Кроме того, за последние несколько десятилетий, засухи стали более интенсивными и частыми. Это наносит огромный ущерб сельскохозяйственному производству, здоровью человека и инфраструктуре, затрагивает водную безопасность и сельскохозяйственное производство, как отмечается в докладе ООН 2022 г. «Засуха в цифрах». В другом недавнем исследовании проанализированы потери, связанные с засухой в 31 китайской провинции и городе с 1949 по 2017 гг. Было обнаружено, что от засухи пострадала примерно шестая часть пахотных земель Китая. Согласно исследованию, кукуруза и пшеница оказались среди наиболее пострадавших культур в таких районах, как Сычуань, Шаньдун и Внутренняя Монголия. Серьезные последствия предыдущих засух в Китае также хорошо известны.

Хотя социально-экономические и гуманитарные издержки текущей засухи на реке Янцзы еще официально не обнародованы китайским правительством, воздействие предыдущих засух известны. Например, в результате охватившей всю страну засухи 2009 г. пострадали 60 млн. человек и был нанесен ущерб примерно 6,5 млн. га земель. Аналогично, в разгар засухи в бассейне Янцзы в 2011 г. 3,5 млн. человек имели лишь минимальное количество питьевой воды. Другие крупные южные города Китая, такие как Шэньчжэнь, были предупреждены о возникновении острого дефицита воды в конце 2021 г. и из-за самой сильной засухи в бассейне реки Ист-Ривер за последние десятилетия были введены ограничения на воду.

В Китае ежегодные убытки от засух с 1949 по 2017 гг. составляют в среднем 7 млрд. долл. США. Однако при повышении глобальной температуры на 1,5°C эта цифра может вырасти до 47 млрд. долл. США, а при повышении на 2° C – до 84 млрд. долл. США в год, что также приведет к значительным сельскохозяйственным и социально-экономическим последствиям.

Правительство Китая принимает различные ответные меры на разных уровнях, чтобы решить основные проблемы качества, количества и неравномерного распределения воды по стране. Эти меры включают в себя законы, политику, цифровые технологии, любительскую науку и создание системы глав рек в сочетании с традиционным подходом, ориентированным на инфраструктуру. При этом еще предстоит узнать, в какой степени эти подходы окажутся успешными.

Одним из самых серьезных вызовов для этих ответных мер являются экстремальные погодные явления, связанные с изменением климата. Как показывают продолжающаяся засуха на реке Янцзы и другие экстремальные погодные явления, издержки, как гуманитарные, так и социально-экономические, огромны. Учитывая, что такие явления, как ожидается, будут нарастать по частоте, интенсивности и продолжительности вкупе с существующими национальными водными проблемами, угрозы политическим мерам Китая по решению его водных проблем сохраняются.

Как следствие, Пекину может потребоваться внедрить дополнительные подходы, направленные на аспекты управления, связанные с требованиями на воду, и более широко использовать альтернативные источники водоснабжения, такие как очищенные сточные воды, как для питьевых, так и для не питьевых целей.

Изменение климата сказывается на сельском хозяйстве¹³

Среди многих сложных задач, стоящих перед руководителями зерновых компаний стоит оценка последствий изменения климата. Заголовок специального отчета агентства «Fitch», опубликованного в июне, служит суро-

¹³ Источник: Gordon Feller. Climate change weighing on agriculture / <https://www.world-grain.com/articles/17417-climate-change-weighing-on-agriculture> Опубликовано 5.09.2022

вым напоминанием об огромных ставках, связанных с изменением климата: «Развивающиеся страны сталкиваются с более серьезными проблемами, связанными с адаптацией к изменению климата».

Основное внимание в отчете было уделено «разительным различиям в том, как страны сталкиваются с климатическими рисками и могут адаптироваться к ним. Страны с развивающейся рыночной экономикой сталкиваются с более неблагоприятными последствиями физического климатического риска и более серьезными проблемами адаптации к ним по сравнению со странами с развитой экономикой».

Согласно важнейшему докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), осталось примерно девять лет, чтобы ограничить катастрофу, связанную с изменением климата при значительном ухудшении рисков засухи, наводнений, экстремальной жары и бедности для сотен миллионов людей. Восемь из 35 стран, подвергающихся наибольшему риску в результате изменения климата, уже испытывают крайний дефицит продовольствия.

Изменение климата повлияет на количество и качество урожая, производство, темпы роста и увеличение связанного с температурой стресса и падежа скота, а также на качество кормов и распространение вредителей, жвачных и зоонозных болезней. Водообеспеченность животноводства снизится из-за повышенного поверхностного стока и сокращения запасов подземных вод. В глобальном масштабе при повышении температуры на 2°C ожидается сокращение поголовья скота на 7-10%, что повлечет за собой экономические потери в размере от 9,7 до 12,6 млрд. долл. США.

Доктор Салли Урен, генеральный директор «Форума для будущего» поднимает вопрос воздействия климата на сельское хозяйство, а также его угрозы безопасности и как фактора, способствующего глобальным конфликтам. Климатические прогнозы предполагают увеличение числа вооруженных конфликтов на 54% (393 тыс. смертей) к 2030 г. при отсутствии мер по смягчению последствий изменения климата.

Всемирный экономический форум объявил, что утрата биоразнообразия является третьей по величине угрозой, стоящей перед человечеством, после оружия массового уничтожения и развала государств. С 1900-х гг. 75% генетического разнообразия растений было утрачено, поскольку фермеры по всему миру заменили местные сорта генетически однородными высокоурожайными сортами и сегодня только 12 культур, и пять видов животных обеспечивают 75% продуктов, которые мы производим. Эта утрата сельскохозяйственного разнообразия способствовала изменению климата, разрушению экосистем и голоду.

Салли Урен считает, что глобальная производственно-сбытовая цепочка в сельском хозяйстве «уже сталкивается с нарушением логистиче-

ских цепей, а последствия COVID-19 и конфликта на Украине показали, как сложные системы, которые мы считали само собой разумеющимися, могут выйти из строя под давлением. Текущие тенденции показывают еще большие изменения на горизонте, которые будут все больше усложнять условия, в которых работают цепочки создания стоимости. Если мы не переосмыслим и не перепроектируем их, они, скорее всего, могут сломаться».

Однако нет достаточного понимания того, как добиться изменений. Там, где предпринимаются какие-либо действия, они зачастую носят постепенный характер и имеют узкую направленность (например, прожиточный минимум или логистика). Как заявляет Форум: «Нам нужна более системная и долгосрочная точка зрения».

По мнению Салли Урен, «грядут большие перемены и вызовы. Изменение погоды будет все больше воздействовать на сельскохозяйственное производство, в то время как необходимость смягчения последствий изменения климата требует изменения землепользования».

Дестабилизация климата повлияет на стоимость и безопасность логистики, например, транспорта. Другие тенденции, такие как автоматизация и усиление контроля в сфере регулирования, заставят цепочки создания стоимости адаптироваться или пострадать. Подверженная неизбежным потрясениям модель доставки «точно в срок» становится все более нестабильной.

Перемены уже назрели. Достижение нулевого уровня выбросов требует радикального смягчения последствий во всех цепочках создания стоимости в сельском хозяйстве. Но нам необходимо решить проблемы цепочки создания стоимости не только для обеспечения надежных поставок, с целью процветания бизнеса, но и для социального и экологического блага. Давние структурные неравенства и динамика власти также должны быть решены, если мы хотим создать отрасль, которая будет равноправной и справедливой, а также устойчивой к значительно изменившимся климатическим и социальным условиям».

Развивающиеся страны пытаются адаптироваться

Согласно «Докладу о пробелах в адаптации Программы ООН по окружающей среде за 2021 г.» развивающимся странам необходимо ежегодно тратить сумму в размере от 280 до 500 млрд. долл. США на проекты по адаптации к изменению климата до 2050 г. Такие проекты в области адаптации являются сложными и дорогостоящими. Однако, как отмечает «Fitch», «большинство этих стран имеют ограниченные финансовые ресур-

сы, которые они могут направить на адаптацию к изменению климата, особенно в текущих условиях инфляции и сокращения ресурсов из-за пандемии. И многим странам не хватает институционального потенциала для реализации проектов по адаптации».

Другой отчет «Fitch», опубликованный в мае, показывает, что «развивающиеся страны сталкиваются с более серьезными проблемами, связанными с адаптацией к изменению климата». Рассмотрим ситуацию в Индии, крупной страны-производителя пшеницы, где в национальный рацион входит значительный зерновой компонент. «Fitch» прогнозирует, что перебои в подаче электроэнергии, часто возникающие в результате изменения климата, ударят по сельскохозяйственному производству, «приведя к значительному сокращению производства и дальнейшему давлению на экономический рост Индии, особенно если аномальная жара будет продолжаться».

Аурелия Бритч, директор по климатическим рискам компании «Sustainable Fitch», расположенной в Сингапуре, пришла к выводу, что «одним из наиболее значительных и структурных среднесрочных и долгосрочных рисков, с которыми сталкивается агробизнес, является изменение климата и климатическая политика, а также связанные с ними физические и переходные риски». Что касается физических рисков, связанных с изменением климата, Бритч отмечает, как многие ожидают, что изменение погодных условий окажет значительное влияние на сельскохозяйственное производство в ближайшее десятилетие. В большей степени, чем в любом другом секторе, даже небольшие изменения климатических условий могут привести к значительному повышению или снижению урожайности культур и объемов производства. Из-за сезонного характера производства большинства культур кратковременные погодные явления могут иметь долгосрочные последствия для поставок, влияя на цены».

Различное воздействие на основных производителей зерна

Хотя масштабы повышения температуры и их влияние на погоду и природу, и в свою очередь, на сельскохозяйственные угодья и урожайность, по-прежнему остаются неопределенными, ученые из МГЭИК согласны: общее воздействие на урожайность культур будет отрицательным на глобальном уровне.

Возможности адаптации сильно различаются в разных странах. По оценкам Института мировых ресурсов в 2022 г., затраты на адаптацию и остаточный ущерб основным культурам в глобальном масштабе составят

63 млрд. долл. США при повышении температуры на 1,5°C, 80 млрд. долл. при сценарии 2°C и 128 млрд. долл. при сценарии 3°C.

Бритч указывает на меру сравнения: согласно прогнозам исследовательской группы «Climate Action Tracker», текущая политика, проводимая в настоящее время по всему миру, приведет к потеплению примерно на 2,7°C. В зависимости от страны, развитые страны смогут гораздо лучше адаптироваться к физическому воздействию изменения климата, учитывая более развитый сектор страхования лучшую инфраструктуру, экономическую и финансовую устойчивость.

В этом контексте среди крупнейших представителей агробизнеса и на основе академических исследований «Fitch Solutions» определило, что США, Европейский союз (особенно южные страны) и Китай столкнутся с негативным воздействием изменения климата на продуктивность сельского хозяйства. В России повышение температуры, вероятно, негативно скажется на урожайности в регионах текущего производства, и, хотя есть потенциал для расширения производства в северных регионах, слабая инфраструктура может помешать планам осуществить это. Канада и Бразилия могут видеть увеличение урожайности. В Индии изменение летнего муссона повлияет на урожайность, но МГЭИК подчеркивает, что существует высокий уровень неопределенности в отношении последствий изменения климата в стране.

Агентство «Fitch» отмечает, что «сектор агробизнеса также будет все больше подвергаться влиянию рисков перехода к изменению климата, которые представляют собой ряд рисков, связанных с бизнесом, которые следуют за социальными и экономическими сдвигами в сторону низкоуглеродного и более благоприятного для климата будущего». «Fitch» находится в процессе «долгосрочной оценки климатической уязвимости развивающихся секторов и организаций, которая измеряет относительную уязвимость к быстрому переходу к низкоуглеродному режиму между 2025 и 2050 гг. по секторам».

По словам Бритча, это «предусматривает глобальный переход к климату, ограниченному 2°C выше доиндустриального уровня к 2050 г. В соответствии с этим заслуживающим доверия сценарием, «Fitch» ожидает, что агропромышленный сектор в целом испытает минимальное давление со стороны климатической политики в ближайшие 10 лет». В более долгосрочной перспективе, до 2050 г, климатическая политика будет значительно усилена, в частности, в отношении мяса жвачного скота, которое «будет бороться за сокращение выбросов, а также столкнется с растущей конкуренцией со стороны все более дешевого и активного предложения альтернативного мяса (растительного и клеточного белка).

«Помимо мяса, другие секторы агробизнеса столкнутся с гораздо более умеренными рисками переходного периода, при этом компании в молочной отрасли и производители сельскохозяйственных культур (в частности, соевых бобов и пальмового масла) по-прежнему будут сталкиваться с большими рисками, чем компании, работающие в сфере торговли сельхозтоварами и переработки, включая компании по производству упакованных продуктов питания».

До сих пор агропромышленный сектор был относительно защищен от политики, связанной с климатом. Как отметила Бритч, это происходит «несмотря на то, что сектор сельского хозяйства, землепользования и лесного хозяйства является вторым по величине источником глобальных выбросов парниковых газов (ПГ) после энергетического сектора. На его долю приходится 22% глобальных выбросов парниковых газов в 2019 г».

На COP26 был достигнут неоспоримый прогресс в отношении роли агробизнеса в вопросах изменения климата: «Обязательство по сокращению вырубки лесных насаждений» и «Обязательство по метану» поставили сельское хозяйство на передний план действий по борьбе с изменением климата». В результате в ближайшие несколько лет некоторые правительства перейдут к этим обязательствам и начнут осуществлять первую климатическую политику в агробизнесе, постепенно расширяя схемы торговли квотами на выбросы, внедряя правила протекционизма в торговле экологическими товарами и увеличивая финансирование инициатив частного сектора по смягчению последствий изменения климата под руководством частного сектора.

Поскольку внимание к влиянию агробизнеса на изменение климата продолжает расти, ключевые компании в этом секторе все чаще принимают на себя обязательства по сокращению выбросов парниковых газов и защите окружающей среды. Однако компании агробизнеса, как правило, отстают. Компании также, вероятно, столкнутся с ростом судебных разбирательств, связанных с экологическими, социальными и управленческими вопросами (ESG), из-за утраты биоразнообразия и вырубки лесов, нарушения основных правовых норм или ложной отчетности. Вполне вероятно, что инвесторы значительно недооценивают воздействие изменения климата и влияние «зеленого перехода» на агропромышленный сектор. В совокупности эти факторы означают, что через несколько лет вероятны заметные сбои.

В этом свете Бритч поспешила отметить, что «ряд возможностей, возникающих в результате расширения участия агробизнеса в «зеленом переходе», также открывается перед различными компаниями». К ним относятся: диверсификация продуктов для снижения подверженности бизнес-рискам, связанным с изменением климата, в частности в отношении

альтернативных белков; кормовые инновации; инновации в области удобрений и средств защиты растений; ценообразование и возможности доступа на рынок для продуктов с низким уровнем выбросов.

Три ключевых вывода

«Форум будущего» предлагает три основных тезиса относительно влияния изменения климата на сельское хозяйство:

1. Изменение климата будет все более негативно влиять на сельскохозяйственное производство всех культур, и появляется все больше доказательств того, что главные регионы возделывания зерновых культур потерпят крах.

Изменение климата часто называют мультипликатором угроз, влияющим на существующие проблемы. По мере усиления засух, ураганов и наводнений, их взаимосвязанные воздействия могут ощущаться через глобальные экономические и торговые системы. Например, цены на четыре основные продовольственные культуры в мире (пшеница, кукуруза, рис и соя), производимые в таких житницах, как Австралия, Бразилия, США и Европа, подвержены одновременным обвалам. Когда такое случилось в прошлом, есть свидетельства того, что это способствовало возникновению беспорядков в отношении роста цен на продовольствие и, возможно, конфликтам. Например, засуха и аномальная жара в Украине и в России в 2007 и 2009 гг. нанесли ущерб посевам пшеницы и вызвали значительный рост мировых цен на пшеницу. В условиях изменения климата существует вероятность увеличения дефицита воды в этих главных регионах, что будет оказывать повышенное давление на продовольственную систему и цены.

2. Существует порочный круг изменения климата и землепользования – поскольку изменение климата влияет на производство, нам потребуется больше земли для производства продовольствия.

Более двух третей мирового объема пшеницы используется на продовольствие, 20% – на корм скоту и еще от 3% до 5% – на семена, промышленное использование и другие цели. Производство продовольствия для растущего населения мира в период, когда изменение климата будет воздействовать на то, где, как и можно ли выращивать сельскохозяйственные культуры, приведет к увеличению нагрузки на землю. Будет увеличиваться стресс между использованием земли для производства продуктов питания, волокна и топлива. Ключевая проблема заключается в том, что, если компания планирует расти из года в год, откуда возьмутся эти (земельные) ресурсы? Одна часть ответа заключается в диверсификации, при

которой большее разнообразие культур снижает риск несостоятельности главных районов возделывания зерновых культур.

3. Изменение и нарушение климата уже влияют на урожай, и за этим последуют более серьезные нарушения.

В этом году, помимо войны в Украине, погодные условия повлияли на несколько крупных стран-экспортеров пшеницы.

Как отмечает аналитическая платформа Gro Intelligence, засуха, наводнения и аномальная жара угрожают урожаям некоторых других крупных производителей (США, Канада и Франция).

Согласно отчету правительства США, мировое производство пшеницы в 2022-2023 гг. будет самым низким за последние четыре года, а мировые запасы пшеницы, по прогнозам, будут самыми низкими за последние шесть лет. Gro Intelligence отмечает, что мировые цены на удобрения за последний год выросли в три раза, что грозит «значительным» снижением урожаев в этом году. По его оценкам, это, наряду с другими факторами, означает, что мировые запасы пшеницы упали до самого низкого уровня со времен финансового кризиса 2008 г.

Изменение климата увеличивает вероятность возникновения глобальных конфликтов, поскольку регионы конкурируют за все более скудные ресурсы. Форум формулирует это следующим образом: «Нам нужно переосмыслить то, как могут выглядеть глобальные цепочки создания стоимости в свете этих тенденций, и внедрить более устойчивые и соответствующие модели, способные обеспечить будущий спрос».

Урожайность сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата¹⁴

Не нужно быть доктором сельскохозяйственных наук, чтобы понимать, что вода имеет решающее значение для производства сельскохозяйственных культур. Однако на протяжении многих лет некоторые люди, такие как Джонатан Проктор, доктор наук по экономике сельского хозяйства и ресурсов Калифорнийского университета в Беркли, пытаются объяснить, по-

¹⁴ Источник: A better understanding of crop yields under climate change / <https://www.sciencedaily.com/releases/2022/09/220919165625.htm> Опубликовано 19.09.2022

чему роль воды не учитывается в статистических моделях расчета урожайности.

«Исследования, анализирующие, как урожайность культур реагирует на температуру и количество осадков, как правило, обнаруживают, что температура имеет гораздо большее значение, чем вода, даже несмотря на то, что мы понимаем из физиологии растений, что и температура, и водоснабжение действительно важны для сельскохозяйственных культур», — говорит Проктор, научный сотрудник группы Питера Хайберса из Гарвардской школы инженерии и прикладных наук им. Джона А. Полсона (SEAS). «Решение этой головоломки имеет решающее значение для количественной оценки того, как изменение климата повлияет на урожайность сельскохозяйственных наук во всем мире».

У исследовательской группы была гипотеза: что если модели учитывали не подходящий вид водных ресурсов? Вместо измерения осадков, как это делалось в предыдущих исследованиях, команда Гарварда использовала спутники для измерения влажности почвы вокруг корневой зоны кукурузы, соевых бобов, проса и сорго, произрастающих по всему миру.

Команда обнаружила, что модели, использующие влажность почвы, объясняют от 30% до 120% больше межгодовых колебаний урожайности разных культур, чем модели, основанные на количестве осадков.

«Осадки и влажность почвы могут довольно сильно различаться из-за испарения, инфильтрации и стока», — объясняет Проктор. «То, что падает с неба, необязательно попадает в почву для питания культур — при этом то, что находится в почве для питания культур, на самом деле имеет большое значение для их урожайности».

Используя спутниковые наблюдения за влажностью почвы вместе со статистическим подходом, команда смогла лучше разделить и понять индивидуальное влияние температуры и водоснабжения на урожайность, которые часто путают, поскольку жара и сухость тесно связаны.

В частности, команда обнаружила, что экстремальная жара наносит меньший ущерб урожайности, чем предполагалось в предыдущих моделях, что снижает прогнозируемый ущерб от потепления. Но группа также обнаружила повышенную чувствительность к засухе и наводнениям.

«Когда речь идет о прогнозировании продуктивности сельского хозяйства в условиях меняющегося климата, нам необходимо учитывать общую динамику температуры и наличия воды», — говорит Хайберс, профессор экологических наук и инженерии в SEAS и науках о Земле и планетах.

«По сравнению с температурой, изменения во влагообеспеченности будут носить скорее региональный и сезонный характер, поэтому регио-

нальные стратегии планирования и управления выйдут на первый план в борьбе с изменением климата».

Команда планирует использовать это улучшенное понимание того, как влажность и температура почвы влияют на глобальную продуктивность сельского хозяйства, чтобы изучить, как изменение климата может повлиять на другие аспекты жизни человека, такие как миграция или стабильность поставок продовольствия.

Компания «Indrica» разрабатывает новые технологии с использованием больших данных и продвинутого анализа данных для оптимизации орошения¹⁵

Компания разработала новое цифровое решение для сквозного управления ирригационной инфраструктурой и сетями. Многонациональная компания с большим опытом цифровых преобразований инфраструктуры питьевой водоснабжения и санитарии в настоящее время внедряет свои новейшие технологии в сельскохозяйственный сектор с помощью модуля «GoAigua Agro Twin», в центре которого находятся основные элементы управления орошением в сельском хозяйстве.

Это решение, которое уже было успешно внедрено в Испании и Катар, основано на методах больших данных и анализа данных. Оно представляет собой интеллектуальную систему, поддерживающую принятие решений, оптимизирующую управление инфраструктурой и мониторинг полевых работ.

Учитывая важность энергоэффективности и КПД работы сегодня, интеллектуальное решение компании «Indrica» объединяет информацию о

¹⁵ Источник: Idrica develops new technologies using Big Data and advanced data analytics to optimize irrigation / <https://smartwatermagazine.com/news/idrica/idrica-develops-new-technologies-using-big-data-and-advanced-data-analytics-optimize> Опубликовано 22.09.2022

процессах и инфраструктуре в единую модель, которая облегчает сбор, обработку и стандартизацию данных, предоставляя конкретные технологические решения для орошения и централизованно отображая ключевые показатели.

Ключом к этому проекту было создание алгоритма искусственного интеллекта для орошения, разработанного совместно с «Agrow Analytics», компанией, поддерживаемой «GoHub Ventures», инвестиционным фондом «Global Omnium».

Использование алгоритма, интегрированного с данными, обеспечивает оперативное управление и мониторинг объектов, улучшает процесс принятия решений, оптимизирует режимы орошения и обеспечивает ранее обнаружение утечек, мошенничества и потребления, превышающего установленные нормы. Наряду с комплексным управлением, «GoAigua Agro Twin» повышает КПД работы и фиксирует взаимодействия с ирригационными ассоциациями через онлайн-офис и мобильное приложение.

Эта технология также может программировать системы орошения, откачки воды и внесения удобрений из диспетчерского центра. Она также позволяет анализировать содержание воды в почве и оптимизировать потребление воды культурами; управлять сетью измерительных устройств, приборов, коммуникаций, энергопотреблением объектов и устанавливать специальные сигналы тревоги, которые могут быть настроены пользователем. Это также облегчает визуализацию данных в режиме реального времени, включая создание информационных панелей и индикаторов управления, и обеспечивает оперативное управление эффективностью водопользования как в распределительной сети, так и в точках подачи.

Цифровая устойчивость имеет решающее значение для отрасли в ближайшие годы

По данным ФАО, орошаемое земледелие является крупнейшим в мире потребителем воды, на него приходится 70% водозабора и 90% водопотребления. Сегодня в Латинской Америке выращивается 18,4% мировых сельскохозяйственных культур. Вот почему так важно найти устойчивые решения, которые способствуют эффективному управлению водными ресурсами, обеспечивают экологическую и цифровую устойчивость, действуют дольше и обеспечивают уровень обслуживания, адаптированный к потребностям, цифровым и финансовым возможностям каждого пользователя.

По словам Чема Небота, директора по развитию бизнеса компании «Indrica», в течение следующих нескольких лет сельскохозяйственный

сектор будет цифровизирован. Автоматизация процессов и передовые алгоритмы станут двумя ключевыми компонентами, гарантирующими устойчивость этого сектора в условиях дефицита воды и расширения орошаемых площадей. Все это происходит в период активного продвижения и использования новых технологий в сельском хозяйстве.

Перевод: Усманова О., Юлдашева Г.

Верстка: Беглов И.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz