



События-джокеры в агропромышленном комплексе

На развитие агропромышленного комплекса (АПК) оказывают заметное влияние глобальные тренды, в частности, такие как климатические изменения, рост населения, «зеленый переход», сквозная цифровизация. При этом изменить траектории движения самих трендов способны так называемые события-джокеры¹, выступающие факторами риска, катализаторами перехода на новый этап развития, драйверами трансформации бизнес-моделей. Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ определил топ-15 джокеров с высоким потенциалом трансформации АПК.

Для поиска и верификации событий-джокеров была использована система интеллектуального анализа больших данных iFORA. Исследование базируется на расчетах более 3.1 млн англоязычных источников, отобранных алгоритмами системы из массива профессиональных СМИ за 2015–2025 гг.

Справочно: Система iFORA разработана ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта и включает более 850 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии и другие виды источников). В 2020 г. iFORA отмечена в журнале *Nature* в качестве эффективного инструмента поддержки принятия решений в интересах бизнеса и органов власти. ОЭСР относит систему к успешным инициативам в области цифровизации науки.

Среди выделенных джокеров наиболее значимыми оказались: деградация почв, волатильность цен, генетическое редактирование продуктов питания, тарифы на импорт агропродукции, «Интернет еды» и опустынивание сельхозземель (табл. 1). Ниже приведен обзор джокеров в АПК с учетом социальных, технологических, экономических, экологических и геополитических аспектов их реализации.

Таблица 1. Топ-15 джокеров с высоким потенциалом трансформации АПК

Ранг	Джокер	Область	Индекс значимости
1	Деградация почв		1.00
2	Сверхвысокая волатильность цен на агропродукцию		0.74
3	Генетически «отредактированные» культуры и породы		0.70
4	Заградительные пошлины на импорт агропродукции		0.63
5	Интернет еды (Internet of Food Things)		0.63
6	Опустынивание сельскохозяйственных земель		0.62
7	Антибиотикорезистентность у животных		0.45
8	Усиление дефицита муссонов		0.38
9	Культивированное мясо		0.34
10	Полная роботизация сельского хозяйства		0.30
11	Бионические робопчелы		0.24
12	Клонирование сельскохозяйственных животных		0.23
13	3D-, 4D-печать продуктов питания		0.18
14	Космическое сельское хозяйство		0.10
15	Вертикальное земледелие		0.09



Общество



Экономика



Технологии



Геополитика



Экология

Индекс значимости технологии показывает ее относительную встречаемость в проанализированном массиве источников, где 1 соответствует максимальному числу упоминаний. При расчете учитываются частота встречаемости термина, его специфичность и векторная центральность. Частота встречаемости сама по себе недостаточна для отражения реальной актуальности термина, важно, чтобы он обозначал конкретное научно-технологическое направление и не был слишком общим (этот задачу решает показатель специфичности), а векторная центральность отражает степень его связи с другими направлениями поиска.

¹ Джокеры — крупномасштабные события, которые характеризуются значительным воздействием и стратегическими последствиями для развития глобальных трендов, секторов и рынков. Некоторые из них относятся к аномальным и катастрофическим событиям (например, вооруженные конфликты и стихийные бедствия).

Экология

По прогнозам ООН, к середине 2080-х гг. население планеты достигнет 10.3 млрд человек, значительно вырастет нагрузка на сельскохозяйственные земли. Ухудшение качества земель может быть вызвано как естественными природными, так и антропогенными процессами. Обостряется угроза неконтролируемой **деградации почв** (№ 1), **опустынивания земель сельскохозяйственного назначения** (№ 6). С деградацией почв связаны риски нарушения геохимического цикла углерода, при котором происходит его перенос между различными резервуарами (такими как биосфера, океаносфера и т.д.), что играет ключевую роль в регулировании климата и поддержания баланса в экосистемах. Вслед за истощением плодородного слоя земли обостряются риски увеличения дефицита питательных веществ в продуктах питания и значительного сокращения видового состава экосистем, в экстремуме это может привести к распространению различных хронических заболеваний, голоду и массовой миграции населения. Сегодня уже более 30% почв утратили такие ценные свойства, как сбалансированный химический состав, микробная активность, биоразнообразие и теплоемкость. Особенно острый, сопряженный с риском нарастания социального недовольства, проявление отмеченных джокеров может быть в странах Ближнего Востока и Северной Африки, где ежегодно около 4.2 млн км² земель теряют свои плодородные свойства.

Интенсивность осадков также оказывает колossalное влияние на сельское хозяйство. Например, в регионе Индийского океана за последнее десятилетие наблюдается устойчивое снижение количества муссонных осадков². При выраженном **дефиците муссонов** (№ 8) может быть ограничен или полностью исключен экспорт важных сельскохозяйственных культур, исчезнет предсказуемость работы продовольственного рынка, усилятся социальная напряженность и миграционные потоки из стран Юго-Восточной Азии.

Общество

Антибиотикорезистентность в животноводстве (№ 7) может стать острой проблемой на фоне потенциальных вирусных эпидемий и пандемий. На сельское хозяйство уже приходится около 70% используемых в мире антибиотиков. Ускоренное распространение устойчивых супербактерий и неработоспособность жизненно важных антибиотиков как среди животных, так и людей могут повлечь за собой катастрофические последствия. Одним из факторов снижения риска реализации данного джокера может стать массовое производство и потребление **культивированного мяса** (№ 9), выращенного в лабораторных условиях. Например, в Сингапуре и США уже легализована продажа такого мяса. Основными преимуществами перехода на культивированное мясо являются обеспечение продовольствием растущего населения планеты, снижение нагрузки на экологию и зависимости от экстенсивных методов животноводства, повышение питательной ценности продуктов. Ключевыми барьерами на пути реализации джокера являются отсутствие должного нормативного регулирования, необходимость значительного изменения потребительских предпочтений и практик питания, а также неполное соответствие культивированных продуктов питания по органолептическим показателям.

Значительное повышение эффективности АПК происходит за счет внедрения цифровых решений, в том числе связанных с роботизацией отрасли, внедрением машинного обучения и Интернета вещей. Страны ОЭСР из-за нехватки рабочей силы и старения фермерского населения начали внедрять методы роботизации. **Полная роботизация сельского хозяйства** (№ 10) в перспективе может обеспечить массовое и автономное производство сортов и культур в режиме умных « megaферм »: продукты питания станут производить и доставлять « от поля до порога » при минимальном участии человека. Социальные последствия джокера заключаются в коренной перестройке рынка труда и поляризации занятости в сельском хозяйстве.

Технологии

Все большую актуальность приобретает создание экономически эффективных модификаций сортов и культур с заданными свойствами (устойчивых к заболеваниям, засухам, экстремальным температурам), а также пород животных. Для этой цели в сельском хозяйстве применяются методы генной инженерии, которые позволяют вносить изменения в генетический код растений и животных. В мире насчитывается уже более 50 компаний из сферы агрогеномики, которые за последние 12 лет привлекли свыше 2 млрд долл. инвестиций. Однако ввиду недостаточной изученности последствий массового внедрения **генетически «отредактированных» культур и пород** (№ 3) существуют опасения относительно неконтролируемых рисков для здоровья людей

² Сезонные осадки, выпадающие на территории Юго-Восточной Азии. Способствуют выращиванию важнейших культур (рис, хлопок, сахарный тростник, соя, др.).

(например, аллергенности) и состояния окружающей среды (сокращения разнообразия традиционных сортов, дрейфа генов и др.).

Современные технологии уже позволяют печатать продукты с использованием живых клеток (с учетом возможных трансформаций цвета, аромата, вкуса или формы). При массовом переходе к изготовлению продуктов питания с помощью **3D- и 4D-печати** (№ 13) производство еды может перестать быть крупномасштабным фабричным процессом из-за возможности «печатать» ее даже на домашних устройствах, а сами продукты питания могут стать более персонализированными; коренным образом могут измениться и цепи поставок, снизится количество пищевых отходов.

Потенциально революционное изменение АПК может повлечь за собой полный переход к **вертикальному земледелию** (№ 15) – формату сельского хозяйства в контролируемой среде, при котором культуры выращиваются в закрытых фермах вертикально уложенными слоями без использования почвы. В будущем оно может заменить традиционное земледелие на фоне деградации почв и земель и существовать в формате гиперлокального городского фермерства с использованием современных технологических достижений. Возможности вертикального земледелия могут быть реализованы не только в мегаполисах, но и через нишевое применение, например, в **космическом сельском хозяйстве** (№ 14) с целью бесперебойного обеспечения членов экипажа продовольствием в закрытой среде без необходимости в дорогостоящей транспортировке грузов с продуктами питания. При росте числа космических миссий и появлении автономных поселений вне Земли станет востребованным производство сортов и культур, устойчивых к воздействию космической радиации и микрогравитации.

Еще одним джокером, сигналы о котором уже проявляются в АПК, является **Интернет еды (Internet of Food Things)** (№ 5) – сеть устройств и датчиков, которые собирают и анализируют данные и обмениваются ими на всех этапах, начиная от производства сырья и заканчивая дистрибуцией конечных продуктов. На протяжении всего цикла производства каждый объект (от трактора в поле до упаковки молока в холодильнике) может быть подключен к интернету и постоянно передавать информацию. Ключевыми рисками здесь являются возможные взломы устройств и систем, которые могут на неопределенный срок «обрушить» сельскохозяйственную инфраструктуру, привести к утечке данных и создать разрывы логистических цепей.

Одной из важных проблем последних десятилетий является сокращение популяции пчел вследствие климатических изменений и интенсивного использования химических удобрений. **Коммерческая эксплуатация бионических робопчел** (№ 11) может обеспечить стабильный рост производства сортов и культур, что необходимо для поддержания глобальной продовольственной безопасности. С другой стороны, робопчелы могут вытеснить насекомых-опылителей из сельскохозяйственной экосистемы, что усугубит их депопуляцию, а отрасль может стать зависимой от альтернативных методов опыления для производства продуктов питания.

С проблемой депопуляции сопряжено и **коммерческое клонирование животных** (№ 12), при котором создаются их точные генетические копии с заданными характеристиками. Технически данная биотехнология реализуема уже сейчас (успешность клонирования млекопитающих составляет 10–20%), однако в ее отношении распространены потребительский скептицизм и законодательные ограничения (например, в ЕС действует запрет на клонирование сельскохозяйственных животных). Клонирование может повысить производительность в АПК и сохранить генетический материал наиболее востребованных видов. Перед исследователями также может появиться задача использования животных в качестве биореакторов для синтеза терапевтических белков, что даст импульс развитию трансгенного животноводства.

Экономика

В 2007–2008 гг. на фоне мирового финансового кризиса начали фиксироваться резкие колебания цен на пшеницу, соевые бобы, мясо и молоко, а в 2020 г. в период пандемии COVID-19 значительно усилился дисбаланс в формировании мировых цен на ключевые культуры. При **сверхвысокой волатильности** (№ 2) цены на продукты питания на международном рынке могут быстро и необоснованно возрастать и снижаться из-за дисбаланса спроса и предложения, неблагоприятных метеорологических и климатических явлений, обострения политических конфликтов, спекуляций и др. Устойчивое присутствие в контуре международной торговли данного явления может привести к подрыву продовольственной безопасности.

Геополитика

Системным фактором развития АПК на глобальном уровне является состояние тарифной политики в отношении импортируемой и экспортной продукции и оборудования. С учетом усиления тренда на протекционизм, при котором тарифы и пошлины защищают отечественных производителей от конкуренции с импортными товарами, проявляются агрессивные тарифные стратегии со стороны ряда стран. В будущем при высоком распространении «заградительных пошлин на импорт агропродукции» (№ 4) вырастет риск дестабилизации торговых соглашений и интенсификации торговых войн, при которых торговля между странами может стать крайне ограниченной, что, в свою очередь, приведет к снижению доступности ряда базовых продуктов питания для большого числа людей. Негативные эффекты реализации данного джокера могут быть снижены путем стимулирования внутреннего сельскохозяйственного производства.

Резюме:

Анализ событий-джокеров позволяет выявить потенциальные негативные и позитивные эффекты их реализации, выработать превентивные решения, разработать защитные и адаптационные меры (что наиболее актуально для джокеров природного или техногенного характера), оценить устойчивость систем к внезапным потрясениям и определить критические точки отказа. Проактивный анализ таких слабопредсказуемых событий помогает не только смягчить последствия, но и обнаружить скрытые возможности для трансформации и роста в кризисных условиях. Таким образом, построение стратегий устойчивости на основе подобных исследований становится ключевым элементом современного управления рисками и обеспечения долгосрочной стабильности.



Источники: расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ); результаты проекта «Модели и методы принятия решений в условиях глубокой неопределенности» тематического плана научно-исследовательских работ, предусмотренных Государственным заданием НИУ ВШЭ на 2025 год.

- Материал подготовили **А. А. Демехина, Ю. В. Мильшина, Е. А. Сабидаева, Н. В. Саввин**

Данный материал НИУ ВШЭ может быть воспроизведен (скопирован) или распространен в полном объеме только при получении предварительного согласия со стороны НИУ ВШЭ (обращаться issek@hse.ru). Допускается использование частей (фрагментов) материала при указании источника и активной ссылки на интернет-сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (issek.hse.ru), а также на авторов материала. Использование материала за пределами допустимых способов и/или указанных условий приведет к нарушению авторских прав.

© НИУ ВШЭ, 2025

Сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ

issek.hse.ru



канал в Telegram

t.me/iFORA_knows_how



сообщество во «ВКонтакте»

vk.com/issekhse

