



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ

**ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ**

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ

**ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ**

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ДАЙДЖЕСТ ФОРСАЙТА АПК: зерновые культуры 2027-2035

ОТ СЫРЬЕВОЙ МОДЕЛИ
К ИНТЕГРИРОВАННОЙ
АГРОБИОЭКОНОМИКЕ

1 квартал 2026 г. – выпуск №1



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ДАЙДЖЕСТ ФОРСАЙТА АПК: зерновые культуры 2027-2035

ОТ СЫРЬЕВОЙ МОДЕЛИ К ИНТЕГРИРОВАННОЙ АГРОБИОЭКОНОМИКЕ

Алматы 2026

ПАСПОРТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДАЙДЖЕСТА

Параметр	Содержание
Назначение документа	Сформировать цельную форсайт-рамку по зерновым культурам: от научно-технологических трендов до портфеля пилотных решений, KPI и модели внедрения в Казахстане.
Объект форсайта	Зерновой АПК: селекция, семеноводство, цифровое управление полем, ресурсосбережение, уборка и хранение, глубокая переработка, агробиоэкономика.
Горизонт	2027-2035 годы с выделением пилотного цикла 2027-2031 годов.
Логика анализа	Контекст → технологические вызовы → глобальные тренды → применимость для Казахстана → портфель решений → дорожная карта → KPI и риски.
Ключевая гипотеза	Конкурентоспособность Казахстана в зерновом секторе будет определяться не только валовым сбором, а степенью интеграции науки, данных, семеноводства, цифрового земледелия и глубокой переработки.

Ключевой вывод

Зерновая отрасль должна рассматриваться как единая технологическая система, в которой сорт, семена, почва, питание, вода, цифровая модель, логистика и переработка проектируются совместно. Разрозненное внедрение отдельных технологий не даст системного эффекта.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Стратегический контекст и вызовы.....	4
2.	Форсайт-контур: как меняется мировая зерновая экономика.....	6
3.	Целевая модель Казахстана: интегрированный технологический контур.....	8
4.	Технологический портфель: ключевые направления...	10
5.	Матрица приоритизации и зрелости технологий.....	17
6.	Сценарии развития зернового АПК до 2035 года.....	19
7.	Пилотный контур внедрения 2027-2031.....	20
8.	Дорожная карта и KPI.....	22
9.	Институциональная модель и распределение ролей...	25
10.	Риски, ограничения и меры управления.....	27
11.	Итоговые рекомендации.....	29
	Приложение. Глоссарий технологических терминов....	31

1. СТРАТЕГИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ И ВЫЗОВЫ

Зерновое производство XXI века перестает быть отраслью, в которой результат определяется преимущественно площадью посева и погодой. Ведущие аграрные системы переходят к модели, где зерно становится входом в более широкий технологический контур: биоиндустрию, производство ингредиентов, кормовую и пищевую переработку, цифровые сервисы, генетические платформы и рынки продукции с высокой добавленной стоимостью.

Для Казахстана этот переход имеет особое значение. Страна обладает значительными земельными ресурсами, опытом зернопроизводства и научными заделами в селекции, агротехнологиях и биотехнологии растений. Однако структурная проблема состоит в том, что эти элементы пока не соединены в единый внедренческий контур: селекционные разработки, семеноводство, цифровой мониторинг, агрономические решения, логистика и переработка существуют преимущественно как отдельные блоки.

Главный риск на горизонте 2027-2035 годов – закрепление Казахстана в роли поставщика сырого зерна при одновременном росте технологической зависимости от зарубежных семян, цифровых платформ, агрохимии, перерабатывающих технологий и экспортных стандартов. Главная возможность – сформировать национальную модель зернового АПК, основанную на данных, сортах нового поколения, точном управлении ресурсами и глубокой переработке.

1.1. Системные ограничения текущей модели

Ограничение	Почему это критично
Разрыв между наукой и производством	Научные результаты часто не доходят до технологического регламента хозяйства, пилотной площадки, отраслевого заказчика и коммерческого продукта.
Низкие темпы сортосмены	Потенциал новых сортов не реализуется без современного семеноводства, сертификации, ДНК-контроля и доверия со стороны фермеров.
Фрагментарная цифровизация	ДЗЗ, агрометеоданные, почвенные данные, данные по семенам, удобрениям и урожайности не объединены в единую модель принятия решений.
Слабая глубина переработки	Основная добавленная стоимость формируется за пределами сырьевого зернового контура; переработка требует отдельной технологической и инвестиционной политики.

Ограничение	Почему это критично
Недостаточная технологическая дисциплина	Даже доступные решения не дают эффекта без точного соблюдения сроков, норм высева, питания растений, влагосбережения и контроля качества операций.
Дефицит пилотных полигонов	Отсутствие длительных демонстрационных контуров затрудняет доказательство экономического эффекта и масштабирование.

1.2. Стратегическая развилка

К 2035 году Казахстан может развиваться по инерционному пути, сохраняя зависимость от валового экспорта зерна, или перейти к технологически интегрированной модели. Во втором случае зерновая отрасль становится не только источником продовольственной безопасности, но и платформой для развития биотехнологий, цифровых агросервисов, промышленной переработки, инженерных решений и экспортной продукции с высокой добавленной стоимостью.

2. ФОРСАЙТ-КОНТУР: КАК МЕНЯЕТСЯ МИРОВАЯ ЗЕРНОВАЯ ЭКОНОМИКА

Мировая конкуренция в зерновом АПК смещается от простого наращивания производства к управлению сложной системой признаков: генетика сорта, устойчивость к стрессам, качество зерна, цифровой контроль поля, ресурсная эффективность, прослеживаемость, переработка и конечный продукт. Это означает, что технологическое преимущество будет принадлежать странам, способным быстрее соединять биологические данные, агрономические модели, индустриальные мощности и рынок.

Глобальный тренд	Смысл для зернового АПК
Data-driven breeding	Селекция становится управляемой данными: геномика, фенотипирование, мультиомика, ИИ и прогнозирование селекционной ценности линий.
Digital seed traceability	Семена переходят в цифровой оборот: ДНК-паспорта, электронные реестры, QR/RFID-маркировка партий, контроль происхождения и сортовой чистоты.
Model-based agronomy	Решения по срокам сева, питанию, влаге и рискам принимаются на основе моделей DSSAT, агрометеоданных, ДЗЗ и полевых сенсоров.
Resource-efficient farming	Растет значение влагосбережения, дифференцированного внесения удобрений, нейтронного мониторинга влаги, регенеративного земледелия и soil health-подходов.
Quality-based logistics	Зерно становится не просто массой, а цифровой описанной партией с показателями качества, происхождения, технологии выращивания и пригодности для переработки.
Grain biorefinery	Глубокая переработка смещает фокус с муки и сырого зерна на белковые концентраты, крахмал, глютен, аминокислоты, биоматериалы, функциональные ингредиенты и кормовые продукты.
Low-carbon and regenerative agriculture	Климатическая устойчивость, углеродный след и восстановление почв становятся частью экспортной конкурентоспособности.

Глобальный тренд	Смысл для зернового АПК
Agri-platform economy	Данные, сервисы поддержки решений, цифровая сертификация и технологические регламенты становятся самостоятельным рынком.

2.1. Форсайт-логика: от технологии к отраслевой трансформации

Технологии имеют значение только тогда, когда они встроены в цепочку принятия решений. Например, геномное редактирование ускоряет создание сорта, но не создает эффекта без семеноводства, DSSAT дает прогноз, но не меняет урожайность без агрономического регламента, глубокая переработка повышает добавленную стоимость, но требует стабильного качества зерна и промышленного спроса. Поэтому ключевая единица анализа – не отдельная технология, а связанный технологический пакет.

Форсайт-горизонт внедрения: 2027-2035



3. ЦЕЛЕВАЯ МОДЕЛЬ КАЗАХСТАНА: ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТУР

Целевая модель для Казахстана должна строиться как сквозной контур, в котором каждый следующий блок опирается на данные предыдущего. Сорт проектируется с учетом будущей зоны выращивания и продукта переработки, семена подтверждаются генетически и через цифровую верификацию, поле управляется на основе моделей, качество партии фиксируется при хранении и логистике, переработка планируется под конкретные характеристики сырья.



3.1. Принципы целевой модели

Принцип	Практическое значение
Сквозная связность	Селекция, семеноводство, поле, хранение и переработка должны быть связаны едиными данными и едиными целевыми показателями.
Пилотирование перед масштабированием	Каждая технология должна проходить проверку на демонстрационных полигонах с прозрачной экономикой эффекта.
Отраслевой заказ	Программа должна исходить из реального спроса фермеров, переработчиков, экспортёров, регионов и государственных органов.
Технологическая дисциплина	Эффект создается не наличием оборудования, а соблюдением цифрового регламента: сроки, нормы, мониторинг, качество данных.

Принцип	Практическое значение
Открытая архитектура данных	Платформа должна быть совместима с разными источниками данных, оборудованием, лабораториями и региональными системами.
Экономика добавленной стоимости	Главный результат – не только урожайность, а стоимость конечного продукта на гектар, тонну зерна и единицу ресурса.

3.2. Целевые эффекты

На этапе пилотирования количественные эффекты должны рассматриваться как проверяемые целевые диапазоны, а не как гарантированные показатели. Для корректной оценки необходимо сравнение с контрольными хозяйствами, фиксирование исходного уровня урожайности, затрат, влагозапаса, качества семян, агрохимического фона и рыночной цены продукции.

Эффект	Показатель оценки
Урожайность	Целевой прирост за счет сортосмены, точного питания, влагосбережения и цифрового регламента.
Ресурсная эффективность	Снижение потерь удобрений, воды, топлива и операционных издержек за счет дифференцированного управления.
Качество зерна	Стабилизация белка, клейковины, натуры, влажности и технологических характеристик партий.
Добавленная стоимость	Переход от продажи сырого зерна к белковым, крахмальным, кормовым, биохимическим и функциональным продуктам.
Экспортная конкурентоспособность	Прослеживаемость, стандартизация качества, возможность подтверждать происхождение и технологию производства.
Научно-технологический суверенитет	Собственные сорта, данные, модели, регламенты, лаборатории и компетенции.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТФЕЛЬ: КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Технологический портфель сформирован не как перечень модных решений, а как связанная система. Для каждого направления важны три вопроса: какую проблему оно решает, каков уровень готовности для Казахстана, и какие условия нужны для внедрения.

4.1. Геномика, CRISPR/ Cas и precision breeding

Решаемая проблема: Создание сортов, устойчивых к засухе, жаре, болезням, засолению и требованиям переработки.

Технологическая суть: Геномное редактирование и precision breeding позволяют ускорить получение нужных признаков, но требуют регуляторной рамки, биобезопасности, лабораторий, коллекций генетических ресурсов и защиты интеллектуальной собственности.



Что необходимо сделать в Казахстане: сформировать национальный пакет приоритетных признаков для пшеницы и других зерновых культур, провести инвентаризацию генетических коллекций, запустить пилотные линии с обязательной правовой экспертизой.

4.2. Pangenomics, НарМар и ДНК-паспортизация сортов

Решаемая проблема: Защита сортов, контроль сортовой чистоты, борьба с фальсификацией семян, вовлечение национальных генетических ресурсов.

Технологическая суть: Пангеномика и SNP-карты превращают коллекции в управляемый цифровой актив, а ДНК-паспорт дает основу для сертификации, IP-защиты и прослеживаемости.



Что необходимо сделать в Казахстане: создать национальную базу ДНК-паспортов сортов зерновых, связать ее с реестром семеноводческих участков и лабораторной сертификацией.

4.3. Speed breeding и высокопроизводительное фенотипирование

Решаемая проблема: Сокращение сроков селекции и повышение точности отбора линий.

Технологическая суть: Технологии ускоренного выращивания поколений и цифрового фенотипирования дают практический эффект лишь при наличии соответствующей инфраструктуры – климатических камер и теплиц, полевых сенсоров, дронов, спектральных камер и систем аналитики данных.



Что необходимо сделать в Казахстане: создать сеть фенотипировочных площадок в ключевых зернопроизводящих зонах, связать их с селекционными центрами и программами геномной селекции.

4.4. AI-driven и autonomous breeding

Решаемая проблема: Переход от интуитивного отбора к прогнозируемой селекции на основе больших данных.

Технологическая суть: ИИ может прогнозировать селекционную ценность линий, оптимизировать скрещивания и связывать генотип с фенотипом, но требует больших чистых массивов данных и многолетней валидации.



Что необходимо сделать в Казахстане: запустить единую базу генотип-фенотип-среда-урожайность, сформировать стандарты полевых данных, обучить модели на казахстанских агроэкологических зонах.

4.5. Цифровое семеноводство и traceability

Решаемая проблема: Устранение разрыва между селекцией, первичным семеноводством, массовым размножением и фермером.

Технологическая суть: Цифровой реестр партий семян, QR/Rfid-маркировка, лабораторные протоколы и ДНК-контроль повышают доверие и ускоряют сортосмену.



Что необходимо сделать в Казахстане: ввести пилотный электронный паспорт семенной партии, связать его с полем происхождения, лабораторией, сортом, репродукцией и производителем.

4.6. DSSAT и цифровые системы поддержки агроувершений

Решаемая проблема: Прогнозирование урожайности, сроков сева, потребности во влаге и питании, сценариев климатического риска.

Технологическая суть: DSSAT и аналогичные модели должны стать не научной демонстрацией, а рабочим инструментом агронома, региона и государственного мониторинга.



Что необходимо сделать в Казахстане: провести калибровку DSSAT по основным зерновым зонам, внедрить сервис рекомендаций для

пилотных хозяйств, интегрировать данные погоды, почв, семян, удобрений и фактической урожайности.

4.7. ДЗЗ, CRNS и сенсорный мониторинг ресурсов

Решаемая проблема: Управление влагой, стрессами, состоянием посевов, неоднородностью поля и технологическими потерями.

Технологическая суть: Дистанционное зондирование, нейтронное зондирование влаги, IoT-сенсоры и полевые станции позволяют перейти от усредненных норм к точному управлению участками.



Что необходимо сделать в Казахстане: сформировать протоколы мониторинга влаги и биомассы, соединить спутниковые, дроновые, сенсорные и лабораторные данные в один контур принятия решений.

4.8. Точное питание и регенеративное земледелие

Решаемая проблема: Снижение потерь удобрений, повышение эффективности карбамида и других источников питания, восстановление почвенного здоровья.

Технологическая суть: Технологии питания должны учитывать агрохимию почв, влагу, фазу развития, климатический сценарий и экономику внесения.



Что необходимо сделать в Казахстане: создать зональные регламенты питания зерновых, внедрить дифференцированное внесение, проводить мониторинг органического вещества, структуры почвы и влагонакопления.

4.9. Качество, хранение и цифровая логистика зерна

Решаемая проблема: Переход от обезличенного зерна к управляемым партиям с доказанным происхождением, качеством и назначением.

Технологическая суть: Хранение и логистика должны фиксировать качество партии, условия хранения, влажность, белок, клейковину, зараженность, пригодность для переработки и экспортные требования.

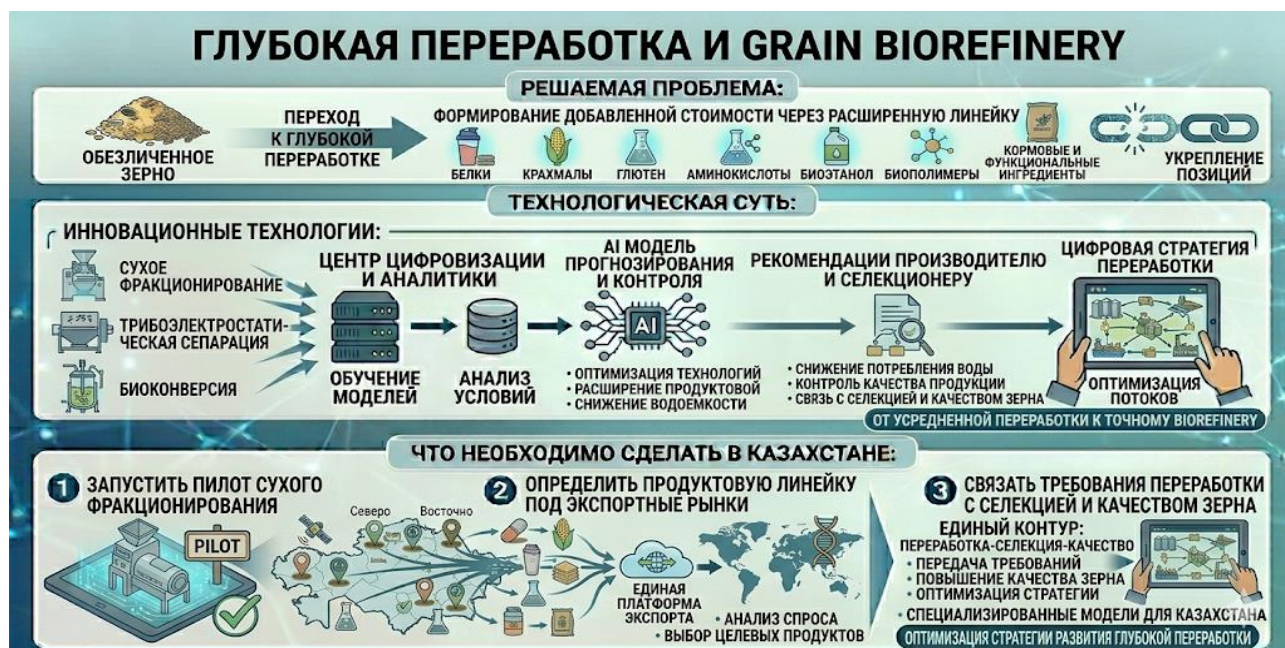


Что необходимо сделать в Казахстане: разработать цифровой паспорт партии зерна, внедрить контроль качества на элеваторах и маршрутизацию партий под переработку.

4.10. Глубокая переработка и grain biorefinery

Решаемая проблема: Формирование добавленной стоимости через расширенную линейку белки, крахмалы, глютен, аминокислоты, биоэтанол, биополимеры, кормовые и функциональные ингредиенты.

Технологическая суть: Сухое фракционирование, трибоэлектростатическая сепарация и биоконверсия позволяют снизить водоемкость и расширить продуктовую линейку.



Что необходимо сделать в Казахстане: запустить пилот сухого фракционирования, определить продуктовую линейку под экспортные рынки, связать требования переработки с селекцией и качеством зерна.

5. МАТРИЦА ПРИОРИТИЗАЦИИ И ЗРЕЛОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

Для управленческого решения технологии целесообразно распределять по двум параметрам: стратегический эффект и готовность к внедрению. Ниже дана ориентировочная матрица, требующая дальнейшей верификации по фактической инфраструктуре, кадровой базе, стоимости внедрения и спросу бизнеса.

Технология	Стратегический эффект	Готовность для РК	Горизонт	Ключевой барьер
DSSAT и модели поддержки решений	Высокий	Средняя/высокая	Пилоты 2027-2028	Калибровка по зонам, качество данных
Цифровое семеноводство	Высокий	Средняя	Пилоты 2027-2028	Правовой статус цифрового паспорта, лабораторная база
ДЗЗ и дроновый мониторинг	Высокий	Высокая	Масштабирование 2027-2031	Интерпретация данных, привязка к агорешениям
CRNS/сенсоры влаги	Средний/высокий	Средняя	Пилоты 2027-2031	Стоимость оборудования, методики калибровки
Дифференцированное внесение удобрений	Высокий	Средняя	Масштабирование 2029-2031	Техника, карты-задания, агрохимические данные
High-throughput phenotyping	Высокий	Средняя	Сеть площадок 2029-2031	Инфраструктура, стандарты данных

Технология	Стратегический эффект	Готовность для РК	Горизонт	Ключевой барьер
Speed breeding	Средний/высокий	Средняя	Пилот 2028-2031	Климатические камеры, селекционная программа
ДНК-паспортизация сортов	Высокий	Средняя	Запуск 2027-2029	Стандарты, реестр, лаборатории
CRISPR/precision breeding	Высокий	Низкая/средняя	Подготовка 2027-2031	Регулирование, биобезопасность, IP
Сухое фракционирование зерна	Высокий	Средняя	Промышленный пилот 2028-2031	Инвестиции, сырье стабильного качества
Synthetic biology для агро	Потенциально высокий	Низкая	Долгосрочно 2032-2035	Кадры, биобезопасность, инфраструктура
Autonomous breeding	Потенциально высокий	Низкая/средняя	Долгосрочно 2032-2035	Данные, роботизация, валидация

5.1. Быстрые победы и стратегические ставки

Группа	Содержание
Быстрые победы 2027-2028	ДЗЗ, цифровое семеноводство, DSSAT-пилоты, агрохимические карты, дифференцированное внесение, цифровой паспорт партии зерна.
Среднесрочные ставки 2029-2031	Фенотипировочная сеть, speed breeding, сухое фракционирование, CRNS-полигоны, интегрированные демонстрационные хозяйства.
Долгосрочные ставки 2032-2035	AI-driven breeding, autonomous breeding, synthetic biology, зерновая биорафинерия, экспорт цифровых агросервисов и технологических регламентов.

6. СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВОГО АПК ДО 2035 ГОДА

Сценарный анализ показывает, что технологический эффект зависит не только от финансирования исследований, но и от того, будет ли создан единый контур внедрения. Ниже представлены три сценария, которые могут использоваться как основа для форсайт-сессий с участием науки, бизнеса, регионов и государственных органов.

Сценарий	Содержание	Последствия
Инерционный	Сохранение сырьевой ориентации, разрозненные проекты, слабая сортосмена, ограниченная переработка.	Зависимость от погоды и цен; низкая добавленная стоимость; утрата технологической позиции.
Догоняющая цифровизация	Внедрение отдельных цифровых решений, обновление семеноводства, пилоты DSSAT и ДЗЗ, частичная модернизация переработки.	Умеренный прирост эффективности; риск фрагментарности; эффект зависит от дисциплины внедрения.
Интегрированный технологический прорыв	Единая национальная программа: селекция + семеноводство + цифровое поле + логистика + глубокая переработка + данные.	Рост добавленной стоимости; технологический суверенитет; экспортная специализация; формирование агробиоиндустрии.

Предпочтительный сценарий

Оптимальным для Казахстана является не простая цифровизация отдельных хозяйств, а формирование интегрированного технологического прорыва: пилотные зоны, единые данные, отраслевой заказ, государственная координация, участие бизнеса и переход к глубокой переработке.

7. ПИЛОТНЫЙ КОНТУР ВНЕДРЕНИЯ 2027-2031

Пилотный контур должен быть организован как демонстрационная система на ограниченной, но репрезентативной площади. Его задача – доказать технологический и экономический эффект, отработать регламенты, сформировать доверие фермеров и подготовить масштабирование.

7.1. Архитектура пилота

Элемент пилота	Содержание
Пилотные зоны	Ключевые зернопроизводящие регионы с разными почвенно-климатическими условиями: северные степные зоны, засушливые зоны, зоны с потенциалом орошения и глубокой переработки.
Пилотные культуры	Пшеница как базовая культура; дополнительно ячмень, кукуруза, масличные и зернобобовые культуры там, где они усиливают переработку и севооборот.
Пилотные хозяйства	Хозяйства с готовностью вести цифровой учет, соблюдать регламенты и предоставлять данные для оценки эффекта.
Научное сопровождение	Селекционные центры, агротехнологические институты, лаборатории, университеты, НАН РК и НАНОЦ в роли экспертного и методического контура.
Цифровая платформа	Единый контур данных: семена, поле, погода, почвы, удобрения, операции, ДЗЗ, сенсоры, урожайность, качество, экономика.
Промышленный партнер	Элеваторы, переработчики, экспортёры, производители техники, поставщики сенсоров и цифровых решений.
Контрольный дизайн	Сравнение технологического пакета с базовой практикой: контрольные поля, исходные данные, сезонные отчеты, независимая верификация.

7.2. Минимальный технологический пакет пилота

ДНК-подтверждение и цифровой паспорт семенной партии для пилотных сортов.

Агрохимическое обследование и цифровая карта неоднородности поля.

DSSAT-калибровка по почвам, погоде, сорту и фактическим данным хозяйства.

ДЗЗ-мониторинг биомассы, стресса, засухи, неоднородности посевов.

Дифференцированное внесение удобрений с привязкой к фазам развития растений.

Полевые сенсоры влаги и/или CRNS на репрезентативных участках.

Цифровой журнал операций и фактических затрат.

Контроль качества зерна при уборке, хранении и направлении на переработку.

Экономическая оценка эффекта: урожайность, затраты, качество, маржинальность, окупаемость.

8. ДОРОЖНАЯ КАРТА И КРІ

Дорожная карта должна быть построена не вокруг разрозненных мероприятий, а вокруг этапов готовности системы. На каждом этапе должны появляться измеримые продукты: база данных, регламент, пилот, отчет об эффекте, модель масштабирования, инвестиционный пакет.

Период	Этап	Ключевые действия	Итоговый продукт
2027	Проектирование и запуск	Создание координационного офиса; выбор пилотных зон; аудит лабораторий и данных; методика оценки эффекта; запуск пилотов DSSAT и цифрового семеноводства.	Паспорт пилотной программы; реестр участников; утвержденные протоколы данных; первые пилотные поля.
2028	Проверка технологических пакетов	ДНК-паспортизация приоритетных сортов; агрохимические карты; ДЗЗ-мониторинг; первые рекомендации DSSAT; пилот сухого фракционирования.	Отчет по первому сезону; контрольные сравнения; перечень масштабируемых решений.
2029-2030	Масштабирование	Расширение пилотов; фенотипировочная сеть; внедрение дифференцированного внесения; цифровой паспорт зерновой партии; подготовка перерабатывающих проектов.	Региональные технологические регламенты; данные по экономике эффекта; инвестиционные пакеты.
2031	Интеграция и решение о расширении	Сводная оценка пилотного цикла; институционализация цифровой платформы; пакет предложений для ВНТК/госпрограмм;	Решение о масштабировании; модель финансирования; КРІ для национального уровня.

Период	Этап	Ключевые действия	Итоговый продукт
		запуск промышленного масштабирования.	
2032-2035	Экспортная специализация	Развитие агробιοиндустрии, биорафинерии, технологических сервисов, сортов под переработку и экспортной прослеживаемости.	Экспортные продукты высокой добавленной стоимости; устойчивые технологические платформы.

8.1. KPI пилотного цикла

KPI	Что измеряется	Источник верификации
Сортосмена	Доля пилотных площадей, занятых сортами с подтвержденным происхождением и актуальной репродукцией.	Семенной реестр, ДНК-паспорта, акты посева
Цифровая прослеживаемость	Количество и доля партий семян/зерна с цифровым паспортом.	Платформа traceability, лабораторные протоколы
Точность агрорешений	Доля полей, где рекомендации по срокам сева, питанию и влаге формируются на основе модели и данных.	DSSAT/платформа поддержки решений
Ресурсная эффективность	Изменение расхода удобрений, воды и топлива на тонну продукции и гектар.	Журнал операций, агрохимия, сенсоры
Урожайность и качество	Прирост урожайности и улучшение показателей белка, клейковины, влажности, натуры по сравнению с контролем.	Уборочные данные, лабораторный анализ

KPI	Что измеряется	Источник верификации
Экономический эффект	Маржинальность на гектар и тоннажу; окупаемость технологического пакета.	Финансовая модель хозяйства
Переработка	Доля зерна пилотного контура, направленная на продукцию высокой добавленной стоимости.	Договоры переработки, производственные отчеты
Масштабируемость	Количество регламентов, пригодных для тиражирования по зонам.	Методические пакеты, отчеты независимой оценки

9. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛЕЙ

Главное условие реализации форсайт-повестки – наличие владельца проблемы и единого координационного контура. Без этого даже технологически сильные решения останутся набором отдельных проектов. В зерновом АПК таким владельцем проблемы должен выступать отраслевой государственный контур с участием науки, бизнеса и регионов.

Участник	Роль
Отраслевой владелец проблемы	Формирует государственный и отраслевой заказ, утверждает пилотные зоны, связывает технологические результаты с политикой АПК.
НАН РК	Проводит форсайт, независимую научно-технологическую экспертизу, методологию оценки эффектов, интеграцию научных коллективов и подготовку предложений для ВНТК.
МНВО / научный контур	Обеспечивает научно-технические программы, грантовые и программно-целевые механизмы, подготовку кадров и исследовательскую инфраструктуру.
МСХ / отраслевые структуры	Обеспечивает привязку к семеноводству, субсидированию, агротехнологической политике, цифровым сервисам АПК и требованиям фермеров.
НАНОЦ и профильные институты	Проводят селекционные, агротехнологические, почвенные, фенотипировочные и перерабатывающие исследования.
МИО	Обеспечивают региональные пилотные площадки, софинансирование, взаимодействие с хозяйствами и инфраструктурой хранения/логистики.
Агробизнес и переработчики	Выступают заказчиками качества, участниками пилотов, инвесторами и потребителями технологических регламентов.
Цифровые и инженерные компании	Поставляют сенсоры, платформы, карты-задания, аналитику, оборудование переработки и сервисное сопровождение.
Независимая оценка	Проводит верификацию результатов, экономический аудит и сопоставление с контрольными участками.

9.1. Предлагаемая организационная конструкция

Целесообразно создать программный контур условного типа «GrainTech Kazakhstan»: не как новую бюрократическую структуру, а как координационный механизм пилотирования и масштабирования. Его продуктами должны быть технологические регламенты, базы данных, пилотные отчеты, паспорта технологий, инвестиционные кейсы и проектные предложения для государственных решений.

Минимальный управленческий принцип

Каждая технология в портфеле должна иметь владельца, пилотную площадку, источник данных, критерий успешности, оценку стоимости внедрения, регламент масштабирования и отраслевого пользователя.

10. РИСКИ, ОГРАНИЧЕНИЯ И МЕРЫ УПРАВЛЕНИЯ

Риск	Содержание	Мера управления
Регуляторный риск	CRISPR, synthetic biology, ДНК-паспортизация и цифровая сертификация требуют ясной правовой рамки.	Провести правовую экспертизу, подготовить регламенты биобезопасности, IP и цифрового паспорта.
Риск фрагментации данных	Разные системы не обмениваются данными; нет единых стандартов.	Утвердить единый стандарт агроанных и API-архитектуру пилотной платформы.
Кадровый дефицит	Недостаток специалистов на стыке селекции, биоинформатики, агрономии, ИИ и переработки.	Запустить междисциплинарные программы подготовки и стажировки на пилотных площадках.
Недоверие фермеров	Фермеры не внедряют технологии без доказанной окупаемости.	Демонстрационные поля, прозрачная экономика, субсидирование только в связке с данными и результатом.
Недостаток инфраструктуры	Нет фенотипировочных платформ, лабораторной мощности, сенсоров, перерабатывающих пилотов.	Инвентаризация и точечные инвестиции в критические узлы инфраструктуры.
Импортозависимость	Оборудование, программное обеспечение, семена, агрохимия и аналитика могут быть внешними.	Локализация данных, создание отечественных регламентов, развитие сервисных компаний и лабораторий.
Экономическая неопределенность	Цены на зерно, удобрения и логистика могут снизить эффект.	Сценарная финансовая модель, страхование рисков, ориентация на переработку и долгосрочные контракты.

Риск	Содержание	Мера управления
Экологические риски	Интенсификация без контроля может ухудшить почвы и водный баланс.	DNSH/ESG-проверка, мониторинг soil health, водного следа и углеродного баланса.

11. ИТОГОВЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рассматривать зерновой АПК как единый технологический контур, где селекция, семеноводство, агротехнологии, хранение, переработка и сбыт взаимосвязаны и формируют общую цепочку добавленной стоимости. Такой подход позволит повысить эффективность не отдельных направлений, а всей системы в целом.

2. Целесообразно инициировать пилотную программу на 2027-2031 годы с фокусом на нескольких регионах и хозяйствах. В рамках пилотов может быть апробирован базовый технологический пакет с проведением сопоставимых контрольных испытаний и независимой оценкой результатов.

3. В качестве одного из ключевых элементов модернизации отрасли может быть сформирован национальный контур цифрового семеноводства, включающий ДНК-паспортизацию, цифровые паспорта партий, лабораторную сертификацию и систему прослеживаемости семян. Это создаст основу для ускоренной и более прозрачной сортосмены.

4. Представляется важным перевести DSSAT и другие модели поддержки решений из преимущественно исследовательского инструментария в формат прикладных сервисов, доступных для региональных органов, хозяйств и системы аграрного управления. Это позволит повысить качество прогнозирования и обоснованность управленческих решений.

5. Перспективным направлением является развитие сети фенотипирования и ускоренной селекции с интеграцией геномных данных, мультиомики, полевых наблюдений и климатических сценариев. Связка этих инструментов с требованиями переработки и рынка позволит повысить адаптивность новых сортов.

6. Для повышения устойчивости и экспортной ценности отрасли имеет смысл постепенно смещать акцент от преимущественно сырьевой модели к развитию линейки продукции глубокой переработки. В числе приоритетных направлений могут рассматриваться белковые концентраты, крахмал, глютен, кормовые ингредиенты, биохимические и функциональные продукты.

7. Эффективность пилотных инициатив и технологических решений рекомендуется оценивать комплексно – не только по урожайности, но и по качеству продукции, ресурсоэффективности, маржинальности, срокам окупаемости, а также экологическим и социальным эффектам. Такой подход обеспечит более объективную оценку долгосрочного воздействия.

8. Для устойчивой координации программы представляется важным определить единый центр ответственности и координационный механизм, способный обеспечить взаимодействие науки, бизнеса, регионов и государственных институтов в рамках общей стратегии развития отрасли.

Итоговое видение

Будущее зернового АПК Казахстана – это не просто больше зерна, а больше управляемой добавленной стоимости на гектар, тонну, единицу воды, единицу удобрения и единицу научно-технологической компетенции.

Приложение

ГЛОССАРИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Термин	Рабочее определение
DSSAT	Система моделирования агротехнологий и поддержки решений, позволяющая оценивать влияние погоды, почвы, сорта, сроков сева, воды и питания на урожайность.
CRISPR/Cas	Технология точного редактирования генома, применимая для ускоренного формирования нужных признаков растений при соблюдении требований биобезопасности и регулирования.
Precision breeding	Подход к селекции, при котором изменения в геноме или подбор признаков выполняются более точно и быстро, чем в классической селекции.
Pangenomics	Анализ полного генетического разнообразия культуры, а не только одного референсного генома.
HarMap/SNP-карты	Карты генетических различий, позволяющие идентифицировать сорта, отслеживать признаки и контролировать происхождение семян.
DNA Seed Passporting	ДНК-паспортизация сортов и семян для подтверждения происхождения, сортовой чистоты и защиты селекционных достижений.
Speed breeding	Ускоренное выращивание поколений растений в контролируемых условиях для сокращения селекционного цикла.
High-throughput phenotyping	Массовое цифровое измерение признаков растений с использованием камер, сенсоров, дронов, спектральных датчиков и анализа изображений.
CRNS	Космическое нейтронное зондирование, применимое для оценки влаги в почве на полевом масштабе.
Digital seed traceability	Цифровая прослеживаемость семян от исходного материала до фермера через реестры, лабораторные документы и маркировку партий.
Grain biorefinery	Комплексная переработка зерна с получением нескольких продуктов высокой добавленной стоимости.

Термин	Рабочее определение
Сухое фракционирование	Разделение компонентов зерна без интенсивного использования воды, включая механические и электростатические методы.
Regenerative agriculture	Система земледелия, ориентированная на восстановление почвенного здоровья, удержание влаги, биоразнообразие и устойчивость агроэкосистем.
TRL/MRL/SRL	Шкалы технологической, производственной и социальной готовности, позволяющие оценивать готовность решения к внедрению и масштабированию.

Примечание: документ является аналитической редакцией технологического дайджеста и предназначен для дальнейшего уточнения с использованием официальной статистики, отраслевых данных, результатов пилотов и независимой экспертной оценки.