



ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В РОССИИ. AGRICULTURE 4.0

Доклад НИУ ВШЭ



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Москва, 2020

**К XXI Апрельской
международной
научной конференции
по проблемам развития
экономики и общества**

2020 г.

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В РОССИИ. AGRICULTURE 4.0

Доклад НИУ ВШЭ



Издательский дом
Высшей школы экономики
Москва, 2020

УДК 338.436.33
ББК 65.32
И66

Под редакцией *Н.В. Орловой*

Авторы:

*Н.В. Орлова, Е.В. Серова, Д.В. Николаев, А.С. Хворостяная,
Ю.А. Новикова, Е.В. Явкина, Е.Ю. Бобкова, П.В. Рагозин, Р.Г. Янбых,
А.В. Соколов, А.А. Чулок*

**И66 Инновационное развитие агропромышленного комплекса в Рос-
сии. Agriculture 4.0** [Текст] : докл. к XXI Апр. междунар. науч. конф.
по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2020 г. /
Н. В. Орлова, Е. В. Серова, Д. В. Николаев и др. ; под ред. Н. В. Орло-
вой ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М. : Изд. дом
Высшей школы экономики, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-7598-2178-6
(в обл.). — ISBN 978-5-7598-2075-8 (e-book).

Доклад подготовлен Институтом аграрных исследований НИУ
ВШЭ совместно с Национальной ассоциацией трансфера технологий
и Фондом «Сколково» для пленарного заседания Апрельской кон-
ференции НИУ ВШЭ по инновационному развитию АПК России.
В докладе рассматриваются ключевые вызовы и перспективные на-
правления развития российского АПК, предпосылки, факторы роста
и барьеры его глобальной конкурентоспособности.

УДК 338.436.33
ББК 65.32

Опубликовано Издательским домом Высшей школы экономики
<<http://id.hse.ru>>

ISBN 978-5-7598-2178-6 (в обл.)
ISBN 978-5-7598-2075-8 (e-book)

© Национальный исследовательский
университет «Высшая школа
экономики», 2020

Содержание

Резюме доклада. Основные выводы и рекомендации	5
Введение	14
Предпосылки трансформации АПК и глобальные тренды	16
Глобальные вызовы	16
1. Факторы ресурсного потенциала	16
2. Социокультурные факторы	22
3. Экономические и геополитические факторы	26
4. Технологические факторы	31
Инвестиции в инновации АПК.....	47
Прогноз рынков АПК 4.0.....	54
Резюме раздела	56
Россия в контексте мировых вызовов	59
Предпосылки перехода к АПК 4.0.....	59
Перспективные направления инновационного развития	63
Инновационный потенциал России сегодня.....	65
Научно-технический потенциал АПК	65
Кадровое обеспечение АПК.....	74
Инновационная активность бизнеса	76
Затраты на технологические инновации.....	79
Мнения экспертов: инновационная активность агробизнеса в России	82

Горизонт планирования и ключевые тренды	82
Мотивации инновационного развития	86
Инновационный процесс и его ключевые барьеры	90
Ожидания от государственной поддержки	96
Резюме раздела	102
Направления мер государственной поддержки инноваций в России	105
Приоритеты научно-технического развития	105
Поддержка трансфера технологий	108
Рекомендации по повышению эффективности государственной поддержки АПК	116
Приложение	120

Резюме доклада.

Основные выводы и рекомендации

Современные мировые продовольственные системы выходят на принципиально новый этап технологического развития, который получил название «Сельское хозяйство 4.0» (Agriculture 4.0) и основан на внедрении «умных» решений (робототехника, «точное» земледелие, IoT (интернет вещей)), биотехнологий, альтернативных технологий и источников сырья.

Развитие научного потенциала и внедрение инновационных решений становится критическим (в период перехода) для обеспечения конкурентоспособности и дальнейшего развития АПК России. В противном случае в ближайшее десятилетие разрыв с развитыми странами может значительно увеличиться, а многие рынки просто перестанут существовать для российской продукции АПК.

При подготовке данной работы мы попытались дополнить данные статистических наблюдений оценками представителей реального сектора. Проведенные нами экспертные интервью показывают, что бизнес внимательно следит за мировыми технологическими тенденциями, заинтересован в переходе на новый технологический этап и отчетливо понимает необходимость инвестиций в создание новых технологий.

В реальной практике, однако, он ориентирован в основном на догоняющую модель внедрения инноваций, фокусируя внимание на уже широко апробированных в мире коммерческих технологиях и руководствуясь стремлением сохранения уже достигнутых позиций. Выбор такой стратегии является вынужденным и объясняется нестабильностью условий функционирования бизнеса, труднопрогнозируемой конъюнктурой, а следовательно, короткими горизонтами планирования: «Мы просто не отваживаемся “играть вдолгую”».

Ключевые барьеры инновационной трансформации отрасли, выделяемые экспертами, соотносятся с системной проблемой неэффективности коммуникаций между ключевыми стейкхолдерами (бизнесом, наукой и Федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ)) в следующих проявлениях:

- несовершенство нормативно-правовой базы с акцентом на именно бюрократическом характере проблем (во многом уста-

ревшее и противоречивое, вместе с тем быстро меняющееся, но недостаточно проработанное законодательство; бездействие чиновников, их нежелание разбираться в новых вопросах, отставание в принятии решений);

- отсутствие диалога бизнеса и науки, причинами которого является комплекс факторов, как объективных: низкий уровень оснащения НИИ, дефицит кадров и компетенций; так и субъективных: разное видение целей и результатов, бизнес часто не может сформулировать понятное науке задание, наука презентует свои разработки на языке, не понятном бизнесу;
- неэффективность системы поддержки трансфера технологий: существующие меры поддержки направлены на конвенционный путь развития АПК и не ориентированы на прорывные и действительно инновационные направления.

Предпосылки трансформации и тренды развития глобального АПК

Фундаментальные научно-технические перемены и открытия, произошедшие в последние десятилетия, актуализация глобальных проблем современности создали предпосылки для перехода АПК на принципиально новый этап развития. Наблюдаемые преобразования настолько стремительны и масштабны, что уже в ближайшее десятилетие кардинально изменят облик и условия развития мирового АПК, роль которого уже сейчас не ограничивается простой функцией производства продовольствия.

Парадигму развития глобального АПК в горизонте ближайшего десятилетия будет определять воздействие следующих трендов:

- Переход на новый технологический уклад: в будущем производство продовольствия более, чем когда-либо, должно зависеть от технологий повышения урожайности, продуктивности и предотвращения потерь, но менее, чем когда-либо, — от воздействия внешних климатических и биологических факторов.
- Изменения в цепочках создания стоимости: добавленная стоимость будет все более концентрироваться в наукоемких секторах (генетика и селекция, IT-сектор, промышленный дизайн и инжиниринг).

- Рост влияния крупных компаний-интеграторов, берущих под контроль все большие участки продовольственных систем. Подобные структуры являются локомотивами внедрения инновационных технологий и формируют глобальные цепочки создания добавленной стоимости.
- Смещение спроса от традиционного продовольственного сырья к продуктам, соответствующим ценностным ориентирам новых поколений, которые отдают предпочтение уже готовой к употреблению пище, продуктам с улучшенными и заранее заданными свойствами, и придают все большее значение не только их «пользе и безопасности», но и происхождению, технологиям и этичности производства.
- Усиление роли факторов «устойчивости» и обеспечения безопасности продукции: увеличение числа и ужесточение соответствующих стандартов и систем сертификации, которые в перспективе могут стать инструментом регулирования международной торговли, ограничивая обращение продукции, не соответствующей новым требованиям.
- Переход к экономике знаний: процесс цифровой трансформации и растущая роботизация будут кардинальным образом менять структуру занятости: с одной стороны, снижая зависимость от низкоквалифицированной рабочей силы и ставя под вопрос актуальность отдельных профессий, с другой — предъявляя все более высокие и быстро меняющиеся требования к ключевым компетенциям. Это требует формирования новой модели образования, ориентированной на быструю адаптацию к новым условиям.

Россия в глобальном контексте и перспективные направления

Окна возможностей, создающие принципиально новые перспективы роста конкурентоспособности, открываются преимущественно в период смены технологических укладов. Именно этот период является ключевым для обеспечения дальнейшего экономического роста.

Современный агропродовольственный сектор России — один из наиболее стабильно развивающихся секторов национальной

экономики, а производство отдельных продуктов демонстрирует исторические рекорды. Обладая очень сильными позициями в мировом экспорте сельскохозяйственного сырья и продуктов невысокой степени переработки и локализуя импортозависимость по отдельным товарным группам, наша страна сохраняет критическую зависимость от средств их производства. Очевидно, что подобное положение дел не только является ахиллесовой пятой в обеспечении национальной продовольственной безопасности, но и препятствует росту глобальной конкурентоспособности даже в рамках текущего технологического уклада.

Векторами дальнейшего технологического развития российского АПК должны стать:

- Укрепление собственной фундаментальной базы роста продуктивности: технологий селекции и улучшения генетического потенциала в комплексе с технологиями обеспечения наилучшей реализации этого потенциала (кормовые добавки, удобрения, средства защиты растений и обеспечения здоровья животных и иные, образующие так называемые пакетные решения).
- Внедрение цифровых технологий и кросс-платформенных решений в АПК, что необходимо для сокращения отставания от лидирующих стран по производительности труда, повышения урожайности/продуктивности и снижения продовольственных потерь.
- Диверсификация производимого ассортимента продовольственных продуктов с приоритетом высокомаржинальных сегментов здорового, функционального и персонализированного питания, глубокой переработки сельскохозяйственного сырья.
- Поддержка развития систем закрытого земледелия, независимого от внешних агроклиматических и биологических факторов. Существующие технологии позволяют исключить фактор сезонности и дают возможность получения свежей, безопасной и доступной высокоценной продукции (ягод, зелени, овощей) в любой точке нашей страны.
- Развитие сектора переработки отходов АПК: текущая ситуация в сфере их образования и утилизации приобретает во многих регионах России критический характер. Между тем уже суще-

ствующие в мире технологии доказывают возможность их эффективной переработки в различные продукты с высокой добавленной стоимостью.

Инновационный потенциал России сегодня

Приоритеты НТР

Текущие приоритеты научно-технического развития АПК определены стартовавшей в 2019 г.¹ Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства (ФНТП). Данная программа, однако, ограниченно поддерживает процессы инновационной трансформации отрасли, поскольку изначально ставит несколько иные цели (сокращение импортозависимости по четко обозначенным индикаторам) и ориентирована на прямую поддержку отдельных конвенциональных и относящихся к непосредственным компетенциям Минсельхоза направлений. При этом система планирования долгосрочных приоритетов инновационного развития АПК и соответствующей поддержки новых технологий в России не сформирована. Частично компенсировать соответствующие пробелы должна была НТИ Foodnet, однако данная инициатива не была принята.

Состояние аграрной науки и образования

Будучи одной из крупнейших мировых аграрных держав, Россия сильно отстает от своих конкурентов по качеству научного продукта. Отставание обусловлено недостаточной эффективностью инвестиций в аграрную науку, а также несбалансированностью их структуры:

- Доминированием государственного сектора как заказчика и исполнителя НИР/НИОКР. По объемам государственной поддержки аграрной науки Россия входит в число лидирующих стран (среди стран ЕС по затратам на R&D государственных НИИ уступает только Германии). Это определяет значимое

¹ Постановление об утверждении ФНТП развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. было подписано 25 августа 2017 г., но на самом деле первые подпрограммы по селекции и семеноводству картофеля и сахарной свёклы были запущены только в 2019 г.

преобладание фундаментальных направлений исследований, которое, однако, не сопровождается адекватной результативностью затрат;

- по объему публикаций в области аграрных наук, индексируемых Web of Science, Россию опережают уже не только глобальные лидеры: США, Китай, Бразилия, Германия, Канада, но даже такие государства, как Иран и Польша;
 - доля российских патентных заявок в общемировом показателе по итогам 2019 г. составляет ~1%, при этом основная часть правообладателей — это вузы и государственные НИИ, портфели которых содержат высокую долю недействующих патентов, что свидетельствует о слабой заинтересованности бизнеса в коммерциализации таких разработок и проблем в существующей системе трансфера.
- Низким уровнем развития аграрной науки и затрат на R&D в коммерческом секторе — по этому показателю Россия более чем в 50 раз отстает от Нидерландов, примерно в 10 раз — от Турции и Польши (частные инвестиции в наибольшей степени отвечают за преобразование фундаментальных знаний в коммерчески ориентированные научные продукты). Данная проблема обусловлена капиталоемкостью и длительностью инвестиционных циклов реализации подобных проектов и указывает на необходимость выстраивания соответствующей системы поддержки инноваций в бизнес-секторе.

Все более острой проблемой реализации инновационного пути развития российского АПК становится сокращение кадрового потенциала. Тенденция характерна как для научного сектора, где выражается в снижении числа исследователей, старении кадров (что угрожает преемственности в сложившихся научных школах и жизнеспособности научных коллективов), так и для АПК в целом, где связана с растущим дефицитом квалифицированных кадров. В глобальном рейтинге университетов QS по предметной области «Сельское хозяйство» за 2018 г. присутствует всего один российский вуз — РГАУ-МСХА, который входит в группу университетов, занимающих 201–250-е места.

Инновационная активность в АПК

В последние годы АПК стал одной из самых бурно развивающихся отраслей национальной экономики. Основными факторами роста являются инвестиции и соответствующее улучшение качества менеджмента, в меньшей степени — повышение внутреннего спроса и периодический протекционизм. Однако сейчас эти факторы роста себя практически исчерпали, и развитие отрасли уже в среднесрочной перспективе сталкивается с новым вызовом.

Введение продовольственного эмбарго и последующие процессы импортозамещения значительно активизировали инновационные процессы. Однако, несмотря на позитивные тенденции роста инновационной активности отечественных производителей, российский АПК сохранил достаточно значительный разрыв по этому показателю не только в отношении лидирующих стран (с некоторыми странами ЕС он составляет более 4 раз), но и средних показателей по промышленному производству в РФ.

Доминирующую долю в структуре затрат на инновации при этом составляют капитальные вложения, а инвестиции в R&D и, соответственно, их значимость в общей структуре затрат остаются на достаточно низком уровне (12% в сельском хозяйстве и 7% в пищевой промышленности). Следствием недостаточного уровня инвестиций является невысокая доля инновационной продукции в общей структуре производства, а также низкие темпы ее роста. В пищевой промышленности этот показатель в период с 2014 по 2018 г. вырос всего на 0,7 п.п. (с 5 до 5,7%), в сельском хозяйстве — с 1,4 до 1,9% (2016–2018 гг.)

Рекомендации по повышению эффективности господдержки АПК

- Модернизировать институциональную среду: возникновение новых рынков и внедрение принципиально новых технологий сопровождается усложнением институциональной среды и архитектуры стандартов, все более интегрирующих весь жизненный цикл продукта. Это требует выстраивания гибкой системы нормативно-правового регулирования, способной своевременно адаптироваться к новым условиям. Особого внимания требует проблема обеспечения согласованности российских и

международных стандартов, развития международной кооперации в области сертификации и лицензирования.

- Смотреть и думать на шаг вперед: преодолеть представление об АПК как об архаичном секторе традиционных продуктов и технологий, ограничить доминирование парадигмы изоляционизма в сфере НТР. Решение текущих задач догоняющего развития и укрепления продовольственной безопасности должно эволюционировать в задачу более высокого порядка — перехода к инновационному развитию, выстраиванию эффективной системы генерации новых оригинальных идей и поддержки их трансформации в конкретные решения, продукты, технологии. Вопрос, какими должны быть шаги в этом направлении, дискуссионный, и эта дискуссия должна быть открыта.
- Развивать систему поддержки трансфера: существующие меры фокусируются лишь на поддержке ограниченного перечня традиционных направлений и не учитывают специфику реализации инновационных проектов. Ситуация усугубляется слабым развитием сектора венчурных инвестиций в АПК, что фактически блокирует развитие проектов, не относящихся к числу заданных приоритетных направлений. Вариантом решения проблемы является создание специализированного Фонда развития инноваций в АПК, который в рамках основного мандата будет иметь возможность поддержки любых инновационных проектов, соответствующих агропродовольственной проблематике.
- Реорганизовать систему аграрного образования: существующая система скована и не имеет возможности своевременно реагировать на растущие запросы. Вариантом преодоления проблемы является разделение вузов на два уровня:
 - исследовательские университеты: должны формировать ядро из нескольких сильных вузов федерального значения — их ключевые задачи должны заключаться в обеспечении воспроизводства кадров для аграрной науки и ее развития в университетской среде;
 - технические вузы: должны быть ориентированы на массовые специальности и обеспечивать удовлетворение региональных кадровых потребностей.

Структурирование системы аграрного образования по двум этим направлениям требует обновления программ сельскохозяйственных вузов с учетом лучших мировых практик, разработки и внедрения направлений подготовки, соответствующих включенности сельскохозяйственного производства в цепочки добавленной стоимости, интеграции в цифровую среду, рационального природопользования.

- Обеспечить прозрачность координации ФОИВов: уже сейчас роль аграрного сектора в структуре продовольственной системы начинает постепенно снижаться. Ядро ключевых технологий и компетенций будет все более концентрироваться в секторах, не входящих в области установленных полномочий Минсельхоза России. Выстраивание четко скоординированной системы межведомственных взаимодействий с другими ФОИВами в области создания как научно-технологической, так и институциональной инфраструктуры платформы является необходимым для перехода на новый технологический этап.

Введение

Настоящий доклад подготовлен Институтом аграрных исследований НИУ ВШЭ совместно с Национальной ассоциацией трансфера технологий и Фондом «Сколково» для пленарного заседания Апрельской конференции НИУ ВШЭ по инновационному развитию АПК России. В докладе рассматриваются ключевые вызовы и перспективные направления развития российского АПК, предпосылки, факторы роста и барьеры его глобальной конкурентоспособности.

В первой части доклада рассматривается глобальный контекст в виде многообразия вызовов современности, связанных с ними предпосылок и перспективных направлений инновационного развития мирового АПК, потенциальных технологических ответов. Вероятно, не все описанные здесь технологии станут реальностью, не менее вероятно, что прямо сейчас где-то рождается совершенно новая оригинальная идея, которая будет менять мир.

Мы изначально не ставили перед собой задачу конкретизации абсолютно всех перспективных технологий и подготовки всестороннего научно-технологического прогноза. Наша цель — показать сложность агропродовольственного сектора, его взаимосвязь с техническими достижениями в контексте социальных, экономических и политических трендов; сделать обзор среды, которая будет определять будущее глобального АПК и подталкивать его к технологическим инновациям; отметить активность, с которой аграрный сектор интегрирует достижения различных областей научных знаний и все более выходит за рамки традиционной сельскохозяйственной деятельности, все менее соответствует стереотипам об архаичности используемых технологий.

Во второй части доклада фокус обзора смещается на состояние инновационного потенциала российского АПК, оценку его соответствия задачам повышения глобальной конкурентоспособности в условиях нового технологического уклада. Необходимо определить основные направления совершенствования научно-технической политики; провести анализ инновационной активности отрасли и выявить ключевые барьеры ее реализации, а также ожидания бизнеса в части государственной поддержки инноваций.

Все эти задачи и вызовы невозможно было бы считать объективными без учета мнения экспертов, представляющих различные сектора современной продовольственной системы и связанные с ней области знаний. В организованном Институтом аграрных исследований экспертном опросе приняли активное участие почти два десятка представителей реального сектора. Именно готовность бизнеса поделиться своими уникальными знаниями и опытом позволила нам всесторонне оценить современное состояние отрасли, уточнить ее актуальные проблемы, «оживить» кабинетные тезисы и гипотезы голосами реальных участников отрасли.

Мы бы хотели выразить особую благодарность за активное участие в экспертных обсуждениях и подготовке материалов доклада: Анне Хворостяной, Юлии Новиковой (НАТТ), Екатерине Явкиной и Елене Бобковой (Фонд НИР), Павлу Рагозину (ЦТТ МГУ), Евгении Серовой, Надежде Орловой, Дмитрию Николаеву, Алексею Наумову, Ренате Янбых, Валерии Арефьевой (ИНАГИС), Артему Белову («Союзмолоко»), Роману Куликову («Сколково»), Олесе Смирновой (Ассоциация производителей КРС Голштинской породы), Александру Григелю («А2 Молоко»), Андрею Оробинскому («Агротех-Гарант»), Александру Кричевскому («Сиббиофарм»), Владимиру Каленскому («Еврохим»), Александру Чулоку (ИСИЭЗ), Александру Соколову (ИСИЭЗ), Александру Еремину («Уралхим»), Елене Культышевой и Екатерине Здоте (ЛК Респект — FOSS), Степану Плиско («Прогресс Агро»), Сергею Филиппову («Дмитровские овощи») и Виктору Семенову («Белая Дача»).

Предпосылки трансформации АПК и глобальные тренды

Фундаментальные научно-технические перемены и открытия, произошедшие в последние десятилетия, актуализация глобальных проблем современности (социально-демографических, экологических, экономических) создали предпосылки для перехода АПК на принципиально новый этап развития. Наблюдаемые сейчас преобразования настолько стремительны и масштабны, что уже в ближайшее десятилетие кардинально изменят облик и условия развития мирового АПК, роль которого даже сейчас перестала ограничиваться простой функцией производства продовольствия.

Новый этап технологического развития в мире получил название «AgroTech 4.0» (АПК 4.0) и основан на внедрении «умных» решений (искусственный интеллект, IoT (интернет вещей)), био- и нанотехнологий, робототехники, растущем влиянии потребителей и новых ценностных ориентиров, изменений в структуре ключевых факторов обеспечения конкурентоспособности.

Развитие научного потенциала и внедрение инновационных решений становится критически важным с точки зрения обеспечения устойчивости дальнейшего развития АПК России. В связи с этим необходимо обратить достаточно детальное внимание как на характер и фактуру конкретных вызовов, так и их сочетания, индуцирующие ключевые инновационные тренды и новые системы социально-экономического взаимодействия (зачастую выходящие за пределы сферы АПК в его традиционно сложившемся понимании), что позволяет сделать более четким определение проблематики национального научно-технического и экономического развития. В противном случае технологический разрыв с развитыми странами мира может значительно увеличиться, а многие рынки просто перестанут существовать для российской продукции АПК уже в ближайшее десятилетие.

Глобальные вызовы

1. Факторы ресурсного потенциала

Факторы трансформации, вызванные ростом спроса на продовольствие на фоне замедления темпов роста производительности в АПК и сокращения его ресурсного потенциала.

Сегодня мир производит достаточно продовольствия, чтобы прокормить всех людей на планете, хотя и не все имеют к нему доступ в одинаковой степени. В мире завтрашнего дня наличие достаточного количества пищи уже не является очевидностью. По сравнению с 2012 г. спрос на продовольствие, воду и энергию, по оценке NIC², к 2030 г. возрастет на 35, 40 и 50% соответственно вследствие роста мирового населения и ожидаемого увеличения доходов.

Основными потребителями станут страны Южной и Юго-Восточной Азии, где будет наблюдаться устойчивый рост спроса на ресурсоемкое продовольствие: свежие фрукты и овощи, молочные продукты и высокоценный животный белок³.

- 1.1. Рост численности населения: согласно оценкам ООН, в ближайшее десятилетие, к 2030 г., население Земли достигнет 8,5 млрд и приблизится к 10 млрд в горизонте 2050 г. (против 7,7 млрд в 2019 г.)⁴.
- 1.2. Рост покупательской способности: согласно прогнозам World Data Lab, к 2030 г. численность мирового среднего класса достигнет 5,3 млрд человек — на 1,3 млрд больше, чем показатель, ожидаемый на конец 2020 г. (около 4 млрд человек). Большая часть этого роста придется на страны Южной и Юго-Восточной Азии: к 2030 г. их доля в общемировой численности среднего класса составит около 65%⁵.
- 1.3. Исчерпание эффекта «зеленой революции»⁶: внедрение методов интенсивного сельского хозяйства в мире позволило втрое повысить урожайность зерновых культур по отношению к по-

² Global Trends 2030: Alternative Worlds: A Publication of the National Intelligence Council. 2012 (December). NIC 2012-001. P. 31–38

³ Herren H.R., Wakhungu J., Watson R.T. Agriculture at a Crossroads. Synthesis Report. IAASTD, 2009.

⁴ United Nations World Population Prospect 2019.

⁵ Kharas H. The Unprecedented Expansion of the Global Middle Class: An Update: Global Economy & Development Working Paper 100. 2017 (February). Brookings Institution, 14. UN World Population Prospects. P. 14.

⁶ Третья аграрная революция (вторая половина XX в.), в основе которой лежит использование новых высокоурожайных сортов, агрохимикатов, ирригации и механизации.

казателям 60-х годов XX в. Однако в последние годы темпы роста имеют тенденцию к замедлению. Согласно оценкам World Bank⁷, основные выгоды от интенсивного использования достижений «зеленой революции» по ключевым культурам в мире уже получены, исключение составляет лишь Африка, где их внедрение связано с объективными сложностями.

- 1.4. Деградация экосистем под воздействием сельского хозяйства: масштабная интенсификация сельскохозяйственного производства стала причиной сокращения ресурсного потенциала дальнейшего развития вследствие агрохимических загрязнений и эрозии почв. Согласно данным FAO⁸, около 25% мировых сельскохозяйственных угодий уже по состоянию на 2011 г. оценивались как сильно деградированные, а еще 46% — как умеренно или слабо деградированные. Кроме того, интенсификация повлекла за собой ряд иных проблем, связанных с сокращением естественного биоразнообразия, истощением подземных водоносных слоев, распространением форм вредителей и патогенов, не чувствительных к применению современных пестицидов (как в части сельского хозяйства, так и в коммунально-бытовом секторе).
- 1.5. Снижение агроклиматического потенциала: согласно докладу IPCC (Международной группы экспертов по изменению климата, SR15⁹), в наиболее предпочтительном сценарии средняя температура климатической системы Земли увеличится на 1,5 °C по сравнению с доиндустриальными уровнями между 2030 и 2052 гг. Процесс потепления запускает каскад эффектов, следствием которых станет:

⁷ World Development Report 2008: Agriculture for Development. Washington, DC: World Bank, 2007 <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5990>>.

⁸ The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) — Managing Systems at Risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. FAO, 2011. P. 112.

⁹ Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty / V. Masson-Delmotte et al. IPCC, 2018.

- Снижение площадей, пригодных для сельскохозяйственной деятельности земель, вследствие затопления, опустынивания и засоления; сокращение резервов пресной воды и ее дефицит для орошаемых территорий. Еще одним фактором сокращения фактической площади сельхозугодий является растущая урбанизация — растущие городские агломерации начинают конкурировать с аграрным сектором за земельные и водные ресурсы.
- Рост рисков снижения урожайности и снижения качества (по содержанию белка, микроэлементов и витаминов) в растениеводстве вследствие увеличения частоты метеорологических экстремумов: засух, наводнений, резких колебаний температур и увеличения концентрации CO_2 в атмосфере.
- Распространение вредителей и болезней растений и животных далеко за пределы природных ареалов обитания (усиление рисков эпизоотических и эпифитотических ситуаций).

Отметим, что ряд исследований, изучающих влияние глобального потепления на аграрный сектор, предлагают различные сценарии, варьирующиеся от катастрофических до умеренно пессимистичных.

- 1.6. Рост угроз распространения опасных инфекционных заболеваний: данный фактор способен не только причинять значительный ущерб отдельным отраслям сельского хозяйства (как в случае с АЧС), но и распространяться от животных на человеческие популяции (зоонозные инфекции). Примерами последних стали вспышки заболеваний, вызванных вирусами гриппа (так называемый птичий и свиной грипп), а также пандемия, вызванная COVID-19. Отдельный род угроз могут представлять попытки использования возбудителей опасных заболеваний в террористических целях, направленных как на поражение населения, так и подрыв сельскохозяйственного благополучия. Особое значение при этом имеет увеличение доступности CRISP-подобных технологий, последствия злонамеренного использования которых невозможно переоценить¹⁰.

¹⁰ Clapper J.R. Worldwide Threat Assessment of the US Intelligence Community / U.S. Intelligence Community Worldwide Threat Assessment. 2011. February 10.

Кроме того, широкое распространение интенсивных сельскохозяйственных практик, предполагающих активное применение агрохимикатов и антибиотиков, оценивается экспертами как причина целого ряда проблем в здравоохранении: отравление пестицидами, согласно оценкам ООН¹¹, является непосредственной причиной 200 тыс. смертей в мире ежегодно, без учета их роли в развитии сопутствующих заболеваний; проблему резистентности к антибиотикам ВОЗ выделяет как один из ключевых вызовов, ставящий под угрозу все достижения современной медицины и требующий внедрения самых жестких мер.

- 1.7. Угроза сокращения продуктивности Мирового океана: по оценкам ФАО, опубликованным в последнем докладе SOFIA 2018¹², состояние морских рыбных ресурсов продолжает ухудшаться, а доля рыбных запасов, находящихся в биологически устойчивых пределах, в 1974–2015 гг. сократилась с 90 до 66,9%. Основная проблема, однако, заключается не столько в снижении общего потенциала вылова, сколько в перемещении основных видов рыб из тропических вод в зоны высоких широт. Согласно некоторым оценкам¹³, это позволит увеличить потенциал вылова в высокоширотных регионах на 30–70%, в то время как для тропических стран означает примерно 40%-ное снижение доступных ресурсов.
- 1.8. Проблема продовольственных отходов: экологическая угроза и показатель неэффективности существующей системы производства и распределения продовольствия. Согласно оценкам ФАО¹⁴, доля потерь и отходов составляет около 30% для зерно-

¹¹ Report of the Special Rapporteur on the Right to Food (A/HRC/34/48). UN Human Rights Council, 2017.

¹² The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 — Meeting the Sustainable Development Goals. Rome: FAO, 2018.

¹³ *Barang M.* et al. Impacts of Climate Change on Marine Ecosystem Production in Societies Dependent on Fisheries // *Nature Climate Change*. 2014. Vol. 4. P. 211–216; *Cheung W.W.L.* et al. Large-scale Redistribution of Maximum Fisheries Catch Potential in the Global Ocean under Climate Change // *Global Change Biology*. 2010. Vol. 16. No. 1. P. 24–35.

¹⁴ Global Food Losses and Food Waste — Extent, Causes and Prevention. Rome: FAO, 2011.

вых культур, 40–50% — для корнеплодов, 30% — для рыбы и 20% — для масличных и мяса. От 33 до 50% всех продуктов, производимых в мире, не были употреблены в пищу, а общая стоимость потерь оценивается почти в 1 трлн долл. Между тем в производстве невостребованного продовольствия было задействовано около 28% мировой площади сельхозугодий, или 1,4 млрд га (что превосходит площадь территории всех крупнейших стран, несколько уступая лишь территории России), однако по объему затраченной пресной воды превосходит уровень потребления любой из крупнейших стран мира¹⁵.

Согласно данным ФАО¹⁴, около 54% потерь происходит на этапе производства, сбора и хранения сельскохозяйственной продукции, а 46% — на этапах переработки, распределения и потребления продовольствия. При этом основные потери в развитых странах связаны с проблемой «выброшенной еды», а в развивающихся — с потерями на стадии производства.

- 1.9. Интеграция продовольственного и энергетического сектора — активная политика перехода от ископаемых источников сырья к использованию биомассы, проводимая рядом стран (США, Бразилия, Китай, страны Евросоюза и некоторые другие), помимо достижения определенных преимуществ в виде некоторого улучшения экологических показателей и сокращения зависимости от внешних поставок энергоресурсов, несовершенство технологий¹⁶ вызвало также и ряд острых проблем: усиление конкуренции за пользование земельными и водными ресурсами, стимулирование роста цен на продовольствие и деградацию значительных территорий в связи с вырубкой тропических лесов и неконтролируемым применением агрохимикатов. Создание и внедрение более совершенных техно-

¹⁵ Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources. Summary Report. FAO, 2013.

¹⁶ Используемые в настоящее время промышленные технологии получения жидких биотоплив (равно как и других продуктов биорефининга, так называемой новой зеленой химии) относятся к первому поколению и предполагают использование в качестве сырья сельскохозяйственных культур с высоким содержанием жиров, крахмала, сахаров (пшеница, сахарный тростник, рапс, кукуруза и некоторые другие).

логий 2-го и более высоких поколений становится одним из важнейших вызовов ближайшего десятилетия.

В перспективе 10–20 лет развитие глобального АПК будет диктоваться ростом угроз дефицита ресурсов для обеспечения растущих потребностей на фоне кризиса сложившихся моделей продовольственных систем и усиления проблем обеспечения биобезопасности.

Производство продовольствия в будущем более, чем когда-либо, должно зависеть от технологий повышения урожайности, продуктивности и предотвращения потерь, но менее, чем когда-либо, от воздействия внешних климатических и биологических факторов.

2. Социокультурные факторы

Факторы трансформации, вызванные растущей урбанизацией, сменой ценностных ориентиров новых поколений и ростом мирового среднего класса.

- 2.1. Урбанизация: согласно оценкам ООН¹⁷, к 2030 г. в городах будет проживать свыше 60% мирового населения, а к 2050 г. — около 68% (против 55% в 2018 г.). При этом более половины общемирового городского населения будет приходиться на страны Азии (54 и 52% соответственно). Для городских жителей характерен сравнительно высокий уровень образования и общей осведомленности, больший акцент на комфорте, здоровом образе жизни и экономии времени¹⁸, а соответственно, урбанизация будет оказывать существенное влияние на рацион питания, потребительское поведение населения, а также структуру производства и распределения продовольствия, ускорение процессов внедрения инновационных технологий и инфраструктуры. Города все

¹⁷ World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420) / United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. N. Y.: United Nations, 2019.

¹⁸ Herren H.R., Wakhungu J., Watson R.T. Agriculture at a Crossroads: Synthesis Report. IAAST, 2009.

чаще функционируют как автономные образования, устанавливая собственные социальные и экономические стандарты¹⁹.

- 2.2. Миллениалы: 75% экономически активного населения мира в 2025 г.²⁰ Люди, родившиеся в период с 1980 по 2000 г., существенно отличаются от предшествующего поколения, и это окажет серьезное влияние на социальные и экономико-технологические тенденции в будущем. Согласно данным обзора Boston Consulting Group (BCG)²¹, модели поведения миллениалов выделяются в виде следующих установок:

2.2.1. *«Я хочу это быстро, хочу уже сегодня»* — скорость, легкость и удобство получения продукта или услуги обретает высокую ценность. При этом, помимо мгновенного обслуживания и доступа к информации в режиме 24/7, не менее важную роль играет *персонализация и кастомизация* продуктов и сервисов, адаптированных к индивидуальным потребностям конкретного человека.

2.2.2. *«Я больше доверяю друзьям, нежели “корпоративным рупорам”»* — ведущую роль приобретают негосударственные и неофициальные акторы. Разоблачения качества пищевых продуктов и то, как к ним относятся в СМИ, подрывает доверие потребителей к официальной информации. В результате усиливается внимание к безопасности пищевых продуктов (включая происхождение, прозрачность ингредиентов и способ приготовления) и возникает стремление задействовать множество источников информации, особенно из неофициальных каналов.

2.2.3. *«Я существую социальное — и онлайн, и офлайн»* — высокий уровень вовлеченности в социальные медиаплатформы, рост потребности в признании и принадлежности к группе. Тезис находит отражение в стремлении к «краудсорсингу» — полу-

¹⁹ Serraj R., Pingali P.L. Agriculture & Food Systems to 2050: Global Trends, Challenges and Opportunities. DOI: 10.1142/11212

²⁰ Global Generations: A Global Study on Work-Life Challenges Across Generations. EY, 2015. P. 1.

²¹ Barton C., Fromm J., Egan C. The Millennial Consumer. Debunking Stereotypes. The Boston Consulting Group, 2012 (April).

чению совместного опыта, участию в различного рода социальных активностях, в особенности с людьми, не принадлежащими в реальной жизни к близкому окружению. Еще одним аспектом является рост популярности концепции экономики совместного использования, в которой доступ к продукту важнее, чем непосредственное владение им²².

2.2.4. «Я могу сделать мир лучше» — высокая восприимчивость к глобальным проблемам, прежде всего эколого-экономического характера, меняет модель потребительского поведения. Она выражается в стремлении к выбору продуктов, соответствующих принципам устойчивого и этичного производства, «справедливой» торговли, а также продукции компаний, декларирующих заботу о социальных проблемах.

Комплекс социокультурных и фундаментальных факторов закладывает ряд трендов, которые в той или иной степени уже получили распространение сегодня и в последующее десятилетие будут придавать дополнительную фактуру процессу трансформации АПК.

Основные тенденции:

- Развитие просьюмеризма (prosumerism)²³ и частичной демаркетизации традиционных рынков за счет вовлечения потребителей в производственные функции. В качестве примеров можно привести домохозяйства, вырабатывающие собственную энергию или производящие продукты питания с использованием новых технологий (3D-печати пищевых продуктов, домашних мини-ферм вертикального типа и некоторых других). Тренд согласуется с установками 2.2.2. и 2.2.4. Феномен просьюмеризма, однако, не ограничивается исключительно частным сектором, в более широком смысле он согласуется с концепциями ресурсосбережения и энергоэффективности и включает также целый ряд промышленных технологий, например,

²² Scheerder J., Hoogerwerf R., de Wilde S. Horizonscan 2050. A Different View of the Future. STT, 2014.

²³ Термин «prosumer» (от англ. prosumer, producer + consumer) используется для обозначения потребителей, которые вносят свой вклад в процесс производства продуктов, которые они потребляют.

в тепличных хозяйствах: сбор конденсатной влаги для полива, аккумулярование выделяемого CO_2 для отопления и иные.

- Новые формы распределения продукции с целью минимизации отходов, в основе которых лежат принципы экономики совместного использования и краудсорсинга. Такие формы уже получили распространение в транспортной отрасли и индустрии туризма. В числе примеров из продовольственной сферы можно привести следующие концепции:
 - «crowdfarming» (затрагивает также аспект обеспечения безопасности продукции) — это модель аутсорсинга, в которой потребитель инвестирует в конкретное плодородное дерево, участок поля или животное, а фермер выращивает продукцию по заранее сформированному заказу потребителя с учетом его персональных требований и пожеланий. Потребителю при этом предоставляется возможность удаленного наблюдения за производственными процессами. Тренд согласуется с установками 2.2.2, 2.2.3, а также 2.2.1 в части кастомизации;
 - «food sharing» — социальная платформа, связывающая людей с их соседями и ближайшими продовольственными магазинами для безвозмездной передачи невостребованных продуктов. Тренд согласуется с установками 2.2.3, 2.2.4.
- Рост спроса на обработанные продукты и готовую пищу: ведущим фактором выступает увеличение доли городского населения и рост влияния соответствующих акцентов потребительского поведения (фактор 2.1 и установка 2.2.1). Согласно некоторым оценкам, широкое распространение могут получить продукты в форме коктейлей, порошков, паст и картриджей для 3D-печати с питательной ценностью, сопоставимой или превосходящей традиционные продукты и рационы.
- Увеличение спроса на лечебное питание: происходит уже сейчас на фоне роста понимания роли отдельных пищевых компонентов и рационов в сохранении здоровья и профилактике хронических заболеваний. Данный тренд также связан с развитием эпигенетики и популяризации концепции персонализированного питания, которая предполагает использование индивидуальных данных человека (генетических, фенотипи-

ческих, медицинских и иных) для разработки оптимальных рационов²⁴. Тренд согласуется с фактором 2.1 и установкой 2.2.1.

- Соответствие критериям «устойчивости» и этического производства как фактор выбора: потребители, наряду со стремлением к выбору здорового питания (ЗОЖ), уделяют все больше внимания условиям, в которых был произведен тот или иной продукт, включая обеспечение благополучия животных, степени воздействия на окружающую среду, а также экологической и социальной политике компании-производителя. Выделенный тренд является драйвером роста спроса на продукцию, апеллирующим к различным аспектам здорового или этического питания, либо устойчивого развития («без ГМО», «органик-», «экологически предпочтительно» и др.). Тренд согласуется с фактором 2.1 и установкой 2.2.4.
- Полнота и прозрачность информации о продукте как фактор выбора: диктуется ростом спроса на здоровое питание и экологически предпочтительные продукты на фоне роста недоверия к традиционным маркировкам, фактор 2.2.2 (в том числе ввиду распространения неэтичного маркетинга, в частности, так называемого гринвошинга). Данный тренд может стимулировать внедрение целого ряда решений, в частности, домашних устройств для тестирования продуктов, а также технологий «умного» дома.
- Усиление влияния онлайн-торговли — постепенное сокращение доли розничного сектора. Согласно обновленному прогнозу FMI-Nielsen, в горизонте 2025 г. доля онлайн-продаж продовольственных продуктов (сектор eGrosery) достигнет 30% от общего их объема реализации в мире. Все более широкое распространение также получают онлайн-сервисы по доставке готовой еды из учреждений общепита. Тренд согласуется с установкой 2.2.1.

3. Экономические и геополитические факторы

- 3.1. Усиление волатильности цен на продовольственных рынках: в ближайшее десятилетие динамика цен на продовольствие

²⁴ *Ordovas J.M. et al. Personalised Nutrition and Health // BMJ. 2018.*

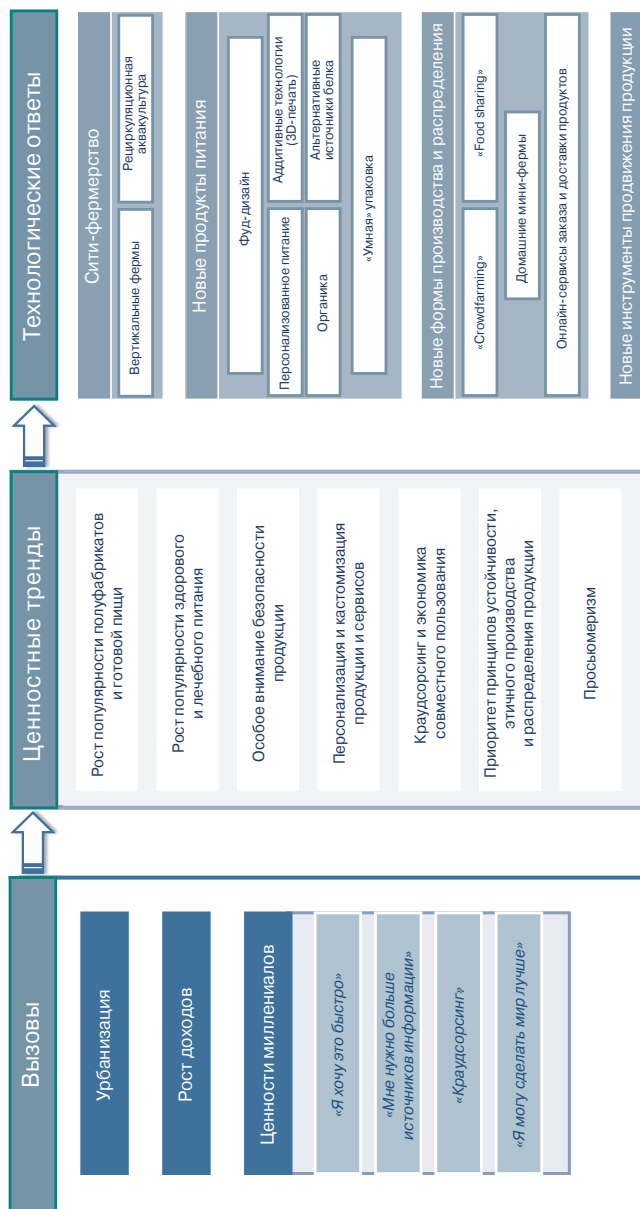


Рис. 1. Технологические ответы на социальные и ценностные вызовы

Источник: ИНАГИс НИУ ВШЭ.

будет определяться влиянием двух разнонаправленных групп факторов. Факторами повышения выступает растущее население мира на фоне угрозы дефицита ресурсов, роста цен на энергоресурсы и природно-климатических рисков²⁵. Факторами понижения, которые потенциально способствуют усилению конкуренции, в том числе и ценовой, выступают внедрение современных высокопродуктивных технологий и рост агропроизводства в отдельных регионах, высвобождение сельхозплощадей на фоне перехода к технологиям биорефайнинга 2-го поколения и интенсификация международной торговли²⁶. Влияние последнего фактора, однако, не является однозначным, поскольку усиливает зависимость продовольственных рынков от спекулятивной активности и введения торговых барьеров, искажающих реальное соотношение спроса и предложения. Фактор волатильности создает серьезные угрозы для обеспечения продовольственной безопасности бедных стран и бедных слоев населения в странах, к ним не относящихся.

- 3.2. Рост влияния вертикально интегрированных компаний: крупные агропромышленные группы обладают значительной рыночной, а в некоторых случаях и политической силой и способны вытеснять с рынка (или интегрировать) средних и малых производителей, что ведет к снижению конкуренции и росту сельской безработицы²⁷. Стратегии развития транснациональных компаний на внешних рынках и лежащие в их основе бизнес-интересы могут вступать в противоречие с принципами обеспечения национальной продовольственной безопасности отдельных стран и угрожать их соблюдению.
- 3.3. Тенденция к автаркии и нарастание протекционизма как ответ на внешние вызовы предыдущих лет. Развитие международной торговли и интернационализация продовольственных рынков долгое время рассматривались преимущественно с

²⁵ World Development Report 2008: Agriculture for Development. Washington, DC: World Bank, 2007 <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5990>>.

²⁶ Herren H.R., Wakhungu J., Watson R.T. Agriculture at a Crossroads: Synthesis Report. IAAST, 2009.

²⁷ Clapp J., Fuchs D. (eds). Corporate Power in Global Agrifood Governance. Cambridge, USA: MIT Press, 2009.

точки зрения выгод и возможностей: обеспечения стабильного и широкого доступа к продовольствию в глобальном масштабе, источника дохода для экспортно ориентированных стран и обеспечения продовольственной безопасности для других. В последнее десятилетие, однако, на фоне мирового продовольственного кризиса 2007–2008 гг., усиления протекционистской политики развитых стран, роста геополитического соперничества и использования ограничений на поставки продовольственных продуктов (как одного из инструментов торговых войн), популярность получает концепция, которая рассматривает зависимость продовольственной безопасности от внешне-экономических связей как угрозу. В связи с этим популярность в ряде стран получает альтернативное видение политики продовольственной безопасности²⁸, основанной на сокращении зависимости от международной торговли до уровня региональных интеграционных проектов и приоритете самообеспечения (концепции продовольственного суверенитета).

- 3.4. Глобальный тренд на внедрение принципов «устойчивости» (через стратегии развития биоэкономики и концепции экономики замкнутого цикла): в последние годы национальные инициативы в соответствующем направлении были приняты не менее чем 40 государствами²⁹, в том числе и Россией³⁰. Одним из ключевых инструментов внедрения подобных решений, в конечном итоге направленных на повышение их конкурентоспособности, выступает система квот, стандартов и иных мер, ограничивающих использование менее предпочтительных альтернатив. Несмотря на то что в настоящее время дискриминационные меры применяются преимущественно для регулирования внутренних рынков, глобальный переход к более цикличной экономической модели, ожидаемый в ближайшее

²⁸ The State of Agricultural Commodity Markets 2015–16. Food Security and International Trade. Rome: FAO, 2015.

²⁹ Dietz T. et al. Governance of the Bioeconomy: A Global Comparative Study of National Bioeconomy Strategies // Sustainability. 2018. Vol. 10. Iss. 9. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10093190>

³⁰ Комплексная программа развития биотехнологий в РФ на период до 2020 года («Био2020»).

десятилетие, неизбежно будет выходить за пределы национальных границ³¹.

- 3.5. Переход к экономике знаний: модели постиндустриальной экономики, в которой знания и технологии выступают одним из важнейших ресурсов, а производство товаров и услуг опирается на высокоразвитые когнитивные и социальные навыки работников. Переход к экономике знаний и технологическое развитие требуют динамичного рынка труда, на котором изменения и сдвиги в требуемых компетенциях будут происходить все быстрее и сопровождаться радикальным изменением характера профессий³².

Вместе с тем внедрение новой модели обеспечивает и принципиально иной уровень добавленной стоимости, формируя окна возможностей для роста конкурентоспособности новых стран и отраслей. В перспективе это будет способствовать укреплению позиций стран, проводящих политику стимулирования соответствующих трансформаций, и снижению роли иных. Драйверами новой модели в настоящее время выступает главным образом сфера услуг, в частности, банковский сектор (примером является Сбербанк, последовательно проводящий политику цифровизации).

Однако в перспективе новая модель будет распространяться все шире, вовлекая и иные отрасли. На фоне рождающихся трендов, которые в среднесрочной перспективе способны кардинально изменить облик АПК и усилить влияние развитых стран, отставание и распространенное в развивающихся странах представление об аграрном секторе как консервативной и несложной деятельности на сельских территориях будет способствовать увеличению системного разрыва и усилению технологической зависимости от лидеров.

Влияние политико-экономических факторов на инновационное развитие глобального АПК в ближайшее десятилетие характеризуется высокой неопределенностью.

³¹ The State of Agricultural Commodity Markets 2018. Agricultural Trade, Climate Change and Food Security. Rome: FAO, 2018.

³² de Wilde S. (ed.) The Future of Technology in Agriculture / Netherlands Study Centre for Technology Trends. The Hague, 2016.

В связи с вероятным ростом геополитических угроз и влияния соответствующих факторов на развитие международной торговли политика обеспечения продовольственной безопасности некоторых стран может быть скорректирована в сторону обеспечения продовольственного суверенитета, который определяется не уровнем доступа к глобальному рынку продовольствия, а долей продукции собственного производства на внутреннем рынке.

4. Технологические факторы

4.1. Информационные технологии и IT-инфраструктура

- Квантовые вычисления: по оценкам Ханса Моравека³³, эволюцию вычислительной мощности компьютерных процессоров можно проиллюстрировать следующим примером: в период с 2000 по 2010 г. мощность лучших образцов (по MIPS или числу инструкций в секунду) находилась между умственными способностям паука или ящерицы (до 20 тыс.), к 2020 г. она приблизится к уровню мыши (100 тыс.) и достигнет уровня интеллекта человека в горизонте 2040 г. (1 млн MIPS), а к 2050 г. превзойдет его. Эти оценки, однако, будут превзойдены многократно, как только квантовые вычисления станут повседневной реальностью, а это ожидается уже в ближайшем будущем.

В конце 2019 г. компания Google объявила о достижении «квантового превосходства»³⁴: квантовый компьютер Sycamore смог за 200 секунд выполнить расчет, на который самому мощному в мире суперкомпьютеру Summit (IBM) понадобилось бы около 10 тыс. лет³⁵.

В перспективе квантовые вычисления будут формировать вокруг себя новую технологическую экосистему, открывая ши-

³³ Moravec H. Rise of the Robots — The Future of Artificial Intelligence // Scientific American. 2009. March 23.

³⁴ Arute F. et al. Quantum Supremacy Using a Programmable Superconducting Processor // Nature. 2019. Vol. 574. P. 505–510. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1666-5>

³⁵ Google Researchers Have Reportedly Achieved “Quantum Supremacy” // MIT Technology Review. 2019. September 20.

рокое окно возможностей для внедрения различного рода прикладных решений.

- Большие данные (BigData): еще в 2006 г. глобальный объем цифровой информации оценивался в 0,16 зеттабайт³⁶, что в 1000 раз меньше показателя, прогнозируемого в горизонте 2025 г. (136 зеттабайт)³⁷.

Растущий в геометрической прогрессии объем собираемых данных требует принципиально иного подхода к их обработке и анализу с использованием специальных программных инструментов. BigData позволяет преобразовать большие потоки информации из недоступного человеческому пониманию вида в доступные для восприятия результаты.

Подобные технологии имеют огромный потенциал дальнейшего внедрения, в том числе и в агропродовольственном секторе (Data Driven Farming): технологии BigData позволяют принимать более обоснованные решения, учитывающие прогнозы погодных явлений, вероятность заболеваний, оценки урожайности, тенденции рынка и многие другие в рамках одной модели.

- Самообучающиеся системы (искусственный интеллект, AI): развитие технологий интеллектуального анализа данных расширяет перечень задач, которые могут решать компьютерные системы.

Новые возможности заключаются в способности к когнитивным вычислениям: понимание диалога, рассуждение и генерация гипотез, сенсорное восприятие, обучение в среде неструктурированных данных и т.д. Широко известным примером AI стала разработка компании IBM (IBM Watson)³⁸.

Комплексные системы AI (IoT-платформы) в настоящее время получают все более широкое распространение в аэрокосмической, автомобильной, горнодобывающей и некоторых других отраслях промышленности. Область применения AI в АПК

³⁶ Gantz J.F. An IDC White Paper: The Expanding Digital Universe. 2007 (March).

³⁷ IDC. Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical. 2017. April 1.

³⁸ High R. The Era of Cognitive Systems: An Inside Look at IBM Watson and How it Works. An IBM Redguide Publication. 2012. December 12.

очень широка: от создания самоуправляющихся ферм и производств до чат-ботов и виртуальных помощников.

- Интернет вещей (IoT): технология объединения физических объектов, оснащенных коммуникационными устройствами, в единую информационную сеть в целях сбора, обмена и анализа информации, необходимой для принятия решений. Интернет вещей уже существует и имеет множество примеров, реализованных в концепциях «умный город», «умный дом» и многих других. Не является исключением и аграрный сектор, где в сочетании с робототехникой, телематикой, сенсорными технологиями и другими элементами IT-инфраструктуры интернет-вещей лежит в основе концепции «умного земледелия». В сочетании с генетикой (п. 4.3.1) IoT дает возможность для структурного улучшения диагностики и обеспечения здоровья животных.

Согласно некоторым оценкам³⁹, к концу 2020 г. количество внедренных только в сельскохозяйственной отрасли IoT-устройств достигнет 75 млн единиц (против 30 млн в 2015 г.), а к 2050 г. средняя ферма будет генерировать 4,1 млн точек данных ежедневно, по сравнению со 190 тыс. в 2014 г.

Растущее число подключенных к IoT устройств предоставляет большие возможности производителям, однако существенно усложняет управление процессами, которое в будущем, вероятно, все в большей степени будет делегироваться искусственному интеллекту.

- Блокчейн: технологию можно представить в виде системы накопления и хранения данных обо всех операциях, осуществленных в течение жизненного цикла продукта, *in situ* в виде «цепочки блоков» (англ. Blockchain). В настоящее время технология блокчейна ассоциируется преимущественно с финансовыми операциями, однако также может быть применена и к любым другим видам транзакций, в том числе и в АПК. Она позволяет обеспечить прозрачность цепочки товародвижения на всем пути «от фермы до тарелки», предоставляя возмож-

³⁹ Ustundag A., Cevikcan E. Industry 4.0: Managing the Digital Transformation. Springer Series in Advanced Manufacturing. DOI: 10.1007/978-3-319-57870-5_1

ность эффективной борьбы с фальсификатом и контрафактом, быстрого выявления некачественной продукции, найти узкие места в цепочке поставок и оптимизировать логистику, а соответственно, сократить объем потерь. Блокчейн сочетается с технологиями IoT.

- 4.2. Робототехника: в широком понимании применение роботов и дронов нельзя назвать новой технологией. Однако на фоне развития смежных областей, обеспечивающих значительное улучшение способностей искусственного интеллекта, производительности и снижение стоимости сенсоров, электрических двигателей и других решений, роль и потенциальный эффект от внедрения «умных» роботизированных систем в ближайшие десятилетия резко возрастает.

В 2009 г. на Земле работало около 10 млн роботов, а в 2011 г. — более 18 млн единиц. Ожидается, что к 2025 г. количество роботов превзойдет численность населения развитых стран и составит около 1,5 млрд единиц. В горизонте 2030—2035 гг. роботов на Земле станет больше, чем людей⁴⁰.

Развитие технического прогресса породит две важнейшие тенденции: человеческий труд, с одной стороны, будет заменен интеллектуальными машинами, с другой стороны, управление роботизированными системами ожидаемо будет все более сложным для людей. Вероятно, уже в недалеком будущем необходимые компетенции фермера должны будут включать все больше технических и биологических знаний и все меньше именно сельскохозяйственных навыков.

- 4.3. Биотехнологии: в широком смысле предполагают использование живых организмов, их систем или продуктов жизнедеятельности для решения различного рода задач (в том числе в целях создания живых организмов с заданными свойствами).

4.3.1. Генетика: раздел биологии, направленный на изучение закономерностей наследования генетической информации и изменчивости живых организмов. Имеет важнейшее практи-

⁴⁰ Staniford Stuart. Global Robot Population. Early Warning Blog, 2012 <<http://earlywarn.blogspot.com/2012/04/global-robot-population.html>>.

ческое значение, в том числе и в АПК. Ниже обозначены лишь примеры некоторых направлений:

- a. Ускоренная селекция (маркер-ориентированная, микроклональное размножение и другие методы): создание высокопродуктивных, устойчивых к внешним угрозам сортов растений и пород животных, обеспечение лучшего качества и свойств продукции.

Длительность создания нового сорта растения методами классической селекции может составлять до 15 лет, при этом существует высокая степень рисков неудачного переноса нужного признака или закрепления нежелательного. Технологии ускоренной селекции позволяют не менее чем на треть сократить срок создания нового сорта, а также надежно обеспечить требуемые хозяйственно-ценные признаки.

В животноводстве концептуально схожими являются технологии геномной селекции и тесно связанной с ней геномной оценки животных, позволяющие существенно сократить сроки определения племенной ценности, вывести на принципиально новый уровень эффективность генетического прогресса и оперировать спектром признаков, недоступных при традиционных подходах к селекции.

- b. Создание новых видов производящих живых систем: перечень возможностей очень широк, большинство современных биотехнологических продуктов производятся генетически измененными продуцентами (от сверхсовременных систем генной терапии до достаточно простого кормового лизина). В рамках АПК это направление связано с синтетической биотехнологией (п. 4.3.3).

4.3.2. Эпигенетика: достаточно молодое направление, дополняющее область знаний традиционной генетики. В очень упрощенном представлении она позволяет управлять изменениями наследственной информации, не связанными с ДНК, но вызванными воздействием внешних факторов.

Внешние факторы способны регулировать активность генов: «включать» и «выключать» определенные участки ДНК, а соот-

ветственно, в наибольшей⁴¹, нежели сама первичная структура ДНК, степени влияют на проявление кодируемых ими признаков (например, связанных с процессами старения, развития определенных заболеваний и, напротив, развития устойчивости и адаптационных способностей). При этом модификации, вызванные эпигенетическими факторами, могут передаваться последующим поколениям, что подтверждает некогда спорный тезис о возможности наследования приобретенных признаков.

В одном из экспериментов⁴², аргументирующих этот тезис, модельные трансгенные мыши с заданной склонностью к ожирению и желтым окрасом шерсти в период беременности обеспечивались кормом с высоким содержанием источников метильных групп. Полученное в этой группе мышей потомство не унаследовало признаки родителей, не имело отклонений и приобрело нормальный фенотип. Воздействие диеты при этом сохранялось и в нескольких последующих поколениях на фоне перехода на обычное питание.

В настоящее время направление развивается преимущественно в сфере обеспечения здоровья человека (парадигма персонализированного питания), но также распространяется и на другие живые системы (например, для повышения урожайности в растениеводстве⁴³).

4.3.3. Синтетическая биология: это наиболее современный этап развития биотехнологии (от традиционной биотехнологии ее отличает применение не природных, а генно-инженерных продуцентов). Быстрый рост популярности этой технологии, на фоне которого сформировались даже отдельные крупные рынки, обусловлен возможностью получения про-

⁴¹ *Cheung P. et al. Single-Cell Chromatin Modification Profiling Reveals Increased Epigenetic Variations with Aging // Cell. 2018 (May 31). Vol. 173. No. 6. P. 1385–1397. DOI: 10.1016/j.cell.2018.03.079*

⁴² *Waterland R.A., Jirtle R.L. Transposable Elements: Targets for Early Nutritional Effects on Epigenetic Gene Regulation // Molecular and Cellular Biology. 2003. Vol. 23. P. 5293–5300.*

⁴³ *Springer N., Schmitz R. Exploiting Induced and Natural Epigenetic Variation for Crop Improvement // Nature Reviews Genetics. 2017. Vol. 18. P. 563–575. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrg.2017.45>*

дуктов, производство которых естественным путем по тем или причинам не удовлетворяет существующим требованиям (безопасность, дороговизна и доступ к ресурсам, необходимость коррекции природных свойств).

Продукция синтетической биологии уже давно и активно применяется в АПК: диагностикумы и вакцины на основе рекомбинантных белков, некоторые кормовые и пищевые добавки (ферменты, аминокислоты, ароматизаторы и т.д.) и многие другие. Дальнейшее развитие синтетической биологии (в комплексе с генетикой) открывает новые перспективы в совершенно разных сферах — от новых источников энергии и иной продукции «новой зеленой химии» (технологии 3-го поколения и выше) до получения продовольственной продукции без использования сельскохозяйственных ресурсов.

- 4.4. Нанотехнологии: технологии манипулирования материей на атомарном, молекулярном и супрамолекулярном уровне. В настоящее время находят все более широкое применение в медицине, электронике, создании новых материалов и энергетике и признаны Европейской комиссией как одна из шести «ключевых стимулирующих технологий» (KET)⁴⁴ обеспечения конкурентоспособности и экономического роста.

Несмотря на существенное отставание АПК в разработке нанотехнологических решений от ведущих отраслей, их внедрение может стать мощным импульсом в развитии практически всех областей сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности и обеспечить значительный прогресс в решении проблем эффективного использования ресурсов, повышения продуктивности и некоторых других. Ниже приведены лишь некоторые примеры:

- Нанобиосенсоры (NBS)⁴⁵: быстрые, простые в использовании и дешевые решения, способные с высокой чувстви-

⁴⁴ Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions — A European Strategy for Key Enabling Technologies — A Bridge to Growth and Jobs. COM/2012/341 final.

⁴⁵ Устройство, которое производит количественный сигнал, пропорциональный концентрации анализируемого вещества.

ностью и специфичностью выявлять различные соединения. Применительно к АПК разработки в этой области в настоящее время сосредоточены на детекции органических и неорганических загрязнителей (пестицидов, микотоксинов, патогенных микроорганизмов и др.), а также мониторинге свежести продовольственной продукции.

Одним из вариантов этого направления является так называемый «оптоэлектронный нос» — система на основе массивов хромогенных наносенсоров, позволяющая отслеживать изменения в сложных химических системах, в частности, изменения цвета, запаха и иных параметров. Область применения таких систем достаточно широка, например, сенсоры могут быть нанесены на первичную упаковку пищевой продукции и в режиме реального времени передавать объективную информацию о степени свежести и иных заданных характеристиках в виде цветовых схем, распознаваемых простыми системами захвата изображений, в частности, обычными камерами (что обеспечивает возможность встраивания в экосистему IoT).

Кроме того, NBS могут быть использованы в ранней диагностике заболеваний животных и сплошном мониторинге состояния растений в режиме реального времени⁴⁶ (технологии AI и Big Data, точное земледелие).

Технологии NDS позволяют отслеживать потребности конкретного растения в орошении, микро- и макроэлементах и других ресурсах (наносенсоры размещаются на листьях и передают информацию через сеть расположенных в непосредственной близости ресиверов), позволяя принимать точные и своевременные решения, снизить затраты и улучшить качество продукции. Развитием подобной технологии занимается компания Plantea.

- Нанотранспорты (системы доставки активных веществ): пионером в области разработки и внедрения подобных систем является биофармацевтика, а их широкое распространение способствовало удешевлению технологий. Перспективными

⁴⁶ *Marchiol L.* Nanotechnology in Agriculture: New Opportunities and Perspectives. 2018. September 19. DOI: 10.5772/intechopen.74425

направлениями использования нанотранспортов в АПК является создание новых форм кормовых и пищевых функциональных добавок, средств защиты растений, ветеринарных препаратов, удобрений, некоторые примеры которых уже представлены на рынке.

- **Нанобионика:** экспериментальное направление модификации, позволяющее создавать быстрорастущие растения, проектировать искусственные фотосинтетические системы⁴⁷, придавать им новые функции, не предусмотренные природой. В настоящее время можно привести пример двух направлений работ: (1) повышение эффективности фотосинтеза (процесса внутриклеточного преобразования энергии солнечного света в органические вещества⁴⁸); (2) создание растений с новыми функциями (например, растений-детекторов⁴⁹ и растений — источников освещения⁵⁰).

Весьма вероятно, что в будущем внедрение нанотехнологий позволит выстроить совершенную модель точного земледелия, ориентированную на особенности участков поля, обеспечение оптимальных условий для отдельных растений.

Тренды в секторе конечной продукции АПК

- **Фуд-дизайн:** набирающий силу тренд на создание пищевых решений с заранее заданными и/или улучшенными свойствами:
- **Традиционные продукты с особыми свойствами:** это большая область совершенно разных продуктов, в том числе «но-

⁴⁷ *Noji T. et al. Photosynthetic Oxygen Evolution in Mesoporous Silica Material: Adsorption of Photosystem II Reaction Center Complex into 23 nm Nanopores in SBA // Langmuir. 2011. Vol. 27 (2). P. 705–713. DOI: 10.1021/la1032916*

⁴⁸ *Giraldo J. et al. Plant Nanobionics Approach to Augment Photosynthesis and Biochemical Sensing // Nature Materials. 2014. Vol. 13. P. 400–408. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmat3890>*

⁴⁹ *Wong M. et al. Nitroaromatic Detection and Infrared Communication from Wild-type Plants Using Plant Nanobionics // Nature Materials. 2017. Vol. 16. P. 264–272. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmat4771>*

⁵⁰ *Seon-Yeong K. et al. A Nanobionic Light Emitting Plant // Nano Letters. 2017. DOI: 10.1021/acs.nanolett.7b04369*

вого качества»: соответствующие растущим требованиям к безопасности, экологическим, этическим и иным принципам производства (например, органические продукты, не содержащие ГМО); продуктов с добавленными свойствами: повышенной эстетической привлекательностью (особым цветом, запахом, ароматом), гипоаллергенные, не содержащие нежелательных компонентов, но сохраняющие исходный вкус и структуру, либо, напротив, имеющие улучшенную структуру.

- Персонализированное питание: по мере развития эпигенетики данное направление может получить самое широкое распространение. Оно включает комплекс технологий оценки индивидуального статуса человека, подбор персонализированных продуктов и диет. Вероятно, на начальном этапе своего развития данное направление будет оперировать преимущественно традиционными продуктами (в том числе «нового качества»), однако в дальнейшем все больше будет опираться на искусственно сконструированные продукты.

- Новые формы выпуска продуктов: перспективы данного направления связаны преимущественно с ростом спроса на полуфабрикаты, который в дальнейшем будет еще более усилен активным развитием технологий 3D-печати. В этом случае широкое распространение получают продукты в форме картриджей для печати, которые по совокупности характеристик будут обладать существенным превосходством благодаря сверхдлинным срокам годности, компактности, низким требованиям к условиям хранения и следующим из этого преимуществам. Вероятно, уже в недалекой перспективе развитие аддитивных технологий сможет придать дополнительный импульс направлению альтернативного продовольствия (рис. 2).

Развитие технологий пищевой 3D-печати позволяет решить проблему обогащения рациона человека за счет изначально совершенно непривлекательных, но ценных и быстро воспроизводимых продуктов, например, водорослей и рясок, белка насекомых, путем создания на их основе абсолютно привычных блюд (в том числе и в сочетаниях с традиционными ингредиентами растительного происхождения и биотехнологическими аналогами животных продуктов). Кроме того, их использование позво-

ляет создавать максимально индивидуализированные продукты и рационы.

Многообещающей эта технология является также и с точки зрения решения проблемы продовольственных отходов: герметичные картриджи позволяют обеспечивать непривычно долгие сроки хранения (например, Systems & Materials Research Corp. разрабатывает систему 3D-печати, позволяющую обеспечить тридцатилетний срок годности ингредиентов (разработка профинансирована NASA)).

Пищевая 3D-печать уже на рынке, однако ввиду высокой стоимости развивается преимущественно в сегменте ресторанов высокой кухни, предлагая для домашнего применения очень простые решения, способные работать только с конкретными продуктами, например, шоколадом. По мере развития технологий подобные решения будут, безусловно, удешевляться и совершенствоваться, не исключено, что через 10 лет 3D-принтеры будут такими же обычными приборами, как микроволновые печи.

- Переход к новым источникам белка: уже заложенный в настоящее время тренд, обусловленный целым рядом причин как экономического, так и социального и экологического характера, ставящий задачу преодоления ожидаемого дефицита белка и обеспечения безопасности (в том числе распространения опасных заболеваний животных). Перечисленные ниже альтернативные источники белка способны не только в той или иной степени нивелировать обозначенные проблемы, но и имеют очень высокий потенциал для принятия потребителем, обладают рядом важных преимуществ: возможностью непрерывного производства и воспроизводимости практически в любой точке мира:
 - Аквакультура водорослей: скорость роста фотосинтезирующих микроводорослей значительно превосходит этот показатель у растений, кроме того, они имеют преимущество в содержании белка и аминокислот, а также высокий потенциал в создании новых сортов и разновидностей с улучшенными свойствами. Могут быть использованы в производстве пищевых и непищевых продуктов (биотоплив и иных).

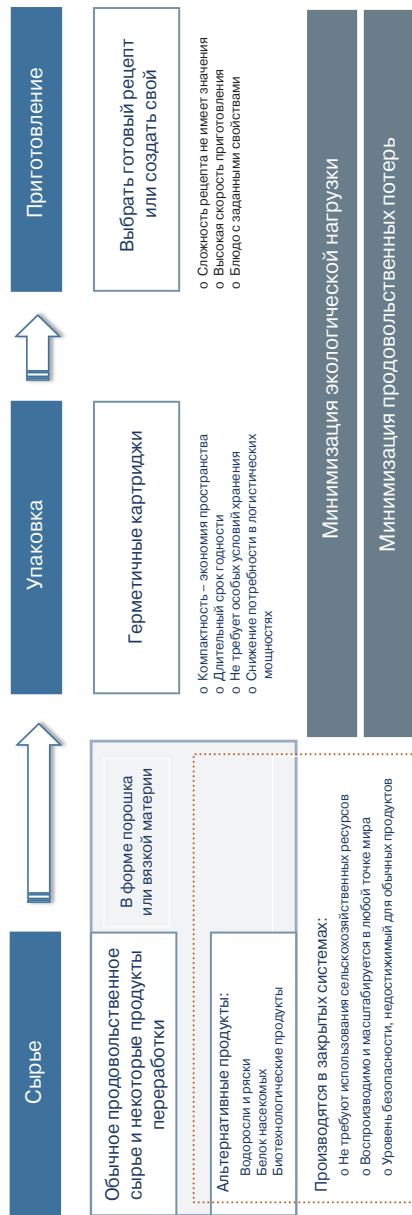


Рис. 2. Концептуальная схема альтернативной модели питания

Источник: ИНАГИС НИУ ВШЭ.

- **Насекомые:** ключевыми преимуществами перед традиционными животными является очень высокая эффективность переработки пищи и невысокая требовательность к ее составу. Последнее превращает их в эффективный инструмент управления продовольственными отходами. Перспективные направления использования: альтернативный источник кормового белка (сейчас это приоритетное направление), сырье для производства пищевых белковых добавок.
- **Биотехнологическое мясо:** полные аналоги мяса, полученные без забоя животных⁵¹. В настоящее время технологии их получения развиваются в рамках двух концепций

- «Мясо из пробирки», или «клеточное мясо», использует общую технологическую и научную базу регенеративной медицины и предполагает *in vitro* культивирование мышечной ткани из клеток-предшественников, забранных у животных. Текущий этап развития технологии направлен на совершенствование процесса получения продукта с несложной текстурой (подобие мясного фарша), выращивание полноценного аналога мышечной ткани является долгосрочной целью⁵².

В настоящее время это направление развивается не менее чем 10 компаниями, а в числе пионеров: Memphis Meats, Hampton Creek/Just и Finless Foods — в США; MosaMeat — в Нидерландах; Supermeat и The Kitchen Foodtech Hub — в Израиле. Развитие технологий позволило многократно снизить цену: в 2013 г. стоимость создания первого в мире гамбургера с *in vitro* мясом составила 325 тыс. долл., сейчас он стоит около 11 долл. (примерно в 10 раз дороже обычного).

- **Биосинтетическое мясо** — использует технологии синтетической биологии, где продукт собирается на молекулярном уровне из веществ изначально растительного происхождения, но полученных биотехнологическим путем. Текущий

⁵¹ Другие аналогичные продукты (например, микопротеины) являются суррогатами и в наибольшей степени соотносятся с направлением фуд-дизайна.

⁵² Ben-Arye T., Levenberg S. Tissue Engineering for Clean Meat Production // Front. Sustain. Food Syst. 2019. June 18. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00046>

уровень технологий позволяет создавать высокоточные имитации только переработанных мясных продуктов, но с заранее заданными питательными свойствами (без холестерина, глютена, со сниженной калорийностью и т.д.).

Технология более не является экспериментальной и начиная с 2013 г. активно осваивает рынок. Ключевыми игроками выступают американские Beyond Meat и Impossible Food, продвигающие продукцию в партнерстве с крупными сетями быстрого питания (Burger King, KFC, TGI Fridays и рядом других), ритейлерами (Metro, Tesco и т.д.) и ресторанами. Основной объем продаж приходится на США и Канаду, однако доступна также и в нескольких десятках стран мира, в том числе и в России (бургеры Beyond Meat через «Азбуку вкуса»). Основным барьером широкого распространения продуктов этого типа является сравнительно высокая стоимость, на текущем этапе она в 4–5 раз превышает цену традиционных аналогов.

Новые возможности: если биотехнологическое мясо по стоимости будет сопоставимо или даже дешевле традиционного (а такие предпосылки есть), эта технология позволит не только минимизировать зависимость от природных ресурсов и факторов, снизить экологическую нагрузку, но и обеспечит недостижимый для традиционного аналога уровень безопасности в части передачи инфекционных и паразитарных заболеваний, содержания остаточных количеств антибиотиков, пестицидов и других вредных веществ.

- Биорефайнинг: направление, предполагающее получение из биомассы ряда продуктов, традиционно получаемых из невозобновляемых источников. Направление развивается достаточно давно и саму концепцию нельзя назвать инновационной. Несмотря на то что биорефайнинг обычно ассоциируется с энергетикой, лежащие в его основе технологические решения могут быть адаптированы для получения совершенно разных средне- и крупнотоннажных продуктов: новых биотоплив, биопластиков, биоволоконных материалов и многих других.

Несмотря на достаточно высокие темпы внедрения, текущий уровень развития биорефайнинга в большинстве случаев сопря-

жен с серьезными социальными и экологическими издержками: усилением конкуренции за пользование земельными и водными ресурсами и стимулированием роста цен на продовольствие. Используемые в настоящее время технологии относятся к первому поколению и предполагают использование в качестве сырья сельскохозяйственных культур с высоким содержанием жиров, крахмала, сахаров. Возможность снижения издержек, критически необходимая для развития «новой зеленой химии», связана с разработками и усовершенствованием технологий 2-го поколения, базирующихся на переходе от крахмала к целлюлозе как более дешевому сырью для получения глюкозы. Дальнейшая эволюция этой технологии предполагает переход к использованию водорослей и микроорганизмов.

Новые модели и комплексные решения в агропроизводстве

- Умные фермы: стремящиеся к максимальной автономности и роботизации сельскохозяйственные производства, управляемые с использованием современных информационно-коммуникационных технологий и соответствующие концепции точного сельского хозяйства (комплексные системы управления, основанные на сочетании сенсорных (IoT) технологий, телематики, робототехники и искусственного интеллекта). Данное понятие является зонтичным для определения различных подходов, позволяющих сделать сельское хозяйство более точным и контролируемым, ориентированным на принятие решений исходя из индивидуальных потребностей отдельных животных или растений, а не стада или поля в целом.
- Закрытые или частично закрытые фермы: использующие альтернативные ресурсы и территории: в настоящее время выделяется несколько вариантов этого направления, включая пустынное растениеводство, морские фермы (seawater farming⁵³), городское сельское хозяйство (urban farming). На последнем остановимся более подробно.

⁵³ Создание энергонезависимых морских ферм, независимых от земельных ресурсов и использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Пример: ферма Sundrop (Австралия) <<https://www.sundropfarms.com/sundrop-system/>>.

Городские фермы (обычно вертикального типа, vertical farming): дают возможность производства продукции растениеводства (наиболее распространено), а также животноводства и закрытой рециркулятивной аквакультуры на ограниченных площадях в пределах города⁵⁴. Может осуществляться как в промышленном масштабе, так и отдельными домохозяйствами. Предпосылки внедрения:

- возможность получения высокоценной продукции (например, ягод, зелени, овощей) в любой точке мира вне зависимости от агроклиматических факторов;
- соответствие принципам экономики замкнутого цикла, высокий уровень безопасности продукции.

Примеры в мире:

- Aerofarm (США): одна из крупнейших в мире вертикальных ферм (6 410 м²);
- Tokyo Salad (Япония): подземный растительный центр, расположенный в нижнем уровне метро;
- Sky Green (Сингапур): производит около 1 тонны зелени через день.

Примеры в России:

- РусЭко (Москва, 2019): ферма на территории бывшей фабрики «Лиггетт-Дукат» (5–7 тонн зелени в день);
- АгроТехФарм (Екатеринбург, февраль 2020): ферма по производству клубники (80 м²);
- Илиотек (Петропавловск-Камчатский, 2019) производство различных культур на площади 1 620 м².

Ключевым технологическим вызовом ближайшего десятилетия является ускорение перехода к новому технологическому укладу (кварты NBIC-конвергенции, основанная на синергии нано-, био-, информационных и когнитивных технологий, стремящихся к слиянию в единую область научно-технических знаний). Трансформации, вызванные развитием соответствующих технологий, настолько масштабны, что способны привести к полному изменению нашего образа жизни, общественного и экономического устройства.

⁵⁴ Существуют различные варианты: закрытые (с полностью искусственным освещением), частично или полностью открытые (расположены на террасах, крышах, в естественно освещаемых помещениях).

Запоздавая реакция и отставание отдельных стран в развитии новых технологий и моделей в АПК (экономики знаний и био-экономики) будет усиливать рост технологической зависимости от лидеров и угрожает снижением глобальной конкурентоспособности.

Инвестиции в инновации АПК

Об активизации процессов трансформации мирового АПК и его переходе на новый уклад свидетельствует рост частных инвестиций в соответствующие технологические проекты (стартапы). Согласно данным AgFunder, их объем только в 2014–2019 гг. увеличился более чем втрое (CAGR 28%) и по итогам последних двух лет достиг уровня в 20 млрд долл.

Общий объем инвестиций за этот период превысил 75 млрд долл. (9,9 тыс. сделок), структурированных AgFunder по двум ключевым направлениям: промышленные технологии «от поля до прилавка» (upstream) и потребительские технологии этапа «от прилавка до тарелки» (downstream) (рис. 3).

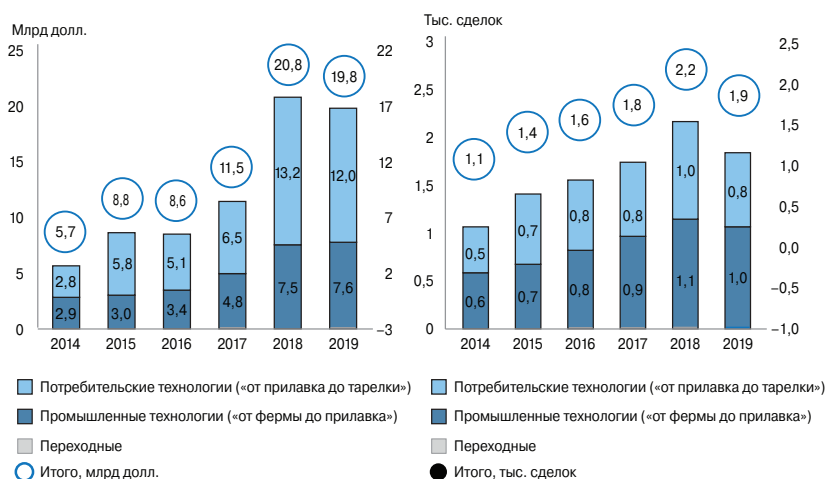


Рис. 3. Инвестиции в агротехнологии в мире

Источник: AgFunder.

Структура сегментов AgFunder:

«От прилавка до тарелки» (downstream)

- Онлайн-сервисы по доставке готовой еды из ресторанов.
- Онлайн-сервисы по доставке продуктов из интернет-магазинов.
- Технологии ресторанов и розничной торговли (in store): складские роботы (shelf-stacking robots), аддитивные технологии (3D-печать), решения «интернет вещей» в области мониторинга отходов и т.п.
- Сервисы по доставке полуфабрикатов и ингредиентов: стартапы, предлагающие кулинарные рецепты и наборы ингредиентов для их приготовления дома (формат «сделай сам», DIY).
- Домашние и кухонные технологии: решения «умная» кухня, устройства тестирования продуктов, технологии питания.
- Технологии «облачного ритейла» — беспилотные роботы-курьеры для доставки продуктов потребителям, «рестораны-призраки» (модель работы «только доставка»).

«От фермы до прилавка» (upstream)

- Агробiotехнологии: генетика и селекция, конструирование микробиомов, биотехнологии защиты растений и т.д.
- Технологии переработки и логистики: решения в области обеспечения безопасности и прозрачности производства и товародвижения, консервации, упаковки и хранения.
- Технологии управления фермами: «умные» фермы (сенсорные технологии и IoT, Big Data и др.).
- Платформы электронной коммерции для АПК: торговые площадки, электронный документооборот, сервисы по лизингу оборудования и др.
- Новые системы земледелия: технологии городских и домашних ферм, ферм для выращивания нетрадиционной продукции (например, водорослей и насекомых).
- Инновационное продовольствие: технологии получения культивируемого мяса, растительного белка, новых ингредиентов.

- Биоэнергетика и биоматериалы: технологии непродовольственной продукции АПК).
- Роботы и оборудование: дроны, машины, механизмы, автоматические системы.

1. Потребительские технологии «от прилавка до тарелки» (downstream): сегмент ассоциирован с факторами растущей урбанизации и цифровизации, а также сменой ценностных трендов. В денежном выражении данный сегмент характеризуется опережающими темпами роста (CAGR 34%) и преобладанием в общем объеме инвестиций — доля до 60% (45,4 млрд долл. накопленным итогом за 2014–2019 гг.). По числу сделок, однако, он уступает сегменту промышленных технологий (upstream) — доля 46% (4,6 тыс., CAGR 10%) — показатель среднего размера сделки в данном сегменте почти вдвое превышает размер сделки в секторе upstream (9,9 млн долл. против 5,7 млн долл. по показателям накопленным итогом и 15,4 млн долл. против 7,3 млн долл. соответственно по данным на 2019 г.), что является следствием преобладания здесь инвестиций в проекты на более высоких стадиях, а также ряда крупных сделок, создающих эффект «гало».

2. Промышленные технологии «от фермы до прилавка» (upstream): включают весь спектр решений в сфере производства, переработки и логистики продукции АПК. Общий объем инвестиций в данное направление за последние пять лет (2014–2018 гг.) составил около 20,9 млрд долл. (39% от их общего объема). Данное направление преобладает с точки зрения числа сделок (5,2 тыс. за период, или 52% от их общего количества). Несмотря на более низкую средневзвешенную стоимость проектных инвестиций, по медианному показателю большинство направлений этого сегмента превосходят направления downstream, что является следствием сравнительно высокой стоимости НИР/НИОКР подобных разработок (данные представлены в табл. 1).

Крупнейшие сделки 2019 г.

«От прилавка до тарелки» (максимальная сумма 1 млрд долл.):

- Rappi (Колумбия): 1 млрд долл. в платформу быстрой доставки продуктов (предлагается также набор иных сервисов);

- Nuro (США): 0,94 млрд долл. в разработчика автономных транспортных средств доставки продуктов;
- MissFresh (Китай): 0,7 млрд долл. в сервис доставки продуктов и готовых блюд по подписке;
- DoorDash (США): 0,6 и 0,4 млрд долл. по двум раундам в платформу доставки готовых блюд;
- Deliveroo (Великобритания): 0,58 млрд долл. в платформу доставки продуктов питания;
- CloudKitchen (США): 0,4 млрд долл. в разработчика решений «ресторанов-призраков» (ориентированы только на доставку).

«От поля до прилавка» (максимальная сумма 0,4 млрд долл.):

- Convoy (США): 0,4 млрд долл. в онлайн-платформу организации грузоперевозок;
- Impossible Foods (США): 0,3 млрд долл. в разработчика технологии получения биотехнологического аналога животного мяса;
- Samsara Networks (США): 0,3 млрд долл. в разработчика сенсоров и IoT-решений;
- Ginkgo Bioworks (США): 0,3 млрд долл. в биотехнологическую компанию (синтетическая биология);
- Ynsect (Франция): 0,125 млрд долл. в производителя белка из насекомых;
- Inscripta (США): 0,125 млрд долл. в разработчика геномных технологий (синтетическая биология).

Лидирующие направления (2019):

1. Сервисы по доставке еды из интернет-магазинов: ключевое направление с объемом инвестиций 3,9 млрд долл. (20% от общего), но по числу сделок находится на второй позиции рейтинга (235 сделок, 13% от общего). Лидирующая позиция обеспечивается высокой активностью в китайском сегменте и рядом крупных сделок (MissFresh — 0,7 млрд долл. и Yipin Fresh — 0,3 млрд долл.).

2. Технологии «облачного ритейла»: впервые выделены в отдельное направление в 2019 г. и занимают вторую строчку рейтинга.

Таблица 1. Структура глобальных инвестиций в Agtech 4.0 (2019)

	Млрд. долл.	Число сделок	Средневзвешенная (млн долл./сделка)	«Медиана (млн долл./сделка)»
«От прилавка до тарелки» (downstream)	12,0	707	17,0	
Сервисы по доставке готовой еды из ресторанов	2,4	57	42,1	3,4
Сервисы по доставке продуктов из интернет-магазинов	3,9	235	16,6	3,4
Технологии ресторанов и розницы (in store)	1,9	214	8,9	1,4
Сервисы по доставке полуфабрикатов	0,3	90	3,7	1,1
Домашние и кухонные технологии	0,3	55	5,2	0,8
Технологии «облачного ритейла»	3,2	56	57,1	2,6
«От поля до прилавка» (upstream)	7,6	1 108	6,8	
Агробиотехнологии	1,1	122	9,0	3,0
Технологии переработки и логистики	2,1	283	7,4	3,0
Технологии управления фермами	0,9	205	4,3	1,5
Платформы электронной коммерции для АПК	0,8	104	7,6	1,5
Биоэнергетика и биоматериалы	0,8	95	8,1	3,5
Новые системы земледелия	0,7	75	9,9	2,4
Инновационное производство	1,0	158	6,3	3,0
Роботы и оборудование	0,2	66	2,7	2,0
Переходные (upstream + downstream)	0,2	38	6,4	
Переходные	0,2	38	6,4	

Источник: AgFunder.

га с объемом инвестиций 3,2 млрд долл. (16% от общего), однако по числу сделок находятся лишь на 13-й позиции (56 сделок). Для данного направления характерен наивысший показатель стоимости средневзвешенной сделки (57 млн долл.) при медиане всего в 2,6 млн долл. (эффект «гало» на фоне очень крупных сделок: Rappi, Nuro и CloudKitchen).

3. Сервисы по доставке еды из ресторанов: данное направление ранее занимало лидирующие позиции рейтинга, однако по итогам 2019 г. показало существенное снижение объемов привлеченных инвестиций (сокращение на 56%, которое заметно отразилось и на показателе общего объема инвестиций в агротех). Эффект «гало» от крупных сделок (DoorDash и некоторые другие) также характерен для этого сегмента, однако выражен меньше.

4. Технологии переработки и логистики: 2,1 млрд долл. в рамках 283 сделок, что соответствует лидирующей позиции по числу сделок (доли в суммарных показателях 11 и 15% соответственно). Крупнейшие сделки: Convoу (0,4 млрд долл.), Samsara Network (0,3 млрд долл.), Ginkgo Bioworks (0,29 млрд долл.).

5. Технологии ресторанов и розничной торговли: 1,9 млрд долл. в рамках 214 сделок — пятая и третья позиции (10 и 12%) соответственно. Крупнейшие сделки: Toast (POS-система, 0,25 млрд долл.) и Ubox (вендинговые аппараты, 0,225 млрд долл.).

Ожидания инвесторов. Прогноз активности на 2020 г.

Результаты анализа настроений инвесторов⁵⁵, проведенного AgFunder и Idea 2 Scale в ноябре 2019 г., показывают, что позитивные настроения и фокус внимания в настоящее время сосредоточены преимущественно на сегменте «от поля до прилавка» (upstream), тогда как абсолютное большинство направлений сегмента «от прилавка до тарелки» (downstream) инвесторы считают переоцененными (рис. 4).

⁵⁵ Food & AgTech Investor Sentiment Report. AgFunder <<https://agfunder.com/research/food-agtech-investor-sentiment-report/>>.

ТОП-3 направления по инвестиционной привлекательности:

- Агробιοтехнологии: интересны 58% инвесторов, 5% считают направление перегретым (разрыв в +53 пункта).
- Технологии переработки и логистики: 40% против 2% соответственно (+38 пунктов).
- Инновационное продовольствие: 56% против 22% соответственно (+34 пункта).

ТОП-3 переоцененных направления:

- Сервисы по доставке полуфабрикатов и ингредиентов — не интересны опрошенным инвесторам, считают направление переоцененным 54% (разрыв –54 пункта).
- Сервисы по доставке продуктов из интернет-магазинов: 4% против 40% (–36 пунктов).
- Сервисы по доставке готовой еды из ресторанов: 2% против 24% (–20 пунктов).



Рис. 4. Рейтинг инвестиционной привлекательности направлений Agtech 4.0 (2020 г.)

Источник: AgFunder.

Прогноз рынков АПК 4.0

Согласно подготовленному нами консенсус-прогнозу⁵⁶, объем мирового рынка АПК 4.0 в горизонте 2025 г. покажет увеличение на 58% и достигнет 2,3 трлн долл. (CAGR 6,7% или +832 млрд долл. к базовому показателю 2018 г. (1,4 трлн долл.)). В наиболее укрупненном виде ключевыми драйверами роста будут выступать:

- Конечная инновационная продукция АПК: крупнейший сегмент, объем которого к 2025 г. достигнет 1,6 трлн долл. (+509 млрд долл., что обеспечит 62% общего прироста по АПК 4.0) (рис. 5).
- Технологии и средства производства АПК 4.0: наиболее быстрорастущий сегмент, объем которого, как ожидается, возрастет почти на 230 млрд долл. (CAGR 10%), что обеспечит 29% общего прироста по АПК 4.0.
- Маркетинговые технологии (онлайн-платформы доставки продовольственных продуктов) добавят около 80 млрд долл., или 10% прироста АПК 4.0 на фоне демографических и социокультурных изменений.
- Сектор переработки пищевых отходов: покажет рост на 13 млрд долл. (2% от прироста).
- Конечная продукция: на фоне опережающего роста в других секторах удельная доля сегмента в общем объеме рынка АПК 4.0 снизится с 77 до 71%. Точками роста в данном сегменте будут выступать:
 - здоровое и лечебное питание (традиционные продукты с добавленными свойствами): прирост на 419 млрд долл., который в значительной степени будет обусловлен увеличением сектора органических продуктов (+240 млрд долл.);

Помимо органической продукции сегмент включает функциональное питание, продукты с исключенными нежелательными ингредиентами, для диетотерапии и различных видов непереносимости (лактозы, глютена и т.д.).

⁵⁶ Консенсус-прогноз основан на усредненных данных прогнозов ряда аналитических компаний, специализирующихся на изучении целевых рынков.

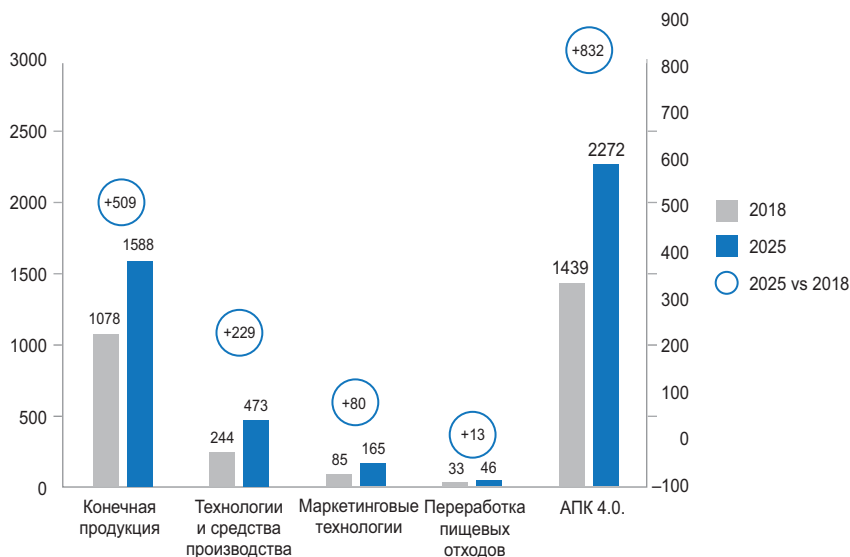


Рис. 5. Структура роста АПК 4.0 в мире (2025 г.), млрд долл.

Источник: консенсус-прогноз ИнАгИс НИУ ВШЭ.

- непродовольственная продукция АПК (биорефайнинг): +79 млрд долл., преимущественно за счет сегмента биотоплив (+68 млрд долл.).
- Технологии и средства производства: на фоне опережающих темпов роста удельная доля сегмента в структуре АПК 4.0 увеличится в 2018–2025 гг. с 17 до 21%. Ключевые направления и точки роста:
 - комплексные технологические решения Сельского хозяйства 4.0 (технологии управления фермами, сельскохозяйственные роботы и оборудование, новые системы земледелия): прирост на 120 млрд долл., преимущественно за счет робототехники (+80 млрд долл.) и технологий закрытого земледелия (+27 млрд долл.);

Закрытое земледелие структурируется по типам объектов: вертикальные и контейнерные фермы, системы глубоководных

культур (DWS), теплицы; системам: гидропоники, аэропоники, аквапоники, грунтовой и гибридной; включает также специализированное оборудование и программные сервисы.

- оборудование пищевых производств: добавит к 2025 г. около 62 млрд долл. на фоне роста спроса на продукты здорового и быстрого питания, активного внедрения новых технологий консервации, в том числе нетермических методов;
- агробιοтехнологии: совокупный прирост на 28 млрд долл., драйверами которого выступают биопрепараты для растениеводства (+11 млрд долл.) и технологии в области генетики и селекции (+9 млрд долл.), в том числе растений и сельскохозяйственных животных примерно в равной степени (+4,7 и +4,3 млрд долл. соответственно);
- технологии обеспечения безопасности и отслеживания цепочки поставок: ожидаемый прирост составит до 20 млрд долл., в том числе за счет сегмента тестирования безопасности продуктов и «умной» упаковки, они добавят 12 млрд долл. и 7 млрд долл. соответственно.

Резюме раздела

Парадигму развития глобального АПК в горизонте ближайшего десятилетия будет определять воздействие следующих трендов:

- Переход на новый технологический уклад, конвергентно сочетающий нано-, био-, информационные и когнитивные технологии, который вызовет кардинальные сдвиги в расстановке приоритетных факторов производства и обеспечения конкурентоспособности, все более форсируя технологии повышения продуктивности и безопасности, и устраняя зависимость от естественных агроклиматических и биологических факторов.
- Смещение спроса от традиционного продовольственного сырья к продуктам, которые соответствуют ценностным ориентирам новых поколений, отдающих предпочтение уже готовой к употреблению пище, «фуд-дизайну» и продуктам с улучшенными и заранее заданными свойствами, придающих все большее значение не только их «пользе и безопасности», но и его

Таблица 2. Структура роста АПК 4.0 в мире (2025 г.)

Сегмент	Млрд долл.		CAGR	Прирост
	2018 г.	2025 г.		
Продукция АПК	1 078	1 588	5,7%	+509,3
Продовольственная	905	1 336	5,7%	+430,4
в т.ч. здоровое и лечебное питание	894,4	1 313,7	5,6%	+419,2
в т.ч. органика	140,0	380,0	15,3%	+240,0
в т.ч. другие виды	10,8	22,0	10,7%	+11,2
Непродовольственная (биорефайнинг)	173	252	5,5%	+78,9
в т.ч. биотоплива	166,0	233,6	5,0%	+67,6
в т.ч. другие виды	7,2	18,5	14,5%	+11,3
Технологии и средства производства	244	473	9,9%	+229,3
в т.ч. агробиотехнологии	35,4	63,7	8,8%	+28,3
в т.ч. робототехника	7,5	87,9	42,1%	+80,4
в т.ч. точное земледелие	4,3	13,4	17,7%	+9,1
в т.ч. закрытое земледелие	26,0	53,1	10,7%	+27,1
в т.ч. оборудование пищевых производств	135,0	196,6	5,5%	+61,6
в т.ч. технологии безопасности и прослеживаемости	34,1	53,9	6,8%	+19,8
в т.ч. другие виды	1,5	4,5	17,2%	+3,0
Маркетинговые технологии	85	165	10,0%	+80,4
Управление пищевыми отходами	33	46	5,0%	+13,4
Итого	1 439	2 272	6,7%	+832,4

Источник: Консенсус-прогноз ИнАгИс.

происхождению, технологиям и этичности производства. Пищевые предпочтения и «пищевой» опыт начинают все глубже интегрироваться в образ жизни и становятся значимыми как никогда ранее.

- Изменения в цепочках создания стоимости: развитие кросс-отраслевых решений будет формировать новые растущие рынки и способствовать вымыванию некоторых традиционных звеньев, устраняя посредников и обеспечивая максимально близкий уровень взаимодействия между потребителем и производителем. На этом фоне добавленная стоимость будет все более концентрироваться в наукоемких секторах (генетика и селекция, IT-сектор, промышленный дизайн и инжиниринг).
- Рост влияния крупных компаний-интеграторов, берущих под контроль все большие участки продовольственных систем. Подобные структуры являются локомотивами внедрения инновационных технологий и способны достигать высокого эффекта в достижении экономических, экологических, социальных и иных ключевых целей и формировать глобальные цепочки создания добавленной стоимости.
- Усиление роли факторов «устойчивости» и обеспечения безопасности продукции, выраженное в увеличении числа и ужесточении соответствующих стандартов и систем сертификации, которые в перспективе могут стать важным дополнительным инструментом регулирования международной торговли, вводя ограничения на обращение продукции, не соответствующей новым установленным экологическим или этическим требованиям.
- Переход к экономике знаний: процесс цифровой трансформации и растущая роботизация АПК будут кардинальным образом менять структуру занятости: с одной стороны, снижая зависимость от низкоквалифицированной рабочей силы и ставя под вопрос актуальность отдельных профессий, с другой — предъявляя все более высокие и быстро меняющиеся требования к ключевым компетенциям. Это требует формирования новой модели образования, ориентированной на быструю адаптацию к новым условиям.

Россия в контексте мировых вызовов

Предпосылки перехода к АПК 4.0

Окна возможностей, создающие принципиально новые перспективы роста конкурентоспособности, открываются преимущественно в период смены технологических укладов. Именно этот период является ключевым для обеспечения дальнейшего экономического роста.

Россия в последние годы добилась впечатляющих результатов в укреплении национальной продовольственной безопасности и вошла в ряд крупнейших аграрных держав. До сих пор основными локомотивами развития сектора выступали главным образом рост инвестиций и улучшение качества менеджмента, увеличение покупательской способности населения и фактор продовольственного эмбарго, в настоящий момент, однако, их ресурс практически исчерпан.

Современное российское сельское хозяйство сталкивается с мировыми вызовами и должно переходить на новый технологический уровень, чтобы сохранить и усилить свою роль на внутреннем и внешнем рынках:

1. Обладая очень сильными позициями в мировом экспорте сельскохозяйственного сырья и продуктов невысокой степени переработки (зерновые, растительные масла и некоторые другие) и локализуя импортозависимость по отдельным товарным группам продуктов глубокой переработки, наша страна критически нуждается в средствах их производства. Фигурально выражаясь, российский АПК сейчас — это большой цех по отверточной сборке конечных продуктов, использующий генетический материал, технологии и оборудование преимущественно зарубежного происхождения. Согласно расчетам, проведенным ООО ИК «Аберкейд», по итогам 2018 г. уровень импортозависимости в секторе сельскохозяйственных биотехнологий составляет свыше 80%, в сегменте функциональных пищевых биодобавок — до 95%, также высока она и в абсолютном большинстве других сегментов. Очевидно, что подобное положение дел является ахиллесовой пятой в обеспечении роста глобальной конкурентоспособности даже в рамках текущего технологического уклада: закупая кормовые до-

бавки, ветеринарные и другие препараты по мировым ценам, мы имеем очень низкий ресурс для достижения ценового преимущества на внешних рынках. Соответственно, укрепление национальной продовольственной безопасности по всей цепочке ее формирования, а не только готовой продукции, является важнейшей текущей задачей.

Россия обладает огромными ресурсами: на долю нашей страны приходится около 10% общемирового фонда пахотных земель, а по запасам пресной воды Россия является одним из мировых лидеров. Однако распределены эти ресурсы по территории страны неоптимально: значительная часть сельскохозяйственных площадей имеет невысокую плодородность, расположена в зоне рискованного земледелия и фактически не используется (97 млн га, или 44% земель, по данным Сельскохозяйственной переписи 2016 г.)⁵⁷. В свою очередь, основные запасы пресной воды сосредоточены в северной части страны, не пригодной для развития сельского хозяйства, при этом южные аграрные регионы сталкиваются с угрозой дефицита воды для орошения. Несмотря на относительно благоприятные прогнозы влияния глобального потепления на аграрный потенциал России (например, в сравнении с Австралией), его влияние будет создавать дополнительные вызовы за счет серьезного увеличения рисков снижения урожайности⁵⁸. Это, а также существенное отставание от лидеров по показателям урожайности, продуктивности и их сравнительно высокая волатильность (прежде всего в растениеводстве), требует активизации процесса перехода на новый технологический этап, в том числе связанный с развитием инфраструктуры климатонезависимого сельского хозяйства, точного земледелия в комплексе всех его составляющих.

⁵⁷ Узун В. Белые пятна и неиспользуемые сельхозугодья: что показала сельскохозяйственная перепись 2016 г. // Мониторинг экономической ситуации в России «Тенденции и вызовы социально-экономического развития». 2017 (декабрь). № 21 (59) / Институт экономической политики имени Е.Т. Гайдара; РАНХиГС <http://www.iep.ru/files/text/crisis_monitoring/2017_21-59_December.pdf>.

⁵⁸ Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство)» / под ред. А.И. Бедрицкого. М.: ГЕОС, 2018. С. 58—68.

Отставание от лидеров по интенсивности аграрного производства имеет также и определенный положительный аспект в виде большого запаса залежных земель, пригодных для быстрого ввода в обращение под органическое земледелие. На фоне опережающих темпов роста спроса на органику в мире (по отношению к увеличению ресурсной базы ее производства) и угрозы дефицита глобального предложения данное направление может выступать одним из важнейших высокомаржинальных направлений российского экспорта аграрной продукции. Перспективы реализации этого потенциала, однако, требуют решения ряда важнейших проблем — от создания соответствующих комплексных технологических решений, адаптированных к агроклиматическим условиям, до гармонизации стандартов и развития системы сертификации.

2. Благоприятная для развития рынков здорового питания и цифровых технологий социально-демографическая структура населения России: высокий уровень урбанизации (74% в 2018 г.), доля образованного населения (свыше 60% имеют третичное образование)⁵⁹, уровень доходов по ППС, сопоставимый с большинством стран Восточной Европы, а также рост доли миллениалов в структуре экономически активного населения, которая, как ожидается, будет несколько ниже в сравнении с общемировым показателем (от 53 до 57% в зависимости от варианта прогноза Росстата⁶⁰ против 75% по миру в целом⁶¹).

Из этого следует, что российский АПК обладает достаточно высоким потенциалом для развития в русле парадигмы 4.0, причем не только в экспортно ориентированных сегментах, но и с опорой на внутренний рынок. Стремительную динамику показывает сектор онлайн-доставки продуктов питания, объем которого по итогам 2019 г. увеличился на 50% и достиг 35 млрд руб. (данные Infoline). Результаты социологических исследований, проведенных в тече-

⁵⁹ Агранович М.Л., Ермачкова Ю.В., Селиверстова И.В. Российское образование в контексте международных индикаторов. Аналитический доклад. М.: Центр статистики и мониторинга образования ФИРО РАНХиГС, 2019.

⁶⁰ Росстат. Демографический прогноз до 2035 г. <<https://www.gks.ru/folder/12781>>.

⁶¹ Global Generations: A Global Study on Work-Life Challenges Across Generations. EY, 2015. P. 1.

ние последнего года крупнейшими агентствами (ВЦИОМ, GfK, Nielsen), показывают не только быстрорастущий интерес российских потребителей к здоровому питанию, но и значительную долю населения, которое уже руководствуется соответствующими принципами в выборе продуктов.

Nielsen (агрегированная информация, представленная на Metro Expo 2019): 80% потребителей ориентированы на выбор в пользу здорового питания и хотели бы видеть больше натуральных продуктов на полке; из них только немногим более половины считают, что их потребности могут быть удовлетворены текущим предложением. Около 34% потребителей считают «суперфуд» (продукты с дополнительными полезными свойствами) альтернативной мерой профилактики хронических заболеваний. Растущий интерес к здоровому питанию подкрепляется данными по фактическому увеличению потребления растительного молока (+40%), травяных чаев (+24%), фруктовых и протеиновых батончиков (+19 и +99%). С большей вероятностью сделают выбор в пользу «натуральных» или «органик» (по маркировке) около 30% респондентов; за продукты категории «суперфуд» готовы платить большую цену 67%.

ВЦИОМ (мониторинг «Здоровый образ жизни», май 2019 г.): 59% опрошенных выбирают здоровое питание (совокупность мотивов: рекомендованная врачом диета, самостоятельно выбранная диета и стремление к здоровой пище).

GfK (GfK EATING HABITS, ноябрь 2019 — январь 2020 гг.): 58% потребителей, вне зависимости от мотивов, руководствуются принципами ЗОЖ при покупке продуктов питания, при этом с большей вероятностью сделают выбор в пользу «био-/эко-/органик» (по маркировке) 22% опрошенных.

Проблематика популяризации здорового питания и коррекции сложившихся моделей питания становится все более актуальной для России и с точки зрения здравоохранения: согласно данным ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, в период с 2010 по 2018 г. численность людей, страдающих ожирением, увеличилась почти вдвое и превысила 2 млн человек (1,4% населения). При этом наиболее высокий удельный показатель ожирения отмечается в когор-

тах детского (0–14 лет) и подросткового (15–17 лет) населения: 375 и 763 на 100 тыс. соответственно (304 по всей популяции).

3. Проблематика продовольственных отходов: становится принципиальной для страны и приводит к существенному загрязнению окружающей среды неликвидным сырьем. Предприятия АПК РФ ежегодно образуют около 20 млн тонн отходов переработки мяса и птицы, зерновой спиртовой барды, пивной дробины и дрожжей, молочной сыворотки и других видов вторичного сырья. Ежегодный объем «выброшенной еды» только в секторе ритейла составляет около 700 тыс. тонн, или 2–6% объема реализации (данные компаний — членов АКОРТ). При этом доля использованных и обезвреженных отходов АПК в России составляет не более 50% (2015–2017 гг.), из которых только 5–10% перерабатывается в продукцию с высокой добавленной стоимостью (аналогичный показатель в странах ЕС находится на уровне не менее 60%). Данная проблема не имеет единственного эффективного решения и в мировой практике решается комплексно и при непосредственном участии всех участников цепочки и на всех этапах жизненного цикла.

Перспективные направления инновационного развития

Резюмируя вышесказанное, можно обозначить следующие перспективные векторы дальнейшего развития АПК:

- Укрепление собственной фундаментальной базы роста продуктивности технологий селекции и улучшения генетического потенциала в комплексе с технологиями обеспечения наилучшей реализации этого потенциала (кормовые добавки, удобрения, средства защиты растений и обеспечения здоровья животных и иные, образующие так называемые пакетные решения). Данное направление не должно быть сфокусировано исключительно на конвенциональных сегментах сельского хозяйства, но также предполагает возможность поддержки новых перспективных секторов.
- Внедрение цифровых технологий и кросс-платформенных решений в АПК, в том числе «умных» роботизированных систем, что необходимо для сокращения отставания от лидирующих

стран по производительности труда, повышения урожайности/продуктивности и снижения продовольственных потерь.

- Диверсификация производимого ассортимента продовольственных продуктов с приоритетами высокомаржинальных сегментов здорового, функционального и персонализированного питания, продуктов глубокой переработки сельскохозяйственного сырья, характеризующихся высокими темпами роста спроса на внешнем и внутреннем рынке. Важнейший акцент также должен быть сделан на повышении и обеспечении стабильно высокого уровня качества и безопасности — это важнейшее условие эффективного встраивания отечественных продуктов в мировые продовольственные цепочки.
- Поддержка развития систем закрытого земледелия, независимого от внешних агроклиматических и биологических факторов. Существующие технологии позволяют исключить фактор сезонности и дают возможность получения свежей, безопасной и доступной высокоценной продукции (ягод, зелени, овощей) в любой точке нашей страны, что особенно актуально не только в мегаполисах, но и в отдаленных регионах.
- Развитие сектора переработки отходов АПК: созданные за последние 20 лет в мире технологии доказывают возможность эффективной переработки отходов не только в энергоресурсы (тепло- и электроэнергию, моторные топлива), но и многие другие продукты с высокой добавленной стоимостью, а также сделать их конкурентоспособными. Современные технологии стерилизации, консервации и упаковки позволяют обеспечить существенно более длительные сроки сохранности продуктов без изменения ценных питательных и физических свойств продукта.

Инновационный потенциал России сегодня

Научно-технический потенциал АПК

Отставание отечественной аграрной науки заложено еще в 30–40-е годы XX в., когда были введены ограничения на некоторые ее направления и уничтожен ряд ключевых научных школ (например, в генетике, аграрной экономике и аграрной статистике). Следствием кризисных явлений 1990-х годов стало резкое сокращение притока молодежи в науку, которое привело к образованию огромного поколенческого разрыва.

В настоящий момент по объемам финансирования (по объемам внутренних затрат на исследования и разработки, ВЗИР) аграрные науки занимают достаточно скромное место в структуре научно-технического потенциала России. Продолжая долгосрочный исторический тренд, заложенный еще в 1990-е годы, удельная доля затрат на аграрные науки в общем объеме ВЗИР достигла минимума в 2017 г. (1,4% всех затрат на науку против 3,6% в 1994 г.), лишь по итогам 2018 г. показав положительный прирост (до 1,69%).

Несмотря на наблюдаемый в 2010–2018 гг. 90%-ный рост номинального объема внутренних затрат на исследования и разработки (с 9,1 до 17,3 млрд руб.), в сопоставимых ценах 2010 г. соответствующий рост составил всего 3% (до 9,4 млрд руб.), при этом в 2015–2017 гг. динамика ВЗИР была отрицательной. Рост затрат в 2018 г. обеспечил лишь возврат к значению показателя 2014 г. Данные показаны на рис. 6.

Объем инвестиций в аграрные науки в России по итогам 2018 г. составил номинальный эквивалент — около 275 млн долл., что почти в 60 раз меньше, чем в США (16 млрд долл., последние данные на 2015 г.). При этом основной объем инвестиций в США обеспечивается частным бизнесом, его доля в общем объеме затрат на аграрные R&D составляет свыше 75%, в России этот показатель не достигает 10%.

По показателям расходов на исследования и разработки в государственном секторе (по паритету покупательной способности (PPP)) наша страна входит в число лидеров (рис. 7). Именно госу-

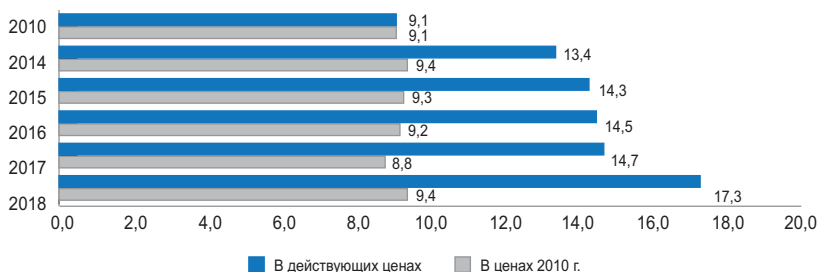


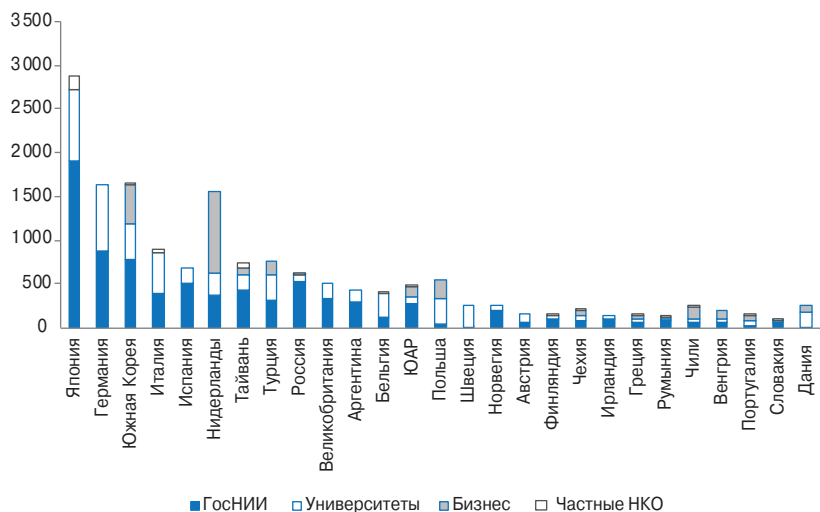
Рис. 6. Внутренние затраты на ИР (ВЗИР)
в области аграрных наук, млрд руб.

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

дарственный сектор является доминирующим игроком в развитии аграрной науки и инноваций в России: доля бюджетных средств в структуре ВЗИР стабильно превышает 60%, при этом в последние годы свыше 95% всех текущих расходов аккумулируют государственные учреждения (по итогам последнего года около 80% их объема приходится на НИИ и около 16% на университеты). Проблема в том, что многие из них давно утратили точки соприкосновения с реальным сектором экономики и ориентированы на развитие науки внутри себя, а не на создание востребованных рынком продуктов и технологий. Вклад бизнеса в аграрные исследования при этом неуклонно сокращается: с 14% в 2010 г. до 4% в 2018 г., а по объему соответствующих расходов Россия уступает абсолютному большинству стран (по которым ОЭСР имеет данные).

Доминирование госсектора определяет и саму структуру научной деятельности, ее ориентацию на фундаментальные исследования: доля соответствующих затрат не только преобладает, но и показывает тенденцию к дальнейшему увеличению (данные представлены на рис. 8). При этом некоторое увеличение доли прикладных исследований происходит на фоне значимого сокращения затрат на разработки, то есть на непосредственное создание и испытание опытных образцов и отработку новых технологий.

Вместе с тем отмечается и положительная тенденция, связанная с ростом затрат из внебюджетных источников, а именно наращиванием расходов из собственных средств организаций и инвестиций со стороны бизнеса: суммарная доля этих источников увеличилась



Страна	ГосНИИ	Универ-ситеты	Бизнес	Частные НКО	Итого
Япония	1 896	834	Н. д.	153	Н. д.
Германия	881	750	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Южная Корея	774	405	460	9	1 648
Италия	393	460	Н. д.	41	Н. д.
Испания	506	178	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Нидерланды	367	259	931	Н. д.	1 558
Тайвань	432	177	78	41	729
Турция	312	287	165	Н. д.	764
Россия	515	77	17	1	610
Велико-британия	322	177	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Аргентина	294	123	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Бельгия	108	274	Н. д.	2	Н. д.
ЮАР	265	75	117	11	Н. д.

Страна	ГосНИИ	Универ-ситеты	Бизнес	Частные НКО	Итого
Польша	37	295	217	Н. д.	548
Швеция	7	252	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Норвегия	188	70	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Австрия	58	103	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Финляндия	95	49	Н. д.	6	Н. д.
Чехия	75	60	50	0	185
Ирландия	101	29	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Греция	51	47	44	1	142
Румыния	74	21	26	0	121
Чили	53	40	139	7	239
Венгрия	49	38	98	Н. д.	185
Португалия	26	59	56	0	141
Словакия	54	21	2	0	78
Дания	0	181	75	0	255

Рис. 7. Расходы на научные исследования в сфере сельского хозяйства и ветеринарии, паритет покупательной способности, долл. США, 2017 г.

Источник: OECD.Stat.

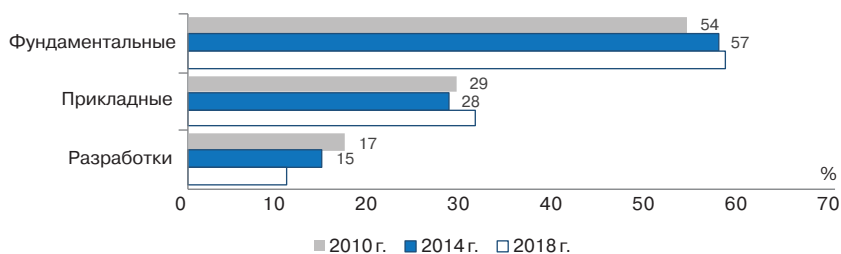


Рис. 8. Структура текущих ВЗИР в разрезе направлений исследований

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

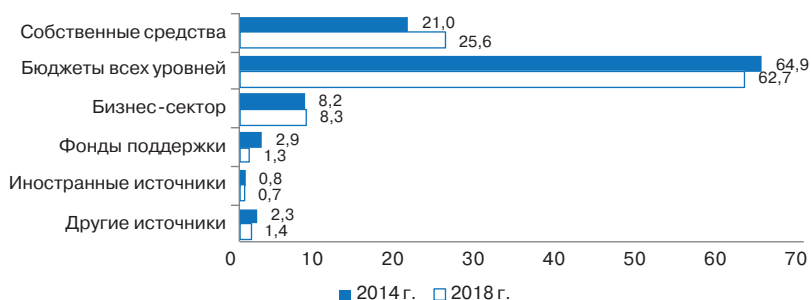


Рис. 9. Структура ВЗИР в области аграрных наук в РФ в разрезе источников средств

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

Таблица 3. Источники финансирования текущих ВЗИР по аграрным наукам в РФ, млн руб.

Источник	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Средства бюджетов всех уровней	8 703	9 195	8 912	9 090	10 870
Собственные средства	2 819	3 051	3 502	3 810	4 432
Средства организаций предпринимательского сектора	1 096	1 338	1 508	1 399	1 442
Средства фондов поддержки*	388	355	227	118	224
Средства иностранных источников	102	171	134	40	116
Другие источники	304	151	179	214	250
Итого	13 413	14 262	14 460	14 671	17 334

* Фонды поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности.

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

в 2014–2018 гг. с 29 до 34%. Это, безусловно, позитивный сигнал, свидетельствующий об увеличении готовности бизнеса инвестировать в развитие инноваций. Негативным сигналом, свидетельствующем о недостаточной эффективности существующей системы институтов развития, является фактическое сокращение и без того невысокого объема затрат на аграрные ИР, полученных из средств фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности: их удельная доля в общем объеме ВЗИР за период снизилась с 2,9 до 1,3%.

- Все более острой проблемой реализации инновационного пути развития российского АПК является сокращение кадрового потенциала аграрной науки, выраженное в снижении числа исследователей и старении научных кадров. Последняя выступает одной из ключевых проблем российской аграрной науки, ведя к утрате преемственности, угрожая сложившимся научным школам и жизнеспособности научных коллективов. Сформировавшаяся в последние годы возрастная структура характеризуется сильной диспропорцией в сторону старших возрастов: доля исследователей в возрасте до 39 лет составляет всего около 40%, а остальные 60% примерно в равных долях распределены между группами от 40 до 59 лет и старше. Общая численность исследователей в области аграрных наук в 2010–2018 гг. сократилась почти на 25%, а в общем числе исследователей (все области науки) снизилась с 3,5 до 2,8%.
- Стагнацию в развитии российской аграрной науки также иллюстрирует низкий уровень вклада российских авторов в общемировой объем публикаций, индексируемых Scopus и Web of Science (WoS), не адекватный задействованным в развитии фундаментального направления исследований финансовым ресурсам:
 - Scopus: до 2% по сельскому, лесному и рыбному хозяйству, менее 1,5% по животноводству и молочному хозяйству, менее 0,5% в области ветеринарных наук;
 - WoS: до 1% по сельскому, лесному и рыбному хозяйству, менее 0,3% по животноводству и молочному хозяйству, менее 0,2% в области ветеринарных наук.

По числу научных публикаций в области аграрных наук Россию опережают уже не только традиционно лидирующие страны (США, Германия, Япония, Великобритания, Канада, Франция) и быстрорастущие Китай, Индия и Бразилия, но также не входящие в топ-10 по уровню развития науки и образования Иран и Польша.

Хуже всего обстоит дело с аграрными мультидисциплинарными науками (рис. 10).

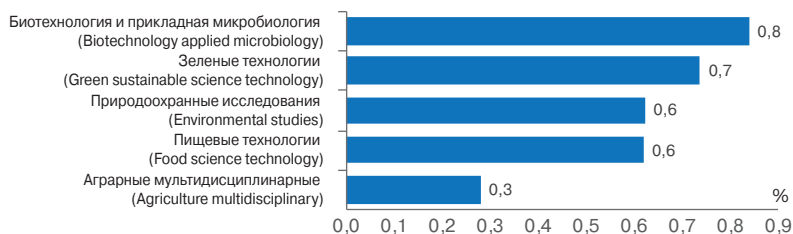


Рис. 10. Доля российских публикаций в отдельных рубриках WoS, 2010–2020 гг.

Источник: НИУ ВШЭ по данным Web of Science.

- Индикатором результативности отечественной науки в укреплении глобальной конкурентоспособности российского АПК и развитии инновационных направлений является показатель числа патентных заявок, поданных российскими резидентами. Результаты анализа НАТТ по восьми ключевым областям⁶² показывают, что наивысшая удельная доля российских заявителей в общемировых была в 2013 г., после чего стала снижаться (см. рис. 10).

Подоплека такого резкого изменения патентной активности не связана с реализацией каких-либо исследовательских программ или сокращением расходов на НИОКР. Бурный рост активности является следствием вступления в силу Федерального закона

⁶² По агрегированному показателю, включающему тематики: «умная ферма», «генетика и селекция» (растениеводство и животноводство), агробиотехнологии, инновационное продовольствие, технологии консервации пищевых продуктов и ряд других.

№ 217⁶³, который разрешил бюджетным организациям (вузам и НИИ) участвовать в создании коммерческих предприятий для внедрения результатов научной деятельности, внося в их капитал интеллектуальную собственность. Соответственно, 2010–2013 гг. — это период массового патентования накопленных за долгие годы результатов интеллектуальной деятельности, усиленный давлением Минобрнауки России на подведомственные организации с целью увеличения числа учреждаемых малых инновационных предприятий (МИП). Последующее снижение обусловлено исчерпанием ресурса и постепенным угасанием «внедренческого» движения.

Важнейшим показателем результативности, однако, выступает не столько количество патентов, сколько качество национального патентного портфеля. Вопрос комплексной качественной оценки патентного ландшафта АПК 4.0 в настоящий момент остается открытым и требует детальной проработки всех концептуально связанных технологий и проблематик.

Между тем анализ отдельных направлений, проведенный ФИПС (Федеральным институтом промышленной собственности) в отношении сегментов органических удобрений, химических средств защиты растений и стимуляторов роста растений, выявил наличие системных проблем в обеспечении результативности ИР и эффективности их финансирования. Основная часть правообладателей в российском сегменте — это не коммерческие организации, а университеты и государственные научные учреждения, патентные портфели которых в большинстве своем разбалансированы (содержат высокую долю недействующих патентов), что свидетельствует о слабой заинтересованности бизнеса в коммерциализации созданных НИИ разработок.

В качестве примера можно привести Кубанский государственный аграрный университет, который является мировым лидером по числу патентов в сфере технологий органических удобрений, но при этом из 30 патентов этого учреждения только три действующих.

⁶³ Федеральный закон от 02.08.2009 № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности».

Создание прикладных научных разработок изначально определяется через количественные критерии успеха: число патентов, публикаций, лицензионных соглашений. При этом среди этих показателей зачастую нет ключевого, который бы определял практическую ценность созданной разработки в виде доли рынка или любых других значений потенциала ее внедрения.



Рис. 11. Доля патентных заявок российских резидентов в общемировых показателях

Источник: ИНАГИС ВШЭ по данным НАТТ.

Невысокий интерес бизнеса при этом было бы неправильно определять только лишь через качество самих разработок без учета регуляторных нюансов:

- бюджетные учреждения могут вносить в уставный капитал лишь возможность использования результатов интеллектуальной деятельности (РИД), сохраняя при этом за собой исключительные права на них;
- создаваемые МИПы лишены возможности передавать третьим лицам право использования РИД, которые они сами получили в качестве вноса в свой уставный капитал;
- бюджетное учреждение должно иметь неснижаемую долю в предприятии — более 25% акций в акционерном обществе и более трети долей в обществе с ограниченной ответственностью.

Фактически это означает высокую степень рисков и неудобств, связанных с формированием подобных партнерств: право использования соответствующих РИД не является эксклюзивным и в любой момент может быть передано какой-либо еще компании. Кроме того, «неснижаемость» доли вуза или НИИ создает большие сложности для структурирования сделок и препятствует привлечению венчурных инвестиций, особенно осложняет реализацию капиталоемких проектов, требующих значительных инвестиций.

В тематическом разрезе наибольшая удельная доля российских заявок была достигнута в секторе пищевых технологий (консервации и решений в области инновационного продовольствия), наименьшая — в технологиях биорефайнинга (развитию которого долгое время препятствовали барьеры развития биоэтанольной отрасли), а также «умных» ферм. Показатели накопленным итогом за 2009–2018 гг. представлены на рис. 12.



Рис. 12. Доли патентных заявок российских резидентов в отдельных категориях (от общемировых значений)

Источник: ИнАгИС ВШЭ по данным НАТТ.

Кадровое обеспечение АПК

Проблема нехватки квалифицированных кадров — одна из наиболее острых проблем российского АПК даже на текущем технологическом этапе. Она актуальна для всех участков формирования продовольственной системы и основана на двух взаимодополняющих моментах:

- Низком престиже аграрных профессий, обусловленном как исторически сложившимися стереотипами и недостаточным вниманием к профориентации молодежи, так и объективно большим разрывом в качестве жизни между городом и селом: по доступу к инфраструктуре, уровню доходов и их сильной сезонной составляющей, возможности трудоустройства, потенциалу карьерного и профессионального роста. Следствием этого является изначально невысокий уровень подготовки поступающих в аграрные вузы (за исключением топовых: РГАУ-МСХА, СПбГАВМ и некоторых других) и очень низкая лояльность выпускников полученной профессии.
- Оторванности образовательных программ и соответствующих знаний, умений, навыков, которые получают молодые специалисты, как от квалификационных требований бизнеса, так и от задач аграрной науки, причем стремительное развитие технологий все более увеличивает этот разрыв. Со стороны бизнеса попытки его устранения заключаются в развитии самостоятельных, в том числе совместных с вузами, программ обучения, однако подобная практика не может считаться эффективной ни для системы образования в целом, поскольку является точечной и вовлекает только небольшую часть студентов, ни для бизнеса, страдающего от «хантинга» (переманивания обученных специалистов конкурентами). Попытки решения данной проблемы предпринимаются также и некоторыми аграрными вузами, но они также в целом малоэффективны, поскольку их возможности скованы современными формами регулирования высшего образования. Будучи подведомственными учреждениями Минсельхоза России, они также обязаны соблюдать общие образовательные стандарты Минобрнауки России, а соответственно, не имеют возможности:
- использовать инструменты поддержки научно-исследовательской деятельности, предлагаемые подведомственным организациям Министерства образования и науки. Например, в случае необходимости создания на базе аграрного вуза научно-исследовательского центра для внедрения и апробации новых инновационных технологий для АПК невозможно использо-

вать механизмы НОЦ (научно-образовательных центров), так как это не предусмотрено программами и бюджетами Минсельхоза;

- увеличивать вовлеченность студентов в практическую работу на фермах и агропредприятиях с прохождением продолжительной прикладной практики, поскольку это противоречит текущим образовательным стандартам Министерства образования и науки.

О несоответствии сложившейся системы аграрного образования месту АПК в экономике страны свидетельствует также ее критическое отставание от мировых лидеров. В глобальном рейтинге университетов QS по предметной области «Сельское хозяйство» за 2018 г. присутствует всего один российский профильный вуз — РГАУ-МСХА, который входит в группу университетов, занимающих 201–250-е места.

Первое место рейтинга QS занимает Вагенингенский университет (Нидерланды), ниже него в первой десятке находятся шесть университетов США (Калифорнийский, Корнельский, Беркли, Мичиганский, Висконсин-Мэдисон, Пурдю), Шведский сельскохозяйственный университет (4-е место) и французский университет Agro Paris Tech (10-е место).

Почти все позиции в первых трех десятках рейтинга занимают университеты США и стран Западной Европы, а также университеты Канады, Австралии, Новой Зеландии, Японии, Республики Корея. Исключение составляет лишь Китайский сельскохозяйственный университет (16-е место). Ближе всего к лидирующей группе 1–30 поднимается в рейтинге Университет Сан-Паулу (36-е место).

Инновационная активность бизнеса

Комментарии по методике:

1. Изменения в структуре статистического учета, связанные с переходом от ОКВЭД-1 к ОКВЭД-2, ограничивают возможности прямого сопоставления структуры показателей 2017–2018 гг. (ОКВЭД-2) и показателей до 2016 г. (ОКВЭД-1).

2. Ввиду особенностей статистического учета оценка долговременных трендов изменения инновационной активности возможна лишь для сектора пищевой промышленности, тогда как показатели по сельскому хозяйству мы можем наблюдать лишь в период с 2016 по 2018 г.
 3. Показатели собирательной классификационной группировки видов экономической деятельности «Агропромышленный комплекс» (на основе Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД2) ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2)) используются исключительно в референтных целях, поскольку включают ряд крупных отраслей, не относящихся к АПК в его принятом понимании, в частности, фармацевтику и строительство, искажающие представление о реальном положении дел в агропродовольственном секторе.
 4. Пищевая промышленность — если не указано иное, по умолчанию включает производство напитков и табачной продукции).
 5. Интенсивность затрат — соотношение затрат на инновации к общему объему отгруженной продукции.
 6. Инновационная активность — оценивается по доле организаций, осуществлявших инновации от их общего числа.
- Пищевая промышленность: динамика активности компаний корреспондируется с изменениями конъюнктуры рынка на фоне введения продовольственного эмбарго и последующими процессами импортозамещения. С 2003 по 2013 г. показатель инновационной активности не показывал устойчивого тренда и находился в пределах 8–10%, однако по итогам последующего периода его значения достигли 15,8% в производстве пищевых продуктов и 16,8% в производстве напитков. В секторе табачных изделий, для которого характерна компактность и высокая степень аффилированности производителей с глобальными игроками, доля инновационно активных компаний была существенно более высокой исторически, а по итогам 2018 г. составила 40%.
 - Сельское хозяйство: несмотря на существенное отставание показателей как от промышленного производства в целом, так и пищевой промышленности, темпы роста инновационной ак-

тивности обнадёживающие: от 3,4 до 5,4% (2016 и 2018 гг. соответственно). По итогам последнего года наиболее инновационно активными являются смешанное сельское хозяйство⁶⁴ (16,3%) и сектор производства рассады (14,3%).



Рис. 13. Структура инновационной активности в АПК РФ, 2018 г.

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

Несмотря на позитивные тенденции, в сравнении с глобальными конкурентами российские производители выглядят весьма скромно. Разрыв в уровне инновационной активности с некоторыми странами Евросоюза достигает 4 раз (рис. 14).

Ключевым вектором роста инновационной активности в АПК в последние годы выступает внедрение технологических инноваций (продуктовых и процессных). При этом сохраняется очень низкая активность предприятий в освоении организационных и маркетинговых инноваций: в сельскохозяйственном секторе их доля составляет менее или на уровне 1%, в производстве пищевых продуктов — от 2 до 4% в зависимости от сегмента.

⁶⁴ Эта группировка включает растениеводство в сочетании с животноводством без специализации на определенном виде деятельности: в структуре валовой прибыли доля каждого из видов составляет менее 66%.

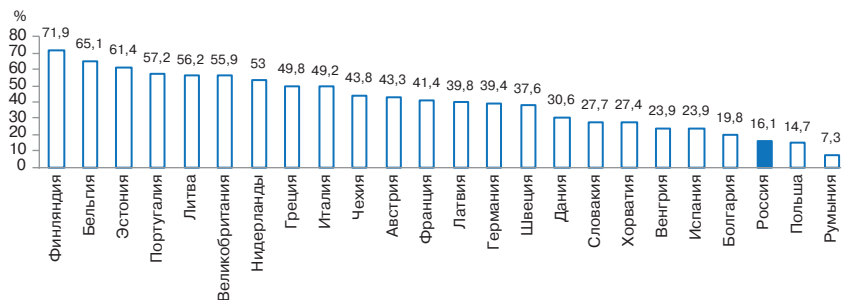


Рис. 14. Инновационная активность в пищевой промышленности по странам мира*, %

* Сравнение показателей 2018 г. или ближайших лет, по которым имеются данные.

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата, Евростата.

Затраты на технологические инновации

- Пищевая промышленность: длительный волнообразный тренд динамики затрат, характерный для 2005–2015 гг., перешел к устойчивому росту. В пересчете на постоянные цены 2010 г. их объем по итогам 2018 г. составил около 32 млрд руб., что почти вдвое превышает значение 2016 г. При этом положительные тенденции отмечаются также и по показателю интенсивности затрат, который свидетельствует об опережающей динамике в сравнении с ростом производства (рост с 0,7 до 1,2% в 2014–2018 гг.), а также сокращению разрыва со средним показателем по промышленному производству (с 2,9 раз в 2014 г. до 20% по итогам 2018 г.).
- Сельскохозяйственный сектор (2016–2018 гг.): существенно уступает пищевым производствам по фактическому объему затрат и динамике их увеличения. При этом наибольший объемный рост инвестиций характерен только для растениеводства на фоне стагнирующих значений в животноводстве. По показателю интенсивности затрат сельскохозяйственный сектор постепенно приближается к значениям по пищевой промышленности и сокращает отрыв от других отраслей (1,2% по

состоянию на 2018 г.). Данные представлены в Приложении (табл. П1).

Данные обобщенные показатели, однако, малоинформативны без раскрытия их структуры, которая для сельскохозяйственного сектора и пищевой промышленности во многом сходна. Доминирующую долю занимают капитальные вложения: в приобретение машин и оборудования, а также инжиниринг (данные на рис. 15).

При этом доля инвестиций в исследования и разработки, а соответственно их значимость, остается на достаточно низком уровне (12% в сельском хозяйстве и 7% в пищевой промышленности), что является еще одним аргументом в пользу слабого спроса бизнеса на отечественные разработки. Инвестиции в иные виды «интеллектуальных» инноваций еще менее значимы, удельный вес позиций «обучение и подготовка персонала», «приобретение новых технологий», «маркетинговые исследования» в сумме не превышает 1%.



Рис. 15. Структура затрат на технологические инновации, 2018 г.

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

Следствием недостаточного уровня инвестиций в новые технологии, исследования и разработки является невысокая доля инновационной продукции в общей структуре производства, а также низкие темпы ее роста. В пищевой промышленности этот

показатель в период с 2014 по 2018 г. вырос всего на 0,7 п.п. (с 5 до 5,7%), в сельском хозяйстве — с 1,4 до 1,9% (2016–2018 гг.), при этом большей «инновационности» достиг сектор животноводства (2,1%), нежели растениеводства (1,6%).

Таблица 4. Доля инновационной продукции в общем объеме производства

Сегмент	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака, %					
Производство пищевых продуктов и напитков	4,3	4,2	5,1	7,0	5,9
Производство табачных изделий	17,2	14,9	3,4	2,0	1,8
Итого	5,0	4,8	5,0	6,8	5,7
Сельское хозяйство, %					
Растениеводство	Н. д.	Н. д.	1,1	2,0	1,6
Животноводство	Н. д.	Н. д.	1,6	1,7	2,1
Смешанное сельское хозяйство,	Н. д.	Н. д.	1,2	0,0	1,4
Деятельность вспомогательная	Н. д.	Н. д.	0,7	1,8	3,5
Итого	Н. д.	Н. д.	1,4	1,8	1,9
Референтные показатели, %					
Собирательная классификационная группировка «Агропромышленный комплекс» (Росстат)	Н. д.	Н. д.	Н. д.	13,0	11,8
Промышленное производство	8,2	7,9	8,4	6,7	6,0

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

Между тем позитивный характер носят изменения в самой структуре инновационного ассортимента, указывающие на смещение приоритетов производителей от освоения уже существующих рынков к развитию новых ниш и выводу новых для рынков сбыта продуктов (данные сравнения представлены на рис. 16).

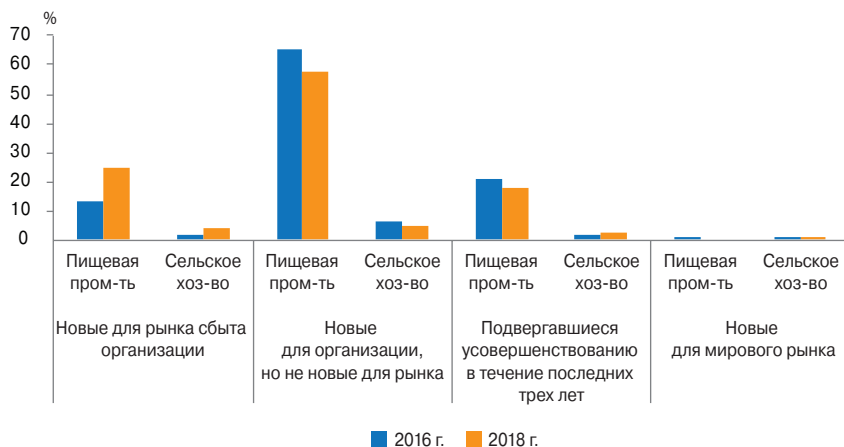


Рис. 16. Структура инновационного ассортимента по уровню новизны

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

Мнения экспертов: инновационная активность агробизнеса в России

Изучение различных аспектов инновационной активности в АПК осуществлялось в рамках экспертного опроса, проведенного Институтом аграрных исследований в феврале и марте 2020 г. Экспертный опрос проводился методом глубинного интервью по четырем ключевым тематикам.

В обсуждениях приняли участие 16 представителей реального сектора: производителей продукции растениеводства и животноводства, средств производства (удобрений, кормовых добавок и средств защиты растений), а также отраслевых ассоциаций. Большинство респондентов — это менеджеры высшего звена или владельцы бизнеса, люди, определяющие стратегию развития компании.

Горизонт планирования и ключевые тренды

Результаты проведенного экспертного опроса показали большой интерес бизнеса к новым направлениям и высокий уровень

осведомленности относительно основных мировых технологических трендов и тенденций.

Основной фокус при этом делается на решении уже широко апробированных в мировой практике готовых коммерческих технологий, что связано с достаточно коротким горизонтом стратегического планирования — абсолютное большинство участников оценивают его в срок не более 3–5 лет. Более дальними горизонтами оперируют лишь компании, аффилированные с зарубежными игроками, а также представители отрасли молочного скотоводства.

Артем Белов («Союзмолоко»): Горизонт планирования в отрасли — это 5–10 лет. Это связано с тем, что в молочном животноводстве очень длинный инвестиционный цикл. Те технологии и решения, которые закупаются сейчас при строительстве и модернизации молочных комплексов, будут использованы в отрасли в ближайшие 10 лет, но можно говорить и о 15-летнем горизонте.

Наиболее сильное влияние на развитие АПК в горизонте ближайших лет будут оказывать:

- Цифровые технологии: согласно оценкам экспертов, цифровизация и внедрение интернета вещей (в том числе соответствующей компонентной базы в виде датчиков, сенсоров и т.д.) будут оказывать наиболее сильное влияние на процессы инновационной трансформации отрасли в горизонте ближайших 3–5 лет. В дальнейшем, однако, по мере широкого внедрения подобных технологий, их влияние постепенно снизится и будет направлено преимущественно на оптимизацию уже созданных решений и выстраивание на их основе новых схем.

Артем Белов («Союзмолоко»): Россия находится в общем тренде использования технологических решений и точно так же, как и в мире и глобальной индустрии, ключевые тренды — это Big Data, машинное зрение, интернет вещей, «умные» фермы, датчики и различные виды контролеров. Крупные отраслевые игроки сейчас очень активно внедряют подобные решения, наша отрасль модернизирована на 60%. На ближайшие 3–5 лет вопросы именно внедрения будут актуальны в основном для небольших производителей. Технологический прогресс будет связан в основном с совершенствованием всех датчиков и кон-

тролеров вокруг животного, внедрением технологий «умных» ферм.

Александр Еремин («Уралкалий», ГК «Уралхим»): Цифровизация означает и принципиально иную организацию агропроизводства, которая будет осуществляться в основном на контрактной основе: гиганты вроде Nutrien будут брать землю у ее собственников в аренду под роботизированное производство, организуя его в соответствии с глобальными схемами специализации, перераспределения финансовых и иных ресурсов. По сути, речь идет о глобальном контроле над агропроизводством на основе цифровизации, Big Data, использования дистанционного зондирования Земли.

- Агробιοтехнологии: развитие данного направления будет обеспечивать стабильно растущее влияние на отрасль, которое достигнет наибольшего эффекта в долгосрочном горизонте. В числе наиболее значимых технологий эксперты определяют геномную селекцию, новые биотехнологии защиты растений и обеспечения здоровья животных, развитие синтетической биологии.

Степан Плиско (ООО «Прогресс Агро»): Основные тренды в агробιοтехе сейчас связаны с развитием селекции: методы геномных технологий для ускоренного создания сортов/гибридов в растениеводстве. Для животноводства — это эмбриотехнологии воспроизводства поголовья и методы геномной оценки для эффективной селекции. Сектор сейчас очень активно следит за всеми мировыми трендами и технологиями, но сравнительно с Западной Европой и США мы сильно уступаем в скорости и масштабе их внедрения в производственные цепочки.

Олеся Смирнова (Ассоциация производителей КРС Голштинской породы): Хорошая генетика сейчас — это основной фактор конкурентности в отрасли, именно она задает параметры эффективности. Все остальное определяет лишь то, насколько хорошо получается этот генетический потенциал реализовать.

- Роботы и автоматизированная техника/оборудование: подобные решения начинают менять отрасль уже сейчас, а основными трендами в среднесрочной перспективе (до 5 лет) будет распространение БПЛА, систем автоматического управления

техникой, в отдельных сегментах также роботизированного оборудования. В долгосрочном горизонте (свыше 5 лет), согласно мнениям экспертов, отрасль ожидает концептуальное изменение базы используемых технических средств, связанное с внедрением самоуправляемых систем, беспилотной тяжелой техники, переходом на новые источники энергии.

- Переход на новые продукты питания: в среднесрочной перспективе влияние данного фактора будет оказывать умеренное влияние на развитие отдельных сегментов, связанное главным образом с необходимостью внедрения инноваций, соответствующих смене ценностных ориентаций потребителей (рост внимания к факторам безопасности и экологичности, диверсификация ассортимента).

Сергей Филиппов (ГК «Дмитровские овощи»): В овощеводстве основным трендом на этот период будет снижение спроса на так называемый «борщовый набор» и рост спроса на специфические овощи — брокколи, цветную капусту, бобовые, спаржу. В этом есть определенная проблема: если по картофелю, капусте, моркови в России была хоть какая-то традиция селекции, то по специфическим овощам селекция полностью отсутствует.

В долгосрочном горизонте (свыше 5 лет), однако, ряд экспертов ожидает кардинальных изменений в отрасли, связанных с широким распространением альтернативных технологий получения традиционных продуктов, как пищевых, так и кормовых, что рассматривается как безусловная угроза отраслям растениеводства и животноводства.

Владимир Каленский (МХК «Еврохим»): Искусственное мясо и искусственный протеин вообще — эти технологии станут широко использоваться уже через несколько лет. Это будет не только искусственная еда для человека, включая мясо и молоко, но и искусственный корм для скота. Тем самым будет замещена значительная часть продукции традиционных растениеводства и животноводства.

- Внедрение новых систем земледелия (вертикальные, контейнерные фермы и подобные): согласно оценкам экспертов, в ближайшие годы будет сдерживаться недостатками используемых решений, в частности, высокими энергозатратами. Однако

в дальнейшем, по мере преодоления этих барьеров и повышения эффективности альтернативной энергетики и технологий энергосбережения, подобные модели способны значительно изменить отрасль овощеводства.

Виктор Семенов (АО «Белая Дача»): В перспективе 3–5 лет основными трендами будет смещение тепличного хозяйства на юг страны и распространение вертикальных ферм по «зеленым овощам» (салаты, зелень). Пока технологии позволяют сделать рентабельным производство только этих культур. Но их развитие происходит очень быстро, и в дальнейшем основным драйвером будут уже вертикальные фермы по огурцам и помидорам.

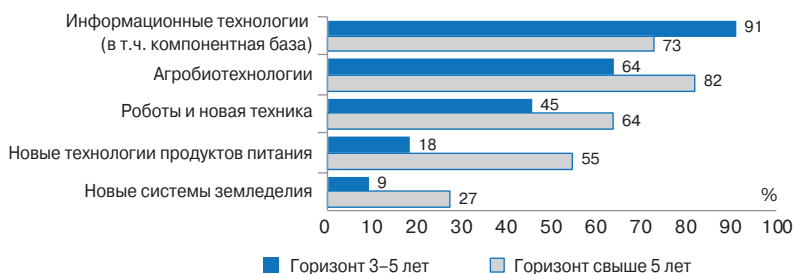


Рис. 17. Рейтинг влияния ключевых технологий и трендов

Источник: ИнАгИС ВШЭ по результатам экспертного опроса.

Мотивации инновационного развития

- Стремление к сокращению издержек и минимизации рисков — наиболее популярная мотивация внедрения инноваций (91%). Эксперты отмечают, что в условиях высокой конкуренции и сложности общей конъюнктуры рынка переход на новые решения и технологии является фундаментальным фактором обеспечения конкурентных преимуществ. Данное направление ассоциировано, прежде всего, с внедрением процессных и организационных инноваций и включает два ключевых мотива:
- Стремление к росту и диверсификации бизнеса (в том числе интеграции по цепочке), ставящей задачу достижения лидиру-

ющих позиций в отрасли, и увеличение отрыва от конкурентов, применяющих более консервативные технологии и традиционные модели бизнеса (27% опрошенных экспертов). Мотив в данном случае обычно сочетается с амбициозными установками достижения лидерства;

Виктор Семенов (АО «Белая Дача»): Мотивация — быть первым в отрасли, это позволяет быть конкурентоспособным, первый всегда снимает сливки. И немного тщеславия.

- Сохранение конкурентоспособности — основная часть экспертов, однако, рассматривает внедрение инноваций как основной способ сохранить уже достигнутые позиции в отрасли, нежели средство достижения новых целей: догоняющей модели придерживается 64% опрошенных.
- Создание новой или уникальной для рынка продукции (9%) — мотивация, актуальная главным образом для производителей, развивающих нишевые продукты АПК со сравнительно более высокой маржинальностью. Данное направление в большей степени ассоциировано с внедрением продуктовых и маркетинговых инноваций.

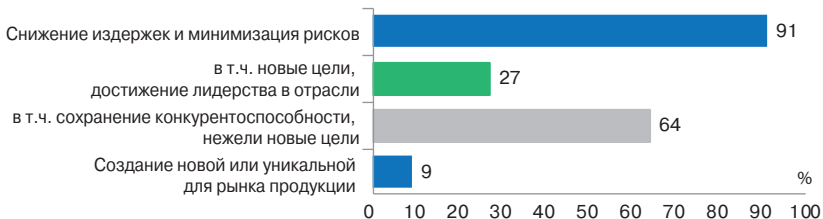


Рис. 18. Ключевые мотивы роста инновационности в АПК

Источник: ИнАгИс ВШЭ по результатам экспертного опроса.

Выделенные мотивации полностью определяют структуру распределения приоритетных направлений для инвестиций в инновации:

- Внедрение новых производственных технологий и моделей, нацеленных на сокращение издержек, рост продуктивности и увеличение рентабельности производства: данное направле-

ние имеет первостепенное значение для 82% опрошенных экспертов. Среди ключевых направлений инвестиций выделяются системы точного земледелия и автоматизации производств, агробιοтехнологии, в том числе геномная оценка и современные репродуктивные технологии в животноводстве. Почти треть экспертов здесь отметили эффективность в достижении заданных целей опыта вертикальной интеграции (как нисходящей, направленной на обеспечение контроля над цепочкой получения сырья и генетического материала, так и восходящей).

Виктор Семенов (АО «Белая Дача»): Мы полностью оцифровали картофельную ферму, ставим собственные метеостанции для оптимизации полива и внесения химии. Оцифровка дает до 50% экономии удобрений. Урожайность картофеля намного превосходит ее в референтных хозяйствах той же области. GPS при обработке почвы и посеве дает существенную экономию на семенах. Создали цифровую платформу для онлайн-торговли картофелем. Положительных эффектов много, к тому же цифровизация резко снижает оппортунизм работников, в том числе и воровство.

- Новые информационные технологии управления процессами: 73% экспертов видят высокую актуальность во внедрении ERP и CRM-систем, обеспечении стандартизации процессов в соответствии с международными отраслевыми требованиями. Внедрение систем ГЛОНАСС/GPS-мониторинга, трекинг-контроля транспортных средств и программ оптимизации логистических систем находят необходимым 55% опрошенных.
- Создание технологий производства новых продуктов и обеспечения улучшенных свойств: для 36% экспертов задачей на ближайшую перспективу является расширение ассортиментной линейки и улучшение товарных свойств уже производимой продукции. В последнем случае наиболее актуальными направлениями внедрения инноваций выступают решения в области упаковки и обеспечения более длительных сроков сохранности продукции, достижение «нового уровня качества».

Александр Григель (ООО «А2 Молоко»): Мы создали и продвигаем линейку А2 молочной продукции. Она абсолютно натуральная, но в отличие от традиционной в ней нет белка А1, который часто является причиной непереносимости коровьего

молока или неприятных ощущений после его употребления. Наша задача сейчас — продление срока жизни такого молока: у нас без пастеризации он составляет максимум семь дней, в Австралии — это минимум две недели.

- Инвестиции в развитие новых маркетинговых технологий относят к приоритетам 27% опрошенных экспертов. Ключевым трендом является развитие альтернативных каналов продаж: торговых онлайн-платформ и интернет-магазинов; инструментов продвижения: таргетированная реклама и опинион-лидеры в социальных сетях (последние варианты актуальны для компаний, ориентированных на работу в B2C-сегменте).
- Инвестиции в развитие совместных обучающих программ, подготовку молодых специалистов. Согласно комментариям экспертов, популярность данного направления постепенно снижается, в настоящее время подобную практику поддерживает только 18% экспертов. Основной проблемой здесь выступает рискованность вложений, обусловленная развитой в отрасли практикой «хантинга».

Сергей Филиппов (ГК «Дмитровские овощи»): Сотрудничаем по кадрам с несколькими университетами, но сталкиваемся с очень сильной тенденцией переманивания специалистов другими компаниями. Дефицит кадров для нас — это серьезная проблема, инновации позволяют заместить труд капиталом. Инновации — это снижение всех издержек.

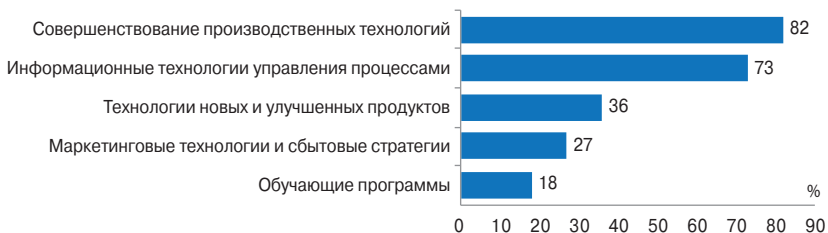


Рис. 19. Рейтинг приоритетных направлений инвестирования в инновации

Источник: ИнаГИС ВШЭ по результатам экспертного опроса.

Инновационный процесс и его ключевые барьеры

Инвестиции в НИР/НИОКР для российских компаний АПК не превышают 5% в структуре расходов, треть опрошенных оценивает их долю в 1–3%.

Согласно оценкам экспертов, внимание участников отрасли направлено преимущественно на технологии, уже получившие в мире достаточное распространение и имеющие сравнительно короткий инвестиционный цикл, укладывающийся в горизонт стратегического планирования (до 5 лет).

Поддержка исследований по действительно инновационным направлениям требует существенно более длинного горизонта планирования в 10–20 лет, который в текущих условиях недостижим для российских компаний ввиду нестабильности условий функционирования бизнеса и труднопрогнозируемой конъюнктуры: «Мы просто не отваживаемся “играть в долгую”».

Александр Кричевский (ПО «Сиббиофарм»): Для России инновация — то, что в мире уже внедрено из современных технологий. Мы все хотим, но не имеем представления о том, как они будут дальше развиваться, не смотрим на шаг вперед. Хотя бы потому, что у бизнеса на это нет своих денег — это колоссальные инвестиции. А административный аппарат, который этим занимается, разрабатывает программы поддержки, в той или иной степени вообще не имеет четкого представления об этом.

Александр Еремин («Уралкалий», ГК «Уралхим»): Для нас горизонт планирования — это максимум три года, конъюнктура рынка очень волатильна. Для мировых отраслевых гигантов вроде Nutrien и Sinochem он, очевидно, больше — это уже 10–15 лет. Bulk commodities (крупнотоннажная продукция) все еще выгодно продавать, они пока обеспечивают достаточную прибыль, а для выхода на принципиально новую стадию развития и не хватает капитала. Например, только компания Bayer потратила в 2018 г. на R&D 2,5 млрд долл., для сравнения, капитализация «Уралкалия» на июль 2019 г. составляла всего около 6 млрд долл.

Наиболее широко практикуемыми формами создания и внедрения инновационных решений выступает кооперация с профиль-

ными научными организациями и самостоятельная адаптация уже готовых технологий, как правило, зарубежного происхождения. Обычно компании не придерживаются определенной модели и сочетают различные формы в зависимости от специфики конкретных проектных задач (80% опрошенных).

Большинство экспертов оценивают сложившуюся систему организации НИР/НИОКР в отрасли как вынужденную меру и предпочли бы покупку готовой технологии «под ключ» (100%), но не могут этого сделать по причине отсутствия приемлемых предложений от российских научных организаций (низкий уровень компетенций при высокой стоимости услуг) и сложности внедрения готовых зарубежных технологий (различные причины, в том числе необходимость их адаптации к особенностям российского сырья и иной локальной специфики).

Основные барьеры роста инновативности

- Административный барьер видится экспертам в качестве ключевого (91%) и связан преимущественно с факторами нормативно-правового характера. Последние формулируются в виде комплекса различного рода проблем:
 - Несовершенное законодательство: во многом устаревшее и противоречивое, вместе с тем быстро меняющееся, но недостаточно проработанное;

Артём Белов («Союзмолоко»): Проблем здесь много, одна из них — это практика фронтального внедрения новых требований без учета отраслевой специфики. Например, внедрения новой системы маркировки молочной продукции. Уже существуют целых четыре системы электронного контроля за оборотом сельхозпродукции, ЕГОИС, Меркурий и т.д. Зачем нам введение еще одной системы маркировки? Для нашей отрасли вообще не характерна проблема контрафактных продуктов, это не акцизный товар, не шубы, не сумки премиальных брендов. Менее 0,1% от всей продукции может быть признано контрафактной. Это объем рынка не более 100 млн руб. в год, а его введение будет стоить отрасли 30 млрд руб. по CAPEX (capital expenses) и еще 30–35 млрд на OPEX (operating expenses). Внедрение данной системы увеличит операционные расходы на

50%, то есть снизит рентабельность и без того малоприбыльной отрасли.

Олеся Смирнова (Ассоциация производителей КРС Голштинской породы): Факторы нормативно-правового характера — это проблема № 1. Система выстроена так, что получателями субсидий на племенное дело могут быть только племенные хозяйства, вне зависимости от того, какого качества скот там содержится. Просто по их статусу. Это никак не способствует обновлению и технологической модернизации молочного скотоводства. Частные хозяйства, в которых имеется высокопродуктивный племенной скот и которым действительно нужны результаты, в программе участвовать не могут.

Александр Кричевский (ПО «Сиббиофарм»): Невозможно перечислить все, приведу один пример — это закон о ГМО. Весь мир давно делает аминокислоты, витамины и ферменты, только с использованием генетически модифицированных микроорганизмов. Все импортные препараты, которые использует наш АПК, делаются на этих штаммах, импорт — это 90% рынка. Какое может быть импортозамещение, если нам просто запрещено этим заниматься. И нет никакой логики в этом запрете: использовать можем, потреблять можем, разрабатывать сами — нет.

- Отсутствие нормативной базы для развития некоторых новых направлений;

Игорь Истомин (ООО «Новые биотехнологии»): По нашей технологии вообще отсутствует нормативная база и, соответственно, решение вопросов по сертификации, регистрации продукта встречает серьезное сопротивление со стороны множества контролирующих организаций [компания занимается разработкой технологий переработки отходов и получения белка из насекомых. — *Примеч. авт.*]. Обиваю пороги. Пока безуспешно. Пытались обращаться «наверх» (Приемная Президента, Минсельхоз, Госдума). Оттуда все просто спускалось вниз, местным чиновникам. Становилось еще хуже. Ищем «точку входа». Никто не знает, куда постучаться для внесения изменений в нормативную базу.

- Чрезмерная контрольно-надзорная нагрузка;

Зеньков А.В. (ООО «Победа»): Производимая продукция продается «на ура», проблемы только со стороны контролирующих органов — главные Россельхознадзор и налоговая. Мы для них дойные коровы.

- Отсутствие международной кооперации в сертификации и лицензировании;

Сергей Михнюк («Национальный кормовой союз»): Необходима гармонизация действующего администрирования рынка кормовых добавок с европейским уровнем и логикой. Без этого нет смысла вообще говорить о развитии экспорта по этому направлению.

Александр Кричевский (ПО «Сиббиофарм»): Наша продукция востребована на мировом рынке, около 20% уходит на экспорт. Но в развитые страны мы ничего поставлять не можем, прежде всего, в Евросоюз. Качество должно быть подтверждено по системе нормативной документации, гармонизированной с действующими международными стандартами. Нужен аналог программы REACH, Регламент (ЕС) № 1907/2006 — она определяет требования к применению химических препаратов во всех сферах жизнедеятельности человека. Что характерно, действующая в ЕС система сертификации органической сельскохозяйственной продукции и используемых для ее производства препаратов предусматривает именно требования REACH. Но у нас ничего по этому направлению не делается.

- Сложность и неоднозначность судебной практики в области патентного права.

Эксперты также акцентируют внимание на сильном негативном влиянии бюрократического фактора, 64% всех опрошенных выделяют его в виде самостоятельного и определяют через непонимание и нежелание чиновников разбираться в новых вопросах, отставание в принятии решений и «стремление соблюдать букву, а не дух закона» (что усугубляется фактором несовершенства нормативно-правовой среды).

Александр Кричевский (ПО «Сиббиофарм»): Закон о производстве органической сельскохозяйственной продукции (всту-

пил в силу с 1 января 2020 г.). В мае 2019 г., всего за полгода до вступления Закона, в разговоре с ответственным чиновником Минсельхоза в области растениеводства я задал вопрос — когда будет формироваться нормативная база, обеспечивающая его реализацию. Мне было заявлено о том, что пока Закон не вступит в силу, с них никто не будет спрашивать, а предварительная подготовка нормативной документации важна для бизнесменов — вот и пусть этим занимаются.

Алексей Иваненко (ООО «Нова»): Интересная и очень нужная инициатива по созданию справочников наилучших доступных технологий для птицеводства и свиноводства закончилась созданием откровенно слабых документов для галочки, никакого практического смысла они не имеют и специалистами по кормлению во внимание не принимаются.

- Отсутствие диалога с наукой (82%): причины эксперты видят как в объективных факторах (низком уровне оснащения научных учреждений, дефиците кадров и компетенций), так и в субъективных (низкой мотивации научного сектора к сотрудничеству, разном видении целей и результатов, отсутствии эффективной коммуникации: бизнес часто не может сформулировать понятное науке техническое задание, наука презентует свои разработки на языке, не понятном бизнесу).

Зеньков А.В. (ООО «Победа»): Все заработанное приходится вкладывать в развитие, много делаем сами, как можем. Не получается добиться от НИИ разработок и услуг, качество которых соответствовало бы заявленной цене, не получаем для себя никаких гарантий нужного экономического эффекта. Видим только очень низкий профессиональный уровень разработчиков и искреннее желание, извините, просто «срубить бабла».

Елена Культышева (ООО «ЛК Респект», дистрибьютор FOSS, Дания): Мы пытались сотрудничать с отечественной наукой, посещали РАН. Ничего из этого не вышло, они вообще мало заинтересованы в контактах с частным бизнесом. Нужны какие-то компании, которые бы занимались трансфером — прямых контактов бизнеса и науки не получается.

Андрей Оробинский (ГК «Агротех-Гарант»): Пытаемся адаптировать готовые коммерческие решения — это вынужденная

мера, связанная с дефицитом кадров и компетенций в отрасли. Предпочли бы использовать готовые решения «под ключ», однако неизменно наблюдаем отставание НИИ от современных технологий, несоответствие оказываемых услуг заявленному уровню требований и ценовой политике.

- Проблемы поиска источников финансирования инноваций (73%): существующие меры поддержки, по мнению некоторых экспертов, таргетируют конвенциональный путь развития АПК и не ориентированы на прорывные и действительно инновационные направления. Данная проблема тесно взаимосвязана с административным барьером.

Виктор Семенов (АО «Белая Дача»): Субсидии CAPEX на теплицы действовали всего 2–3 года, а проекты по теплицам — это более долгий срок, к тому же лимиты на объемы субсидий — это значит, что все это не для прорывных технологий.

Александр Григель (ООО «А2 Молоко»): На новый продукт никто деньги давать не хочет. Кроме того, 20% собственных средств, которые требует Сбербанк, тоже непросто найти. Государственная политика в упор не видит проблемы средних предприятий и не участвует в поддержке стартапов. Единственный вариант — найти частного инвестора и убедить его в здравости идеи.

Евгений Альчидиев (ИЦ «Зеленая химия»): Проблема не только в недостаточном финансировании, но еще и в завышенных требованиях со стороны государственных органов. Госпрограммы ограничивают финансирование по суммам и срокам, требуя при этом практически с первого года демонстрировать коммерческие результаты. Это никак не применимо к новым технологиям, ну просто по умолчанию неприменимо.

Игорь Истомин («Новые биотехнологии»): Мы небольшая совсем компания, кредиты взять не можем, поскольку еще нет коммерциализации, да и залога нет. Использовали два небольших гранта (ИЦ «Сколково» и Фонд поддержки инноваций), но там отчетность просто убивает, не можем этим заниматься. Живем за счет займов от учредителей, собираем с миру по нитке.

- Комплекс иных барьеров (18%), обусловленных в основном внутренними причинами (особенностями бизнес-моделей конкретных компаний, состоянием рыночной конъюнктуры и прочими вариантами).

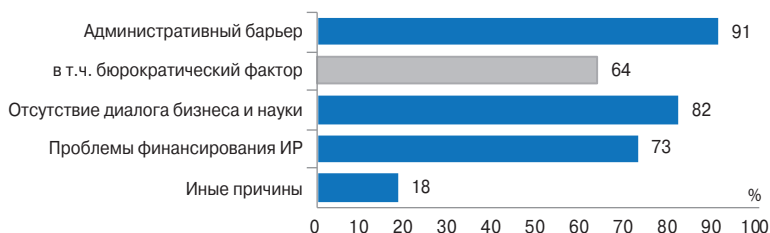


Рис. 20. Барьеры роста инновационной активности бизнеса

Источник: ИНАГИС ВШЭ по результатам экспертного опроса.

Ожидания от государственной поддержки

Изучение соответствующей проблематики изначально было сфокусировано в двух проекциях: (1) ожиданий бизнеса в части мер поддержки, напрямую связанных с преодолением актуальных барьеров роста инновативности конкретных предприятий (представителями которых выступают опрошенные эксперты); (2) предложений в части мер поддержки инновативности, актуальных для отрасли в целом. Результаты анализа показывают, что основные ожидания экспертов носят в основном не точечный, а системный характер и отражают высокую потребность в повышении эффективности коммуникаций и формировании комплексной системы обратных связей между бизнесом и ФОИВами.

Вместе с тем отдельные эксперты указывают на сложности их выстраивания и преодоления разобщенности, связанные со сложившейся в среде стейкхолдеров модели «действий в одиночку» и неготовностью детально согласовывать свои действия с другими участниками.

Внимание государства, согласно мнениям экспертов, должно быть сосредоточено на формировании благоприятного инвестиционного климата, модернизации системы аграрного образова-

ния, развитии фундаментального направления исследований, векторы которого должны быть действительно опережающими и направленными на создание новых оригинальных идей. При этом бизнес показывает абсолютно консолидированное видение своей функции как модератора в определении направлений прикладных исследований (через инструменты финансовой поддержки запросов на исследования и разработки).

Ожидания в части преодоления барьеров роста инновативности

- Преимущественно институциональный характер барьеров роста инновативности полностью определяет соответствующие ожидания бизнеса: 91% вариантов ответов сосредоточены на мерах оптимизации нормативно-правовой среды:

- выстраивании канала коммуникации между бизнесом и ФОИВами, обеспечении транспарентной обратной связи в разработке мер поддержки и законодательных инициатив с целью их более глубокой проработки, оценки последствий реализации для участников отрасли;

Сергей Михнюк («Национальный кормовой союз»): Государство должно иметь понимание вектора движения с учетом «дорожной карты», в которой учтено мнение бизнеса как непосредственного реализатора намеченных государственных планов и прогнозов. Бизнес готов принимать самое активное участие в подготовке понятных и прозрачных «правил игры», которые не будут скрытно и спешно кардинально изменяться в дальнейшем. Только при восстановлении доверия у бизнеса к действиям государства возможно устойчивое развитие.

Игорь Истомин («Новые биотехнологии»): Значимость инновационных проектов должна быть поднята на высокий уровень. Пока чиновники «отмахиваются» от таких проектов, поскольку не знают, что с ними делать (отсутствие нормативов), и в лучшем случае ничего не делают.

- необходимости проведения ревизии отраслевого законодательства в целях упразднения устаревших норм и ограничений, восполнения существующих пробелов;

Степан Плиско («Прогресс Агро»): Необходимо упрощение регулирования процессов исходя из потребностей бизнеса, активное использование регуляторной гильотины, ликвидация старых норм, которые уже перестали функционировать и использовать.

- дебюрократизации: сокращение нагрузки со стороны проверяющих и контролирующих органов, повышение эффективности их работы;

Андрей Оробинский (ГК «Агротех-Гарант»): Необходимо снижение косвенной нагрузки — сократить количество, но повысить эффективность. Наконец, искоренить «палочную систему».

- гармонизации российских нормативных документов с действующими международными стандартами, системами контроля, методиками испытаний и регистрации.
- Необходимость повышения эффективности финансовой поддержки создания и внедрения инноваций указывается в 82% вариантов ответов, структурированных по двум ключевым ожиданиям, сопоставимым по значимости:
- изменения критериев господдержки: приведение сроков, требований и условий ее предоставления в соответствие с реальной практикой реализации инновационных проектов в конкретной отрасли;
 - создания новых стимулов развития инновационной деятельности: дополнительных механизмов субсидирования научных разработок, в том числе и их трансфера; предоставления преференций коммерческим организациям, вкладывающим собственные средства в научные разработки, внедряющим инновационные решения.

Евгений Альчидиев (ИЦ «Зеленая химия»): Необходимо законодательно (через налоги) стимулировать частные компании вкладываться в НИОКР. Сейчас они предпочитают найти наилучшие и доступные технологии за пределами России. Это дешевле, надежнее и быстрее, но это тупиковый путь развития.

Сергей Михнюк («Национальный кормовой союз»): Если мы действительно говорим об инновациях, то сроки окупаемости проектов должны быть не 7–8 лет, как сейчас, а 12–15 лет.

Александр Кричевский (ПО «Сиббиофарм»): Просто организационные инициативы — это хорошо, но недостаточно. Они должны быть обеспечены реальными инструментами поддержки. По мировому опыту: налоговые каникулы для внедрения/ освоения новых технологий, субсидии на апробацию, обучение (помощь в снижении кредитной ставки не помогает). Нужны меры стимулирования потребления — нужно создавать спрос на инновации. В сегодняшней системе субсидий потребитель технологии (сельхозпредприятие) получает субсидии на килограмм молока или другие показатели, вне зависимости от того, какие технологии использует.

- Укрепление научного и кадрового потенциала (64% ответов): ожидания в этой сфере связаны с повышением внимания государства к решению задач:

- модернизации системы аграрного образования, направленной на повышение качества образовательных программ, своевременную идентификацию новых специальностей, нивелирование текущего кадрового дефицита;
- обеспечения системного участия бизнеса наряду с ФОИВ-ами в согласовании направлений и тематик научных исследований, формировании технических заданий для научных организаций по новым разработкам.

Олеся Смирнова (Ассоциация производителей КРС Голштинской породы): Система образования должна готовить современные научные кадры, способные работать в геномной инженерии, селекции, эмбриологии. Но пока у нас даже с подготовкой агрономов проблемы.

Сергей Михнюк («Национальный кормовой союз»): В России, несомненно, есть хорошие научные достижения и заделы, работу по которым нужно усилить. Бизнес должен помочь их определить. Вместе с тем изоляционистскую политику считаю вредной и неконструктивной. Необходимо работать над созданием благоприятной инвестиционной среды для трансфера и локализации лучших мировых практик внутри страны.

Александр Кричевский (ПО «Сиббиофарм»): Необходимо привлечение к активному сотрудничеству бизнеса, наряду

с ФОИВом для формирования технического задания НИИ по новым разработкам. Иначе наука замыкается на самой себе и никаких практически ценных результатов не выдает.

Андрей Оробинский (ГК «Агротех-Гарант»): Очевидно, нужна модернизация вузов и НИИ, повышение внимания к качеству образования, финансирование обучения и повышения квалификации в ведущих иностранных вузах с условием обязательного применения полученных навыков в РФ. Государственное финансирование и софинансирование программ по обмену международным опытом просто необходимо.

- Наименее значимыми для бизнеса являются ожидания от государственной поддержки в преодолении рыночных барьеров (9%). В этой части эксперты апеллируют главным образом к зарубежному опыту государственной поддержки информационных кампаний популяризации ЗОЖ и здорового питания, участия среднего/малого бизнеса в международных выставках.



Рис. 21. Ожидания бизнеса от государственной поддержки инноваций

Источник: ИнАгИС ВШЭ по результатам экспертного опроса.

Предложения по мерам стимулирования инноваций в отрасли

- Создание единого координационного центра НТР в АПК (55%) отражает высокий запрос бизнеса на повышение эффективности коммуникаций с ФОИВами. Эксперты наделяют его функциями формирования долгосрочных стратегий научно-технического развития и векторов аграрной политики, проработки соответствующих мер и инструментов поддержки.

Игорь Истомин («Новые биотехнологии»): Мы идем в авангарде инноваций, у нас все нестандартное: оборудование, технологии, специалисты. Мы «не формат» буквально во всем, у нас только с рынком все хорошо, дефицит кормового животного белка в мире — 20–25 млн тонн в год. Кто-то должен специально курировать проекты, подобные нашему, они на стыке дисциплин и компетенций, и таких со временем будет все больше. Природоподобные системы — это тренд будущего.

Андрей Оробинский (ГК «Агротех-Гарант»): Необходимо создать структуру, позволяющую оперативно и эффективно реагировать на новые запросы в области сельскохозяйственных инноваций. Конкретизировать все моменты невозможно физически. Важен сам принцип.

Александр Кричевский (ПО «Сиббиофарм»): Вряд ли нужна целая отдельная структура, для оценки инноваций нужна аттестационная комиссия, нужна определенная рабочая группа, которая под эгидой комиссии готовит поручения.

- Развитие сельской инфраструктуры (социальной, транспортной, информационной) признается большинством экспертов важнейшей задачей государственной политики (45% опрошенных). При этом необходимой, но остающейся без должного внимания, является задача создания и продвижения положительного образа современной жизни на сельских территориях и работы в АПК в СМИ и массовом культурном продукте.

Степан Плиско (ООО «Прогресс Агро»): Обезлюживание села — это большая проблема и не только для аграрного сектора, для страны в целом. Жизнь на селе может быть более комфортной в сравнении с городом, другая стоимость качества жизни. Необходимо полноценное финансирование программы развития сельских территорий, реализация всех запланированных инициатив по развитию инфраструктуры. Но этого будет не вполне достаточно. Нужно показать людям, что работа в АПК сейчас позволяет иметь хорошие зарплаты, комфортную жизнь и интересную карьеру.

- Создание специального фонда развития инноваций в АПК (36%), деятельность которого могла бы компенсировать «уз-

кие» места и ограничения существующих инструментов поддержки, расширить их набор.

- Развитие системы трансфера инноваций (27%) в целях преодоления технологического разрыва между лидерами отрасли и небольшими производителями.

Артём Белов («Союзмолоко»): Отрасль является достаточно фрагментированной, если крупные компании могут позволить себе купить и оптимизировать под себя инновационные технологии и оборудование, то средние и мелкие производители — нет. Нужны типовые пакетные технологические решения по внедрению информационных и автоматизированных систем, систем планирования и управления. На эти решения должны быть специальные меры поддержки или субсидии.

Степан Плиско (ООО «Прогресс Агро»): Технологический разрыв — это очень важная проблема. Необходима целенаправленная поддержка отечественных цифровых и машиностроительных чемпионов и создание на их базе центров цифровых компетенций. То есть в машиностроении — «Ростсельмаш», в цифровом развитии — «Яндекс», в средствах защиты растений — «Август» или «Щёлково Агрохим». При этом нужен механизм кооперации их компетенций для создания комплексных решений.

Резюме раздела

1. Будучи одной из крупнейших мировых аграрных держав, Россия сильно отстает от своих конкурентов по объемам инвестиций в аграрную науку. Важнейшей проблемой, однако, становится даже не столько недостаточный объем государственного финансирования, сколько вопрос эффективности сложившейся институциональной среды инвестиций в отечественную аграрную науку:

- Высокая концентрация исследований и разработок в госсекторе, несогласованность действий и отсутствие общего видения проблематики приоритетов между ключевыми стейкхолдерами — наукой, бизнесом и ФОИВами — определяют преобладание фундаментальных направлений исследований над прикладными, а также значительный разрыв между задачами,

которые ставят перед собой ведомственные учреждения, и задачами, которые стоят перед реальным сектором. Результатом этого дисбаланса является невысокий уровень качества отечественного научного продукта (индикаторы: невысокий уровень востребованности разработок, низкий вклад в общемировой объем публикаций, сокращение удельной доли патентных заявок по ключевым направлениям).

- Слабый уровень развития коммерческого сектора аграрной науки и недостаточные объемы частных инвестиций в R&D. Данная проблема обусловлена рядом причин: длительностью инвестиционных циклов, капиталоемкостью и высокими рисками создания новых решений, с одной стороны, недостаточной эффективностью системы поддержки инноваций и сравнительно короткими горизонтами планирования в отрасли — с другой.

2. Все более острой проблемой реализации инновационного пути развития российского АПК становится сокращение кадрового потенциала. Тенденция характерна как для научного сектора, где выражается в снижении числа исследователей, старении кадров, что угрожает преемственности в сложившихся научных школах и жизнеспособности научных коллективов, так и для АПК в целом, где связана с растущим дефицитом квалифицированных кадров.

3. Несмотря на позитивные тенденции роста инновационной активности отечественных производителей, российский АПК достаточно сильно уступает по этому показателю не только лидирующим странам, но и средним показателям по промышленному производству в РФ. При этом инвестиции в исследования и разработки, а соответственно, их значимость в общей структуре затрат, остается на достаточно низком уровне. Между тем позитивный характер носят изменения в самой структуре инновационного ассортимента, указывающие на смещение приоритетов производителей от освоения уже существующих рынков к развитию новых ниш и выводу новых для рынков сбыта продуктов.

Результаты проведенного в рамках подготовки данной работы экспертного опроса представителей реального сектора показыва-

ют высокий интерес представителей отрасли к переходу на новый технологический этап, готовность инвестировать в инновации и формировать ГЧП в научно-технической сфере.

В реальной практике, однако, он ориентирован в основном на догоняющую модель внедрения инноваций, фокусируя внимание на уже широко апробированных в мире коммерческих технологиях, и руководствуется стремлением сохранения уже достигнутых позиций. Выбор такой стратегии является вынужденным и обусловлен нестабильностью условий функционирования бизнеса, труднопрогнозируемой конъюнктурой, а соответственно, короткими горизонтами планирования: «Мы просто не отваживаемся “играть вдолгую”».

Ключевые барьеры инновационной трансформации отрасли, выделяемые экспертами, соотносятся с системной проблемой неэффективности системы коммуникаций между ключевыми стейкхолдерами (бизнесом, наукой и ФОИВами), в следующих проявлениях:

- несовершенстве нормативно-правовой базы с акцентом на именно бюрократическом характере проблем (во многом устаревшее и противоречивое, вместе с тем быстро меняющееся, но недостаточно проработанное законодательство; бездействие чиновников, их нежелание разбираться в новых вопросах, отставание в принятии решений);
- отсутствие диалога бизнеса и науки, причинами которого является комплекс факторов, как объективных (низкий уровень оснащения НИИ, дефицит кадров и компетенций), так и субъективных (разное видение целей и результатов, бизнес часто не может сформулировать понятное науке задание, наука презентует свои разработки на непонятном для бизнеса языке);
- неэффективность системы поддержки трансфера технологий: существующие меры поддержки направлены на конвенционный путь развития АПК и не ориентированы на прорывные и действительно инновационные направления.

Направления мер государственной поддержки инноваций в России

Выстраивание эффективной системы поддержки инноваций не ограничивается лишь мерами прямой поддержки соответствующих процессов и инициатив, и реализуется в рамках комплексной поддержки формирования благоприятной среды, стабильности условий функционирования бизнеса. Государственная поддержка развития АПК в настоящее время осуществляется в рамках пяти ключевых программ и проектов, направленных на достижение восьми целей (распределение программных целей представлено в табл. ПЗ Приложения).

- обеспечение стабильной регуляторной среды;
- благоприятное налогообложение;
- кадровое обеспечение и развитие компетенций;
- обеспечение оборотными средствами;
- технико-технологическое обеспечение;
- устойчивый сбыт продукции;
- доступные кредиты;
- благоприятная среда.

Приоритеты научно-технического развития

Текущие приоритеты научно-технического развития АПК определены стартовавшей в 2019 г. Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства (ФНТП).

Федеральная научно-техническая программа
развития сельского хозяйства

Сроки реализации: 01.01.2017 — 31.12.2025

Бюджет федеральной программы: 51 млрд руб.

Целевые показатели и задачи:

- Повышение инновационной активности в сельском хозяйстве к 2025 г. до 30%
- Повышение уровня обеспеченности агропромышленного комплекса объектами инфраструктуры к 2025 г. до 25%
- Обеспечение отрасли программами подготовки кадров по востребованным на рынке труда новым и перспективным направлениям подготовки и специальностям
- Привлечение инвестиций в сельское хозяйство по 3 млрд руб. в год начиная с 2018 г.

В рамках ФНТП запланирована реализация 14 подпрограмм, структурированных по ключевым сегментам растениеводства, животноводства, аквакультуры, обеспечения здоровья животных и кормопроизводства:

1. Развитие селекции и семеноводства картофеля.
2. Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы.
3. Создание отечественных конкурентоспособных кроссов мясной птицы.
4. Создание отечественных конкурентоспособных пород свиней.
5. Создание отечественных кормов и кормовых добавок для животных.
6. Развитие селекции крупного рогатого скота мясных пород.
7. Развитие селекции крупного рогатого скота молочных пород.
8. Развитие селекции и семеноводства масличных культур.
9. Развитие селекции и семеноводства овощных культур.
10. Лекарственные средства ветеринарного применения.
11. Развитие виноградарства и виноделия.

12. Создание отечественных конкурентоспособных кроссов аквакультуры.

13. Развитие селекции овец мясных пород.

14. Питомниководство и садоводство.

Перед ФНТП поставлены важнейшие задачи, отвечающие требованиям роста конкурентоспособности в выделенных направлениях в части сокращения зависимости от зарубежного генетического материала и сопутствующих технологий. В настоящий момент вошли в стадию реализации только две подпрограммы по селекции и семеноводству картофеля (1) и сахарной свёклы (2), тогда как дата запуска других подпрограмм, разработка которых находится в разной стадии готовности, пока не определена. Предполагается, что в течение 2020 г. основное внимание будет обращено на проработку наиболее актуальных подпрограмм: по созданию кросса кур бройлерного типа (3), кормам и кормовым добавкам (5), селекции крупного рогатого скота мясных пород (6), развитию виноградарства и виноделия (11).

Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»

Цель проекта: цифровая трансформация сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях в 2 раза к 2021 г.

Технологии:

- BigData (аналитика больших данных)
- AI (искусственный интеллект)
- IoT (интернет вещей)
- Blockchain (блокчейн)

Бюджет ведомственного проекта: 300 млн руб. (в том числе 140 млн руб. планируется привлечь из внебюджетных источников).

Иные перспективные направления, помимо конвенциональных и относящихся к непосредственным компетенциям Минсельхоза, до настоящего момента не нашли должного отражения в перечнях приоритетных направлений и программ развития, однако концептуально обозначены в Стратегической программе исследований ТП «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания» (нов. ред. 2019 г.).

Остаются без внимания сферы поддержки комплекса технологий закрытого земледелия, как таковая отсутствует стратегия сокращения сельскохозяйственных и продовольственных потерь, переработки отходов АПК.

Поддержка трансфера технологий

В настоящее время для всех стадий инновационного проекта в АПК (от фундаментальных исследований до организации производства инновационной продукции, или коммерциализации и внедрения инноваций) и в целом для всех технологических направлений АПК в России предусмотрены инструменты финансовой поддержки.

Поддержка на ранних стадиях в основном осуществляется через общие инструменты, не специализированные применительно к АПК: гранты РФФИ (Российского фонда фундаментальных исследований) и РНФ (Российского научного фонда), госзадание (РАН). Развитие прикладных исследований и экспериментальных разработок поддерживается также неспециализированными инструментами: субсидии от Министерства образования и науки, гранты от Фонда содействия инновациям.

Начиная с опытно-промышленной стадии появляются выделенные инструменты для компаний — разработчиков инновационных решений: гранты для резидентов кластера «БиоМед» Фонда «Сколково», а также возможности привлечения венчурного капитала через созданный в 2018 г. «Венчурный фонд “Сколково” — Агротехнический I». Инвестиции в стартапы в сфере АПК также осуществляют частные венчурные фонды.

Фонд развития промышленности (ФРП) единственный поддерживает поздние стадии инновационных проектов, но закрывает небольшую нишу в инструментах поддержки инноваций в АПК, так как его целевая аудитория — это промышленные предприятия. ФРП в рамках своего мандата может поддерживать преимущественно производителей сельскохозяйственной техники (машиностроение), удобрений (химическая промышленность) и частично предприятия пищевой промышленности (в части промышленных биотехнологий).

Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. (ФНТП) в части грантов, предоставляемых Минсельхозом России, — единственный инструмент, который охватывает своим мандатом важнейшую нишу — поддержку сельхозтоваропроизводителей при внедрении инновационных разработок на наиболее рискованных с точки зрения ведения коммерческой деятельности стадиях. Важными ограничивающими факторами выступают:

- необходимость предварительного заказа на разработку (поддержки на стадии НИОКР) в рамках комплексного научно-технического проекта или программы (КНТП) полного инновационного цикла (необходимость прямой финансовой поддержки в рамках профильной ведомственной программы, «выращивание» с ранних стадий при поддержке Миннауки России);
- поддержка проектов, реализуемых только сельхозпроизводителями, которые обычно являются потребителями, а не создателями технологий. Реальные разработчики и производители инновационных продуктов при этом не обеспечиваются необходимыми мерами поддержки и вынуждены создавать обходные схемы и подгонять проекты под требования ФНТП.

Доступные инструменты финансовой поддержки научно-технических и инновационных проектов в АПК в России в привязке к стадиям (уровням технологической готовности) представлены в табл. 5.

Таблица 5. Карта существующих мер поддержки развития инноваций в АПК со стороны институтов инновационного развития

	НИОКР	Трансфер технологий	Инкубация/акселерация	Коммерциализация	Масштабирование	Поздние стадии
Финансовая поддержка	Фонд содействия инновациям: в 2014–2017 гг. поддержано более 750 проектов (НИР и НИОКР). В 2017 г. заключены договоры на 206 млн руб. РНФ: гранты на реализацию приоритетов НТР (приоритет с кодом Н4 вкл. с/х)			Фонд содействия инновациям: в 2015–2017 гг. поддержано более 50 проектов. В 2017 г. заключены договоры на 105 млн руб.	Фонд содействия инновациям: в 2014–2017 гг. поддержано более 30 проектов. В 2017 г. заключены договоры на 172 млн руб.	Федеральные и региональные субсидии на возмещение части прямых понесенных затрат на создание и модернизацию объектов агропромышленного комплекса, а также на приобретение техники и оборудования (фед. субсидии — Приказ Минсельхоза России от 22 сентября 2017 г. N 479). Объем федеральных субсидий в 2015–2020 гг. — 125,9 млрд руб.
	Гранты					

Финансовая поддержка					
НИОКР	Трансфер технологий	Инкубация/ акселерация	Коммерциализация	Масштабирование	Поздние стадии
Долевое участие	Фонд AgroTex I (Skolkovo Ventures). Предоставление долевого финансирования	Акселератор ФРИИ и Bayer: стартапы, показавшие лучшие результаты в процессе обучения (программа для стартапов «Grants4Apps» в сфере автотоматизации сельского хозяйства), смогут претендовать на инвестиции ФРИИ в размере до 30 млн руб.	Фонд AgroTex I (Skolkovo Ventures). Предоставление долевого финансирования. ВЭБ-инновации: акционерное участие в капитале компаний, находящихся на стадии создания бизнеса, в размере от 10 до 500 млн руб.	Фонд AgroTex I (Skolkovo Ventures). Предоставление долевого финансирования	
	Кредиты			Россельхозбанк: кредиты на создание и развитие высокотехнологичных производств, более 200 млрд руб. в 2017 г. ВЭБ: кредиты от 500 млн руб. высокотехнологичным предприятиям АПК. ВЭБ-инновации: кредиты до 500 млн руб.	Россельхозбанк: кредиты на создание и развитие высокотехнологичных производств, более 200 млрд руб. в 2017 г. ВЭБ: кредиты от 500 млн руб. высокотехнологичным предприятиям АПК. ВЭБ-инновации: кредиты до 500 млн руб.

Финансовая поддержка	Гарантии и страхование	НИОКР	Трансфер технологий	Инкубация/акселерация	Коммерциализация	Масштабирование	Поздние стадии
							РЭЦ (ВЭБ): экспортное страхование. Росэксимбанк (ВЭБ): экспортное кредитование, страхование экспортных кредитов и инвестиций, гарантийная поддержка (тендеры, возврат авансового платежа, платежи, исполнение обязательств по экспортному контракту)
Нефинансовая поддержка	Инновационная инфраструктура			Номинация GenerationS (РВК) «Биотехнологии и теленомика в АПК» от ГК «ЭФКО». Проект, победивший в номинации, сможет пройти акселерационную программу на базе инновационно-образовательной инфраструктуры группы компаний «ЭФКО»			

Органи- зационно- методи- ческая и информа- ционная поддерж- ка	НИОКР	Трансфер технологий	Инкубация/ акселерация	Коммер- циализация	Масштаби- рование	Поздние стадии
Нефинансовая поддержка		Фонд AgroTex I* (Skolkovo Ventures) Участие в выставочных меропри- ятиях и освещение в сети партне- ров, поиск клиентов	Акселератор GenerationS (РВК) — трек Agro&MedTech: развитие стар- тапов, доработ- ка продукта, тестирование бизнес-модели и подготовка к выходу на рынки. Акселератор ФРИИ: программа для стартапов «Grants4Apps» в сфере автома- тизации сель- ского хозяйства (в партнерстве с Bayer). Стар- тапы, показав- шие лучшие результаты, смогут пре- тендовать на инвестиции в размере до 30 млн руб.	Фонд AgroTex I* (Skolkovo Ventures) Участие в выставочных мероприятиях и освещение в сети партнеров, поиск клиентов	Фонд AgroTex I* (Skolkovo Ventures) Участие в выставочных мероприятиях и освещение в сети партнеров, поиск клиентов	РЭЦ: поддержка экспорта: предоставление информации об организации экспортных операций, информация о внешних рынках, помощь в поис- ке партнеров и структурирова- нии экспортных проектов; переговорная поддержка, по- мощь в оформле- нии экспортных контрактов и прохождении экспортных про- цедур; выявление и поиск решений по улучшению условий ведения экспортной дея- тельности; обучение экс- портеров

Приоритетные направления поддержки	НИОКР	Трансфер технологий	Инкубация/акселерация	Коммерциализация	Масштабирование	Поздние стадии
	Приоритеты НТР (РНФ). В числе подержанных НИР (2017): научные основы создания эффективной технологии стабилизации роста и развития растений в многокомпонентной растительно-микробной системе; адаптация элементов геномного редактирования CRISPR/Cas9 для улучшения генома клеверов обыкновенной (<i>Ricinus communis</i> L.);	Селекция	Акселератор РВК: эффективные технологии органического земледелия; разработка и производство средств защиты растений; доступная органика (био-препараты для сельского хозяйства); «умное» сельское хозяйство; дистанционное зондирование и мониторинг земли; создание 3D-моделей полей с целью оптимального построения систем ирригации и мелiorации, определения индекса вегетативности.	Софт для точного земледелия Оборудование для точного земледелия, дроны	Россельхозбанк: высокотехнологичные методы производства, приобретение высокопроизводительной сельхозтехники под ее залог, инновационные технологии энерго- и ресурсосбережения в с/х. ВЭБ: высокотехнологичный агропромышленный комплекс; приоритет проектам, относящимся к отраслям высоких переделов; способствующим технологическому развитию экономики; имеющим экспортную составляющую или потенциал;	Федеральные субсидии: модернизация объектов агропромышленного комплекса, приобретение техники и оборудования; плодохранилища; картофеле- и овощехранилища; тепличные комплексы; молочные фермы; селекционно-генетические и селекционно-семеноводческие центры; оптимально-распределительные центры (только создание)

	НИОКР	Трансфер технологий	Инкубация/ акселерация	Коммерциализация	Масштабирование	Поздние стадии
	исследование структуры и разнообразия микробиома ризосферного локуса сельско-хозяйственных культур с целью индикации и поддержания супрессивных функций почвы		Акселератор ФРИИ: точное земледелие, робототехника, machine learning, экологичная утилизации отходов, диагностика заболеваний растений и протитовое действие контрафактной продукции		имеющим потенциал софинансирования; создающим рабочие места в моногородах или создающим высокопроизводительные рабочие места	
Потенциальные частные соинвесторы		Глобальные VC, крупные агрохолдинги		Крупные агрохолдинги, крупнейшие производители удобрений и СЗР	Крупные агрохолдинги, крупнейшие производители удобрений и СЗР	

*РФФИ не поддерживает проекты в АПК (при том что с 1994 г. подано большое количество заявок на финансирование НИР в АПК).

Рекомендации по повышению эффективности государственной поддержки АПК

- **Модернизировать институциональную среду:** фундаментальные сдвиги в глобальном агропродовольственном секторе, влекущие за собой возникновение новых рынков и внедрение принципиально иных технологий, сопровождаются усложнением институциональной среды и архитектуры стандартов, все более интегрирующих весь жизненный цикл продукта. Это требует выстраивания гибкой системы нормативно-правового регулирования, способной своевременно адаптироваться к новым условиям, формировать необходимое правовое поле для развития новых технологий, избавляться от сдерживающих и устаревших нормативов. Особого внимания требует проблема обеспечения согласованности российских и международных стандартов, развития международной кооперации в области сертификации и лицензирования.
- **Смотреть и думать на шаг вперед:** преодолеть представление об АПК как об архаичном секторе традиционных продуктов и технологий, ограничить доминирование парадигмы изоляционизма в сфере научно-технического развития. Решение текущих задач догоняющего развития и укрепления национальной продовольственной безопасности должно эволюционировать в задачу более высокого порядка — перехода к инновационному развитию, выстраиванию эффективной системы генерации новых оригинальных идей и поддержки их трансформации в конкретные решения, продукты, технологии. Это требует формирования новых научных школ и активного привлечения в них международных компетенций, развития среды поддержки стартапов и системы венчурных инвестиций, комплекса стимулирующих мер для локализации передовых производств. Вместе с тем мы не имеем возможности просто перенять наилучшие практики и политические решения — Россия слишком отличается от иных стран. Очевидно, мы не можем пойти по пути Китая и обеспечивать доступ к высоким технологиям через покупку отраслевых лидеров (Syngenta, Volvo и др.), возможно, нам следует обратить больше внимания на инвести-

ции в перспективные стартапы. Вопрос, какими должны быть шаги за горизонт, дискуссионный, и эта дискуссия должна быть открыта.

- **Развивать систему поддержки трансфера:** сложившаяся в настоящее время инфраструктура финансовой поддержки в АПК формально соответствует потребностям всех стадий развития инновационных проектов и всех технологических направлений. Однако на практике существующие меры фокусируются лишь на поддержке ограниченного перечня традиционных направлений и технологий и не учитывают специфику реализации инновационных проектов. Ситуация усугубляется слабым развитием сектора венчурных инвестиций в технологии АПК, что фактически блокирует развитие инновационных проектов, не относящихся к числу заданных приоритетных направлений.

Негативным сигналом, свидетельствующим о недостаточной эффективности существующей системы, является фактическое сокращение и без того невысокого объема затрат на аграрные исследования и разработки, полученных из средств фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности: с 2014 по 2018 г. он сократился почти на 55%, а удельная доля этого источника финансирования затрат в общем объеме снизилась с 2,9 до 1,3%.

Вариантом решения проблемы является создание специализированного Фонда развития инноваций в АПК, который должен дополнить формат поддержки научно-технологических и инновационных проектов, осуществляемый Фондом развития промышленности (ФРП) в агропродовольственном секторе, который не является профильным для ФРП. Деятельность Фонда развития инноваций в АПК должна быть скоординирована с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства (ФНТП), при этом в рамках основного мандата необходимо предусмотреть возможность поддержки не только программных КНТП, но и иных инновационных проектов, соответствующих агропродовольственной проблематике.

Ключевыми задачами Фонда должны стать:

- финансовая поддержка инновационных и инвестиционных проектов в сфере АПК;

- экспертно-аналитическая и информационно-консультационная поддержка в подготовке и реализации проектов в области инновационного развития АПК, в продвижении сельскохозяйственной продукции, техники и технологий на зарубежные рынки;
 - содействие во взаимодействии с государственными институтами развития в рамках действующих механизмов государственной поддержки развития АПК.
- **Реорганизация системы аграрного образования:** актуальными задачами модернизации аграрного образования выступает:
- развитие бизнес-ориентированной университетской науки и восполнение кадрового дефицита в научно-исследовательском секторе АПК, формирование центров компетенций и научных школ по ключевым направлениям;
 - увеличение притока в аграрные вузы талантливой молодежи, мотивированной на развитие в профессии; сокращение разрыва между уровнем подготовки выпускников и квалификационными потребностями ведущих предприятий АПК.

Опираясь на анализ мирового опыта решения подобных задач, в качестве предварительных рекомендаций по реформированию системы сельскохозяйственного образования в России предлагается:

1. Разделить сельскохозяйственные вузы, по аналогии с классическими университетами, на два уровня:
 - Исследовательские университеты: должны формировать ядро из нескольких сильных вузов федерального значения, обладающих наилучшим репутационным статусом и научной активностью, хорошими международными связями. В число их ключевых задач должно входить прежде всего обеспечение воспроизводства кадров для аграрной науки и ее развития в университетской среде.
 - Технические вузы: должны быть ориентированы на массовые специальности (агрономы, ветеринары, специалисты по кормлению и др.) и обеспечивать удовлетворение потребности в специалистах тех сельскохозяйственных

районов, на территории которых они находятся, с учетом региональной сельскохозяйственной специфики и региональных приоритетов развития АПК.

2. Провести модернизацию спектра академических программ в сельскохозяйственных вузах за счет разработки и внедрения направлений подготовки, соответствующих включенности сельскохозяйственного производства в цепочки добавленной стоимости, интеграции в цифровую среду, рационального природопользования (генетики в животноводстве и растениеводстве, специалисты по цифровым агротехнологиям, микробиологи и биотехнологи, аналитики для лабораторий оценки качества, специалисты по экономике АПК, маркетингу и др.).

3. Модернизировать систему среднего профессионального сельскохозяйственного образования, которое должно стать обязательной подготовительной ступенью для поступления в технические вузы. Обучение в подобных учреждениях должно строиться на дуальной основе, сочетающей теоретическое обучение и глубокое включение в практические занятия на фермах, опытных участках и предприятиях.

- **Обеспечить прозрачность координации ФОИВов:** на фоне рождающихся трендов роль аграрного сектора в структуре продовольственной системы будет постепенно снижаться. Ядро ключевых технологий и компетенций будет все более концентрироваться в секторах, не входящих в области установленных полномочий Минсельхоза России. Выстраивание четко скоординированной системы межведомственных взаимодействий с другими ФОИВами, в области создания как научно-технологической, так и институциональной инфраструктуры платформы является критически необходимым для перехода на новый технологический этап. Возможным вариантом преодоления этого вызова является создание единого координационного центра НТР АПК, деятельность которого будет сосредоточена на разработке и обеспечении реализации долгосрочной стратегии развития отрасли, формировании общего видения целей и задач бизнеса и государства.

Приложение

Таблица П1. Динамика затрат на технологические инновации

Показатель	Сегмент	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Затраты на технологические инновации, млн руб.						
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака						
В действующих ценах	Производство пищевых продуктов и напитков	22 592	16 216	22 908	48 218	57 501
	Производство табачных изделий	3 272	3 927	3 170	2 495	1 652
	Итого	25 864	20 143	26 078	50 713	59 152
В ценах 2010 г.	Производство пищевых продуктов и напитков	15 768	10 557	14 521	29 000	31 211
	Производство табачных изделий	2 284	2 557	2 010	1 501	896
	Итого	18 052	13 114	16 531	30 500	32 108
Сельское хозяйство						
В действующих ценах	Растениеводство	Н. д.	Н. д.	6 276	8 381	13 573
	Животноводство	Н. д.	Н. д.	5 669	6 403	6 454
	Смешанное сельское хозяйство	Н. д.	Н. д.	2 884	0	735
	Деятельность вспомогательная*	Н. д.	Н. д.	134	1 022	1 199
	Итого	Н. д.	Н. д.	14 963	15 806	21 961
В ценах 2010 г.	Растениеводство	Н. д.	Н. д.	3 979	5 041	7 367
	Животноводство	Н. д.	Н. д.	3 594	3 851	3 503
	Смешанное сельское хозяйство	Н. д.	Н. д.	1 828	0	399
	Деятельность вспомогательная*	Н. д.	Н. д.	85	615	651
	Итого	Н. д.	Н. д.	9 485	9 506	11 920

Показатель	Сегмент	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Интенсивность затрат						
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака, %						
	Производство пищевых продуктов и напитков	0,7	0,4	0,5	1,1	1,2
	Производство табачных изделий	1,6	1,6	1,3	1,6	0,8
	Итого	0,7	0,5	0,6	1,1	1,2
Сельское хозяйство, %						
	Растениеводство	Н. д.	Н. д.	1,1	1,5	1,9
	Животноводство	Н. д.	Н. д.	0,6	0,7	0,6
	Смешанное сельское хозяйство	Н. д.	Н. д.	5,7	0,0	5,0
	Деятельность вспомогательная*	Н. д.	Н. д.	0,7	5,9	6,4
	Итого	Н. д.	Н. д.	0,9	1,0	1,2
Референтные показатели, %						
	Собирательная классификационная группировка «Агропромышленный комплекс» (Росстат)	Н. д.	Н. д.	Н. д.	13,0	11,8
	Промышленное производство	2,1	1,8	1,8	1,7	1,4

*Деятельность вспомогательная в области производства сельскохозяйственных культур и послеуборочной обработки сельхозпродукции.

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

Таблица П2. Структура ВЗИР в области аграрных наук в РФ в разрезе источников средств

Источник	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
В действующих ценах, млрд руб.					
Собственные средства	2,82	3,05	3,50	3,81	4,43
Средства бюджетов всех уровней	8,70	9,19	8,91	9,09	10,87
Средства организаций предпринимательского сектора	1,10	1,34	1,51	1,40	1,44
Средства фондов поддержки*	0,39	0,36	0,23	0,12	0,22
Средства иностранных источников	0,10	0,17	0,13	0,04	0,12
Другие источники	0,30	0,15	0,18	0,21	0,25
Итого	13,41	14,26	14,46	14,67	17,33
Удельная доля, %					
Собственные средства	21,0	21,4	24,2	26,0	25,6
Средства бюджетов всех уровней	64,9	64,5	61,6	62,0	62,7
Средства организаций предпринимательского сектора	8,2	9,4	10,4	9,5	8,3
Средства фондов поддержки*	2,9	2,5	1,6	0,8	1,3
Средства иностранных источников	0,8	1,2	0,9	0,3	0,7
Другие источники	2,3	1,1	1,2	1,5	1,4

* Фонды поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности.

Источник: НИУ ВШЭ по данным Росстата.

Таблица П3. Государственные программы поддержки АПК в горизонте 2024 – 2025 гг.

Государственные программы и проекты	Подпрограммы, направленные на развитие сельскохозяйственных территорий и НТР в сфере сельского хозяйства	Бюджет, млрд руб.	Направления мер поддержки							
			Стабильная регуляторная среда	Благоприятное налогообложение	Кадровое обеспечение и развитие компетенций	Обеспечение оборотными средствами	Технико-технологическое обеспечение	Устойчивый сбыт продукции	Доступные кредиты	Благоприятная среда
Национальный проект Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы	ФП Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации	40,8								
	ФП Улучшение условий ведения предпринимательской деятельности	2,5								
	ФП Расширение доступа субъектов МСП к финансовым ресурсам, льготному финансированию	261,8								
	ФП Акселерация субъектов МСП	167,9								
	ФП Популяризация предпринимательства	8,5								

Государственные программы и проекты	Подпрограммы, направленные на развитие сельскохозяйственных территорий и НТР в сфере сельского хозяйства	Бюджет, млрд руб.	Направления мер поддержки							
			Стабильная ретивляционная среда	Благотворное наложение	Кадровое обеспечение и развитие компетенций	Обеспечение оборотными средствами	Технико-обеспечение	Устойчивый быт продукции	Доступные кредиты	Благотворная среда
Государственная программа Комплексное развитие сельских территорий	ВСП Аналитическая и информационная поддержка комплексного развития сельских территорий	0,4								
	ВСП Обеспечение государственного мониторинга сельских территорий	0,4								
	ВСП Современный облик сельских территорий	690								
	ВП Развитие транспортной инфраструктуры на сельских территориях	90								
	ВП Развитие инженерной инфраструктуры на сельских территориях	8,2								
	ВП Благоустройство сельских территорий	122								
	ВП Содействие занятости сельского населения	318								
	ВП Развитие жилищного строительства на сельских территориях и повышение уровня благоустройства домовладений	1 059								

Государственные программы и проекты	Подпрограммы, направленные на развитие сельскохозяйственных территорий и НТР в сфере сельского хозяйства	Бюджет, млрд руб.	Направления мер поддержки							
			Стабильная регулирующая среда	Благоприятное налогообложение	Кадровое обеспечение и развитие компетенций	Обеспечение оборотными средствами	Технико-технологическое обеспечение	Устойчивый сбыт продукции	Доступные кредиты	Благоприятная среда
ГП Развитие сельского хозяйства и хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия	ПП Развитие отраслей агропромышленного комплекса	ВП Развитие отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивающих ускоренное импортозамещение основных видов сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия								
	ПП Обеспечение условий развития агропромышленного комплекса	ВП Стимулирование инвестиционной деятельности в агропромышленном комплексе								
		8 212,2								
		ВП Цифровое сельское хозяйство								
		ВЦП Устойчивое развитие сельских территорий								
		ВП Развитие мелиоративного комплекса России								
		ВЦП Обеспечение общих условий функционирования отраслей агропромышленного комплекса								
		ВЦП Научно-техническое обеспечение развития отраслей агропромышленного комплекса								
		ВЦП Организация ветеринарного и фитосанитарного надзора								

Государственные программы и проекты	Подпрограммы, направленные на развитие сельскохозяйственных территорий и НТР в сфере сельского хозяйства	Бюджет, млрд руб.	Направления мер поддержки							
			Стабильная регуляторная среда	Благотворное налогообложение	Кадровое обеспечение и развитие компетенций	Обеспечение оборотными средствами	Технико- технологическое обеспечение	Устойчивый сбыт продукции	Доступные кредиты	Благотворная среда
Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства (ФНТП)		51								
Национальный проект Международная кооперация и экспорт	ФП Экспорт продукции АПК	956,8								

Источник: ИнАГИс ВШЭ, составлено на основе паспортов национальных проектов и государственных программ.

Научное издание

**Инновационное развитие агропромышленного
комплекса в России. Agriculture 4.0**

Доклад НИУ ВШЭ

Подписано в печать 28.04.2020. Формат 60×88 1/16
Гарнитура Newton. Усл. печ. л. 7,8. Уч.-изд. л. 6,1
Тираж 230 экз. Изд. № 2403

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
101000, Москва, ул. Мясницкая, 20
Тел.: (495) 772-95-90 доб. 15285



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР



НОРНИКЕЛЬ

ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ ЭНДАУМЕНТ-ФОНДА НИУ ВШЭ

ПАРТНЕРЫ

