80 жыл

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ПРЕЗИДЕНТІ ЖАНЫНДАҒЫ

ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ДАЙДЖЕСТ ФОРСАЙТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ:

Эндокринология (Сахарный диабет) 2027–2035

ОТ МОНИТОРИНГА – К ПРЕДИКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ ДИАБЕТОМ









- ИИ и прогнозирование
- Непрерывный мониторинг
- Автоматизированная инсулинотерапия
- Метаболическое здоровье

Алматы 2026

ПАСПОРТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДАЙДЖЕСТА

Параметр	Пояснение
Назначение документа	Систематизировать форсайт развития диабетологии Казахстана на 2027–2035 годы, определить приоритетные технологии, сценарии, пилотные проекты, KPI и механизмы клинической валидации и масштабирования.
Объект форсайта	Диабетология и управление метаболическим здоровьем: профилактика, раннее выявление, непрерывный мониторинг глюкозы, ИИ, автоматизированная инсулинотерапия, профилактика осложнений, цифровое наблюдение и персонализированная терапия.
Горизонт	2027–2035 годы с выделением этапов: 2027–2028 — запуск и стандартизация; 2029–2031 — валидация и масштабирование; 2032–2035 — предиктивная и precision diabetology.
Логика анализа	Вызовы и эпидемиологическая нагрузка → технологические разрывы → глобальные тренды → применимость для РК → портфель решений → пилоты → KPI → масштабирование.
Ключевая гипотеза	Интеграция CGM, ИИ, автоматизации терапии, реестров и цифровых платформ позволит перейти от периодического контроля к непрерывному управлению диабетом.
Ключевой вывод	Диабетология должна развиваться как единая технологическая экосистема управления метаболическим здоровьем, объединяющая мониторинг, прогнозирование, персонализированную терапию и профилактику осложнений.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Стратегический контекст и вызовы 4
2. Стратегическая развилка 5
3. Форсайт-контур 6
4. Целевая модель Казахстана: интегрированный технологический контур 7
5. Технологический портфель: ключевые направления 8
6. Матрица приоритизации и сценарии 9
7. Пилотный контур внедрения 2027–2031 10
8. Дорожная карта, KPI и управление внедрением 11



1 СТРАТЕГИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ И ВЫЗОВЫ



Помощь пациентам с сахарным диабетом в Казахстане переходит от эпизодического контроля уровня глюкозы к непрерывному, предиктивному и персонализированному управлению. Развитие цифровых технологий, непрерывного мониторинга, искусственного интеллекта и прецизионной медицины открывает новые возможности для раннего выявления рисков, точного прогнозирования и более эффективного ведения пациентов.

Одновременно растущая распространенность сахарного диабета, предиабета, ожирения и метаболических нарушений формирует стратегический вызов для системы здравоохранения Казахстана. Увеличивается число пациентов трудоспособного возраста, растут расходы на лечение осложнений, а также усиливается социально-экономическая нагрузка на общество.

Ключевой риск на горизонте 2027–2035 годов — сохранение преимущественно реактивной модели помощи, при которой диабет и его осложнения выявляются на поздних стадиях. Это ограничивает возможности своевременной профилактики, снижает качество жизни пациентов и увеличивает долгосрочные затраты системы здравоохранения.

Рост распространенности диабета и предиабета

Высокая нагрузка хронических осложнений

Необходимость непрерывного мониторинга

Запрос на технологическую независимость

1.2. СТРАТЕГИЧЕСКАЯ РАЗВИЛКА

К 2035 году Казахстан может сохранить реактивную модель помощи пациентам с сахарным диабетом или перейти к интегрированной экосистеме управления метаболическим здоровьем, основанной на раннем выявлении, непрерывном мониторинге, искусственном интеллекте и персонализированном подходе.

Текущая модель
(реактивная)

Периодический контроль
Разовые измерения и эпизодические визиты

Позднее выявление
Осложнения часто выявляются после формирования нарушений

Стандартная коррекция
Универсальные алгоритмы без глубокой персонализации

Лечение осложнений
Высокая нагрузка нефропатии, ретинопатии, нейропатии и ССЗ

Фрагментация данных
Мониторинг, терапия и исходы слабо интегрированы

Целевая модель
(предиктивная и персонализированная)

Оценка риска
Раннее выявление факторов риска на основе данных, биомаркеров и ИИ-моделей

CGM и цифровой мониторинг
Непрерывный контроль глюкозы и ключевых метаболических параметров

ИИ и клиническая поддержка решений
Персонализированные рекомендации по диагностике, терапии и образу жизни

Автоматизированная инсулинотерапия
Системы «искусственная поджелудочная железа» с адаптивным управлением

Профилактика осложнений
Индивидуальные стратегии снижения рисков нефропатии, ретинопатии, нейропатии и ССЗ

Непрерывное наблюдение и улучшенные исходы
Интеграция данных, проактивное управление и повышение качества и продолжительности жизни



1. СТРАТЕГИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ И ВЫЗОВЫ



Сахарный диабет перестает быть заболеванием, требующим преимущественно периодического контроля глюкозы и коррекции уже сформировавшихся нарушений. Ведущие системы здравоохранения переходят к «непрерывному управлению диабетом», объединяющему раннее выявление метаболических нарушений, непрерывный мониторинг глюкозы, искусственный интеллект, автоматизированную инсулинотерапию, геномные и мультиомные исследования, персонализированную фармакотерапию и профилактику осложнений.

Для Казахстана этот переход имеет стратегическое значение. Рост распространенности диабета, предиабета, ожирения и метаболических нарушений, а также высокая нагрузка хронических осложнений формируют долгосрочный вызов для здравоохранения. При этом мониторинг глюкозы, цифровые данные, научные исследования, фармакотерапия и технологии автоматизированного управления диабетом пока развиваются преимущественно как отдельные направления, что усиливает потребность в собственной научно-технологической базе.

Главный риск 2027–2035 годов — сохранение реактивной модели диабетологической помощи, при которой заболевание и осложнения выявляются после формирования выраженных нарушений. Особое значение имеют диабетическая нефропатия, ретинопатия, нейропатия и сердечно-сосудистые заболевания, способные длительно протекать бессимптомно. Одновременно возрастает значение технологической независимости в области систем мониторинга глюкозы, инсулиновых помп, автоматизированной подачи инсулина, лекарственных препаратов, цифровых платформ и ИИ.

Главная возможность – формирование «национальной технологической экосистемы диабетологии», объединяющей клиническую и трансляционную науку, цифровые медицинские данные, непрерывный мониторинг, ИИ, автоматизированную доставку инсулина, геномные и метаболомные исследования, фармацевтические технологии и профилактику осложнений. Это позволит перейти от периодического контроля к непрерывному мониторингу, от коррекции гипергликемии — к прогнозированию риска, от лечения осложнений — к их раннему выявлению и предотвращению, от универсальных алгоритмов — к персонализированной терапии.

Ключевой технологический сдвиг 2027–2035 годов — переход к предиктивной и автоматизированной диабетологии, где данные мониторинга, клинические и поведенческие показатели и алгоритмы ИИ используются для адаптации терапии и прогнозирования осложнений. Цель – не только достижение целевых показателей глюкозы, но и создание непрерывной системы управления здоровьем человека с диабетом на протяжении всей жизни.

1.1. Системные ограничения текущей модели

№	Основное ограничение	Почему это критично
1	Разрыв между научными исследованиями и клинической практикой	Результаты исследований недостаточно быстро трансформируются в клинические рекомендации, диагностические и терапевтические алгоритмы, цифровые решения и новые технологии управления диабетом.
2	Недостаточное развитие предиктивной и профилактической диабетологии	Система преимущественно реагирует на уже сформировавшийся диабет и его осложнения. Возможности прогнозирования риска СД 2 типа, раннего выявления нарушений углеводного обмена и предупреждения осложнений используются недостаточно, особенно на уровне ПМСП.

№	Основное ограничение	Почему это критично
3	Фрагментация и недостаток национальных данных	Данные о глюкозе, HbA1c, CGM, терапии, осложнениях, сопутствующих заболеваниях и исходах недостаточно интегрированы. Ограниченность регистров, real-world data и биобанков снижает возможности исследований, персонализации и разработки ИИ.
4	Ограниченное внедрение непрерывного мониторинга и автоматизированной терапии	CGM, инсулиновые помпы и системы автоматизированной подачи инсулина формируют основу технологической диабетологии, однако их доступность, использование и интеграция в клинические маршруты остаются ограниченными.
5	Недостаточное использование искусственного интеллекта и цифровых технологий	ИИ и цифровые платформы могут использовать данные пациента для прогнозирования гипо-/гипергликемии, осложнений и поддержки клинических решений, но требуют качественных национальных данных, локальной валидации и подготовленных специалистов.
6	Неравномерная доступность современных технологий	Высокотехнологичная диабетологическая помощь, CGM, помповая терапия, специализированная диагностика и цифровые решения доступны неравномерно и преимущественно сосредоточены в крупных медицинских центрах.
7	Зависимость от зарубежных технологий и лекарственных решений	Значительная часть CGM, инсулиновых помп, AID-систем, диагностических платформ, программного обеспечения и ряда специализированных лекарственных технологий основана на зарубежных разработках, что создает риски технологической и логистической зависимости.
8	Недостаточная интеграция диабета с кардио-ренальными, офтальмологическими и метаболическими направлениями	Диабет требует одновременного управления сердечно-сосудистым, почечным, офтальмологическим и метаболическим риском, однако данные и маршруты помощи часто остаются разделенными между специальностями.
9	Ограниченное развитие персонализированной медицины	Генетические, метаболические, иммунологические, клинические и поведенческие характеристики пациента недостаточно используются для прогнозирования течения заболевания, выбора терапии и оценки индивидуального риска осложнений.
10	Дефицит кадров и клинических площадок для внедрения инноваций	Развитие диабетологии нового поколения требует центров, объединяющих эндокринологию, лабораторную диагностику, цифровые технологии, ИИ, геномику и биоинформатику, а также специалистов на стыке медицины и технологий.

1.2. Стратегическая развилка

К 2035 году Казахстан может либо сохранить реактивную модель диабетологической помощи, ориентированную на лечение сформировавшегося диабета и его осложнений, либо перейти к интегрированной экосистеме управления метаболическим здоровьем.

В новой модели диабетология объединит непрерывный мониторинг глюкозы, искусственный интеллект, автоматизированную доставку инсулина, цифровые медицинские данные, геномные и метаболомные исследования, дистанционный мониторинг и персонализированную фармакотерапию.

Такой переход позволит сместить фокус от лечения осложнений к прогнозированию и снижению индивидуального риска, от периодического контроля - к непрерывному мониторингу, от универсальных алгоритмов - к персонализированному управлению терапией. Одновременно он создаст основу для развития отечественных цифровых, диагностических и биомедицинских технологий и снижения технологической зависимости.

К 2035 году диабетология может стать одним из ключевых направлений предиктивной, профилактической и персонализированной медицины Казахстана, способствуя снижению осложнений, повышению эффективности лечения и качества медицинской помощи.

Ключевой технологический сдвиг - переход от периодического контроля заболевания к непрерывному цифровому управлению метаболическим здоровьем человека.

Ключевыми направлениями формирования такой экосистемы являются:

№	Технологическое направление	Применение в Республике Казахстан / перспектива
1	Искусственный интеллект и предиктивная диабетология — алгоритмы ИИ для анализа клинических данных и CGM, прогнозирования гипо-/гипергликемии, риска развития СД 2 типа и осложнений, поддержки клинических решений.	Отдельные цифровые технологии применяются; создание национальных моделей ИИ требует стандартизированных данных и клинической валидации на популяции Казахстана.

2 ФОРСАЙТ-КОНТУР



Будущее диабетологии — это **непрерывная, предиктивная и персонализированная экосистема, объединяющая мониторинг, данные, прогнозирование, клинические решения, автоматизацию терапии и профилактику осложнений.** Интеграция носимых устройств, цифровых платформ, искусственного интеллекта и систем поддержки принятия решений позволит своевременно выявлять риски, индивидуализировать лечение, предотвращать осложнения и обеспечивать управление метаболическим здоровьем на уровне населения, формируя новую модель устойчивой и доступной помощи пациентам с сахарным диабетом в Казахстане.



Логика для диабетологии:



2. ФОРСАЙТ-КОНТУР



Диабетология будущего переходит от периодического контроля уже сформировавшегося заболевания к непрерывному, предиктивному и персонализированному управлению метаболическим здоровьем. Конкурентоспособность систем здравоохранения будет определяться способностью интегрировать непрерывный мониторинг глюкозы, искусственный интеллект, автоматизированную инсулинотерапию, цифровые медицинские данные, молекулярные технологии и профилактику осложнений в единую клиническую экосистему.

Глобальный тренд	Смысл для диабетологии
Predictive diabetology [1,2]	Диабетология смещается от диагностики и лечения уже сформировавшегося заболевания к прогнозированию риска развития СД 2 типа, прогрессирования заболевания, гипогликемии и хронических осложнений на основе клинических, лабораторных, поведенческих и цифровых данных.
Continuous glucose monitoring — CGM [3]	Непрерывный мониторинг глюкозы заменяет фрагментарную оценку гликемии динамическим наблюдением. Анализ time in range, time below range, time above range и вариабельности глюкозы позволяет оценивать метаболическое состояние пациента в реальном времени.
AI-powered diabetes management [4]	Искусственный интеллект используется для анализа данных CGM и других клинических параметров, прогнозирования гипо- и гипергликемии, оценки рисков и поддержки принятия врачебных решений. Следующий этап — интеграция ИИ в индивидуальные алгоритмы управления заболеванием.
Automated insulin delivery and closed-loop systems [5]	Системы автоматизированной подачи инсулина объединяют CGM, алгоритм управления и инсулиновую помпу, обеспечивая автоматическую адаптацию подачи инсулина. Это один из наиболее значимых технологических переходов от самостоятельного контроля пациента к частично автоматизированному управлению терапией.
Digital diabetes and remote monitoring [6]	Электронные медицинские записи, мобильные приложения, дистанционный анализ CGM, телемедицина и цифровое обучение пациента формируют модель непрерывного наблюдения, выходящую за пределы периодического визита к эндокринологу.
Diabetes data ecosystems and real-world evidence [7]	Интеграция данных CGM, лабораторных исследований, лекарственной терапии, осложнений, госпитализаций и долгосрочных исходов создает основу для национальных регистров, real-world evidence, оценки эффективности технологий и разработки локальных алгоритмов ИИ.
Precision diabetology and multi-omics [8]	Геномика, эпигеномика, протеомика, метаболомика и другие молекулярные технологии используются для изучения гетерогенности диабета, поиска биомаркеров, стратификации риска и персонализации выбора терапии.

3 ЦЕЛЕВАЯ МОДЕЛЬ КАЗАХСТАНА: ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТУР

Пациент с сахарным диабетом находится в центре единой, интегрированной и основанной на данных экосистемы метаболического здоровья, объединяющей профилактику, раннюю диагностику, персонализированное лечение и непрерывный мониторинг. Все направления взаимосвязаны и работают как единый контур, обеспечивая преемственность, персонализацию и повышение эффективности здравоохранения.



Сквозная связность

Единые данные и непрерывный контур помощи

Доказательность и клиническая валидация

Решения, основанные на данных и реальной клинической практике

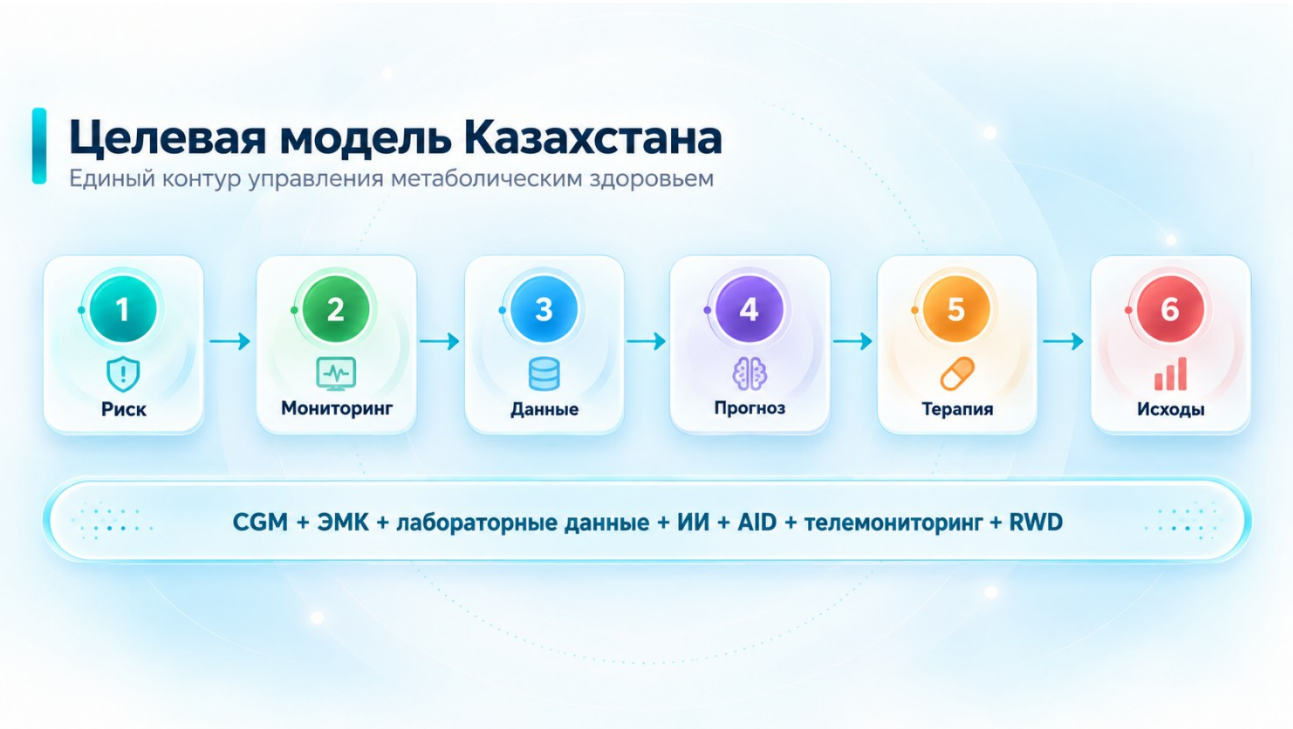
Открытая архитектура данных

Интероперабельность и масштабируемость

Экономика результата

Повышение эффективности и устойчивость системы

3. ЦЕЛЕВАЯ МОДЕЛЬ КАЗАХСТАНА: ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТУР



Целевая модель диабетологии в Казахстане должна формироваться как сквозной интегрированный контур управления метаболическим здоровьем, объединяющий профилактику, раннее выявление, непрерывный мониторинг, прогнозирование, лечение и долгосрочное наблюдение пациента. В такой модели диабетологическая помощь перестает быть совокупностью периодических визитов и измерений глюкозы и превращается в непрерывную систему управления рисками и исходами заболевания.

Профилактика и оценка индивидуального риска должны основываться на клинических, лабораторных, поведенческих, антропометрических и, по мере клинической валидизации, молекулярных данных. Это позволит раньше выявлять лиц с высоким риском сахарного диабета 2 типа и формировать персонализированные программы профилактики.

Диагностика и мониторинг объединяются в единый цифровой профиль пациента, включающий HbA1c, данные непрерывного мониторинга глюкозы (CGM), терапию, массу тела, сопутствующие заболевания и показатели риска осложнений. На основе этих данных системы аналитики и искусственного интеллекта могут поддерживать прогнозирование гипо- и гипергликемии, прогрессирования заболевания и осложнений.

Лечение развивается в сторону персонализированной и автоматизированной терапии. Интеграция CGM, алгоритмов управления и инсулиновых помп создает основу для систем автоматизированной подачи инсулина, а клинические и метаболические характеристики пациента — для индивидуального выбора лекарственной терапии.

При хроническом течении формируется непрерывное цифровое сопровождение, объединяющее дистанционный мониторинг, телемедицину и автоматизированную оценку рисков. Параллельно развиваются цифровой скрининг и профилактика ретинопатии, нефропатии, нейропатии и сердечно-сосудистых осложнений.

Национальные регистры, real-world data и биобанки обеспечивают связь клинической практики с исследованиями, разработкой прогнозных моделей и отечественных технологий.

Таким образом, модель 2035 года: риск → мониторинг → данные → прогнозирование → персонализация → автоматизация → профилактика осложнений → непрерывное наблюдение.

3.1. Принципы целевой модели

Принцип	Практическое значение
Сквозная связность	Профилактика, оценка риска, диагностика, непрерывный мониторинг, лечение, профилактика осложнений и долгосрочное наблюдение должны быть объединены едиными клиническими данными, маршрутами пациента и целевыми показателями метаболического здоровья.
Пилотирование перед масштабированием	Новые технологии — CGM, ИИ, автоматизированная инсулинотерапия, цифровые платформы, молекулярные тесты и дистанционный мониторинг — должны проходить апробацию на клинических площадках с оценкой эффективности, безопасности и экономической целесообразности.

Принцип	Практическое значение
Клинико-эпидемиологический заказ системы здравоохранения	Развитие технологий должно определяться реальными потребностями: распространенностью сахарного диабета, ростом факторов риска, частотой осложнений, сердечно-сосудистыми и почечными коморбидными состояниями и необходимостью раннего выявления заболевания.
Технологическая дисциплина ведения пациента	Эффект определяется не наличием устройств и цифровых решений, а соблюдением клинических протоколов, стандартов мониторинга, алгоритмов лечения, правил интерпретации данных CGM и регламентов динамического наблюдения.
Открытая архитектура медицинских данных	Цифровая инфраструктура должна обеспечивать интеграцию электронной медицинской документации, лабораторных показателей, данных CGM, инсулиновых помп, лекарственной терапии, осложнений, госпитализаций и дистанционного мониторинга в единый цифровой профиль пациента.
Доказательность и клиническая валидизация	Внедрение ИИ, цифровых устройств, биомаркеров, мультиомных технологий и новых систем доставки лекарственных препаратов должно основываться на доказанной аналитической и клинической валидности, безопасности и влиянии на клинические исходы.
Экономика результата и жизненного цикла заболевания	Эффективность должна оцениваться не количеством измерений, консультаций или установленных устройств, а улучшением контроля заболевания, снижением частоты осложнений и госпитализаций, повышением качества жизни и рациональным использованием ресурсов.
Научно-клиническая обратная связь	Данные клинической практики, национальных регистров и биобанков должны использоваться для изучения факторов риска, разработки прогнозных моделей, оценки технологий, персонализации лечения и совершенствования клинических протоколов.
Кадровая готовность	Внедрение современных технологий требует подготовки специалистов, способных работать с CGM, автоматизированными системами доставки инсулина, цифровыми платформами, ИИ-инструментами, молекулярными исследованиями и анализом медицинских данных.
Технологическая независимость и совместимость	Развитие отечественных компетенций в области сенсоров, цифровых платформ, ИИ, диагностических решений и технологий доставки лекарственных препаратов должно сочетаться с международными стандартами, интероперабельностью и совместимостью национальной инфраструктуры.

3.2. Целевые эффекты

На этапе пилотирования в диабетологии количественные эффекты должны рассматриваться как проверяемые целевые диапазоны, а не как заранее гарантированные результаты. Оценка эффективности CGM, систем автоматизированной подачи инсулина, ИИ, цифрового мониторинга, персонализированной терапии и новых диагностических технологий требует сравнения с базовой моделью оказания помощи и, при возможности, с контрольными группами.

Для корректной оценки необходимо фиксировать исходные значения HbA1c, показателей CGM, частоты гипогликемии и гипергликемии, массы тела, артериального давления, частоты острых и хронических осложнений, госпитализаций и обращений за неотложной помощью.

Особое значение имеют показатели Time in Range (TIR), Time Below Range (TBR), Time Above Range (TAR) и вариабельности глюкозы, позволяющие оценивать не только средний уровень гликемии, но и качество ее контроля. Для пациентов с хроническим заболеванием дополнительно оцениваются прогрессирование диабетической ретинопатии, нефропатии, нейропатии и сердечно-сосудистых осложнений.

При внедрении ИИ и автоматизированных систем необходимо оценивать чувствительность, специфичность, точность прогнозирования гипо- и гипергликемии, влияние технологии на клинические решения и безопасность.

Дополнительно учитываются доступность технологий, нагрузка на персонал, стоимость лечения, потребность в оборудовании и обучении, приверженность пациентов и экономическая эффективность.

Таким образом, целевые эффекты должны выражаться как измеряемые изменения относительно базовой модели, подтвержденные клиническими данными, контролируемым внедрением и последующим наблюдением.

Эффект	Как должен измеряться
Снижение заболеваемости и осложнений сахарного диабета	Динамика заболеваемости, госпитализаций и осложнений; сравнение пилотных и контрольных групп с учетом возраста, пола, типа диабета и исходного риска.
Улучшение гликемического контроля	Изменение HbA1c, TIR, TBR, TAR и вариабельности глюкозы до и после внедрения технологии.
Снижение частоты гипогликемии	Количество эпизодов гипогликемии, тяжелых гипогликемий и обращений за неотложной помощью; данные CGM и медицинской документации.

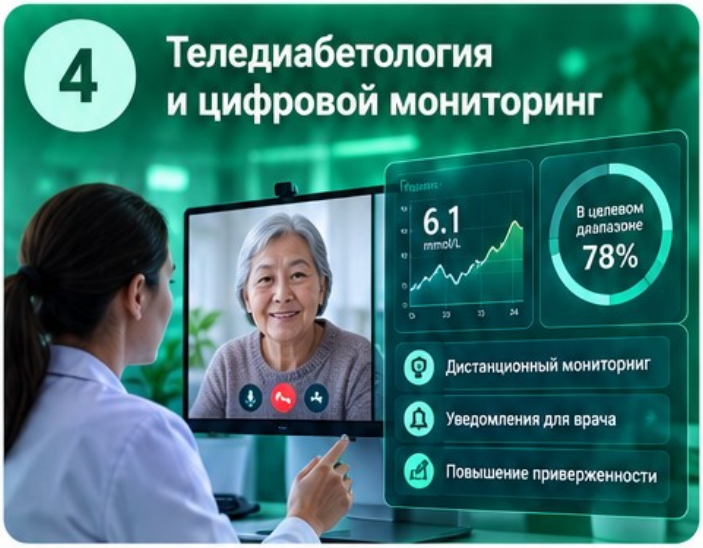
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТФЕЛЬ: КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Шесть ключевых технологических направлений, формирующих будущее диабетолрогиц в Казахстане.









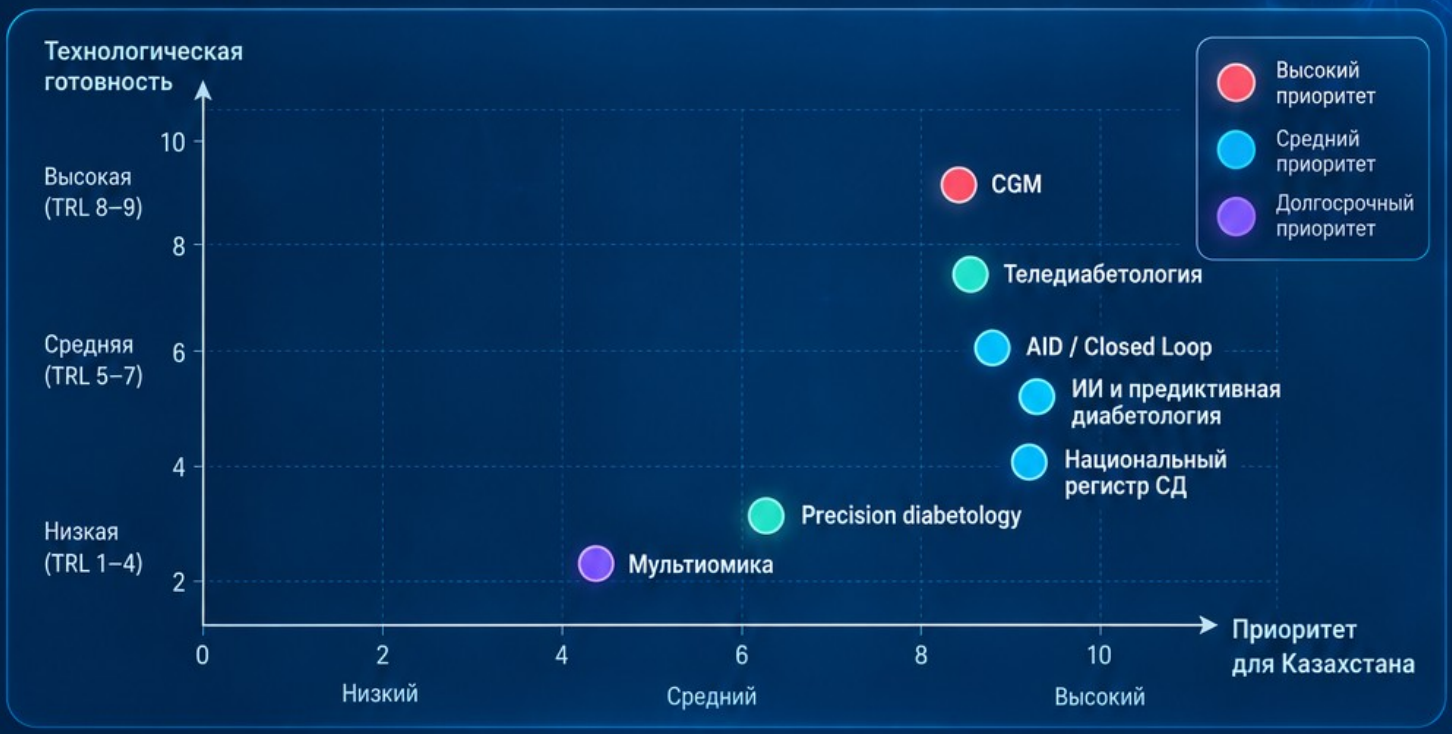




4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТФЕЛЬ: КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

№	Технология	Решаемая проблема	Технологическая суть	Что необходимо сделать в Казахстане
4.1	Continuous Glucose Monitoring (CGM)	Фрагментарный контроль гликемии и позднее выявление гипо- и гипергликемии	Сенсоры обеспечивают непрерывное измерение глюкозы и расчет TIR, TBR, TAR и вариабельности глюкозы	Оценить доступность CGM; стандартизировать показания и использование; подготовить специалистов; интегрировать данные CGM в цифровой профиль пациента
4.2	Automated Insulin Delivery & Closed-Loop Systems	Необходимость постоянной ручной коррекции инсулинотерапии	Интеграция CGM, алгоритма управления и инсулиновой помпы позволяет автоматически адаптировать подачу инсулина	Определить клинические показания; создать пилотные центры; подготовить специалистов; стандартизировать наблюдение и оценку результатов
4.3	AI-powered diabetes management	Ограниченные возможности прогнозирования неблагоприятных изменений гликемии и осложнений	ИИ анализирует CGM и клинические данные для прогнозирования гипо-/гипергликемии, оценки риска и поддержки врачебных решений	Создать национальные датасеты; разработать и валидировать модели; обеспечить интеграцию ИИ в медицинские информационные системы
4.4	Predictive & Precision Diabetology	Позднее выявление риска и недостаточная индивидуализация лечения	Интеграция клинических, лабораторных, поведенческих и, при наличии доказательств, молекулярных данных для стратификации риска и выбора терапии	Сформировать национальные когорты; разработать модели риска; определить клинически значимые предикторы; провести проспективную валидацию
4.5	Digital Diabetes & Remote Monitoring	Фрагментарное наблюдение между очными визитами	Мобильные приложения, телемедицина, дистанционный мониторинг CGM и цифровое обучение обеспечивают непрерывное сопровождение	Разработать клинические модели цифрового наблюдения; определить триггеры реагирования; интегрировать сервисы с ЭМК
4.6	Diabetes Data Ecosystem & Real-World Evidence	Фрагментация данных о заболевании, терапии и исходах	Объединение лабораторных показателей, CGM, терапии, осложнений, госпитализаций и долгосрочных исходов создает среду для аналитики и RWE	Сформировать национальную архитектуру данных; стандартизировать форматы; обеспечить интероперабельность и регламентированный доступ
4.7	National Diabetes Registries & Biobanks	Недостаток долгосрочных национальных данных для исследований и прогнозирования	Регистры обеспечивают динамическое наблюдение пациентов; биобанки позволяют связывать клинические фенотипы с биологическими образцами	Развивать регистры СД 1 и 2 типов и осложнений; стандартизировать биобанкинг; связать образцы с клиническими данными
4.8	Digital Screening & Complication Prediction	Позднее выявление диабетической ретинопатии, нефропатии, нейропатии и сердечно-сосудистых осложнений	Цифровой скрининг и прогнозные модели позволяют выявлять ранние изменения и стратифицировать риск осложнений	Интегрировать скрининг в ПМСП; внедрять валидированные цифровые решения; определить маршруты реагирования на выявленный риск
4.9	Biomarkers, Genomics & Multi-omics	Ограниченные возможности молекулярной стратификации диабета и прогнозирования ответа на терапию	Геномика, протеомика, метаболомика и другие технологии используются для поиска биомаркеров и изучения гетерогенности заболевания	Определить национальные приоритеты; развивать лабораторную и биоинформатическую инфраструктуру; создавать биобанки; валидировать перспективные биомаркеры
4.10	Precision Pharmacotherapy	Различия в эффективности и переносимости терапии у пациентов	Сочетание клинических характеристик, метаболических показателей и, для отдельных задач, молекулярных и фармакогенетических данных для выбора лечения	Определить направления для пилотирования; внедрять валидированные биомаркеры; развивать RWE; оценивать клиническую и экономическую эффективность
4.11	Digital Metabolic Health & Personalized Prevention	Высокий риск развития СД 2 типа и недостаточная эффективность универсальных профилактических подходов	Цифровой мониторинг питания, физической активности, массы тела, сна и других факторов риска формирует персонализированные программы профилактики	Создать цифровые программы профилактики; определить группы высокого риска; интегрировать мониторинг с ПМСП; оценивать долгосрочные результаты
4.12	Next-Generation	Технологическая и	Новые сенсоры, устройства	Определить приоритетные

5. МАТРИЦА ПРИОРИТИЗАЦИИ И СЦЕНАРИИ



Инерционный сценарий

СОХРАНЕНИЕ ТЕКУЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ



Фрагментарное внедрение технологий
Точечные инициативы без системной интеграции.

Умеренное улучшение показателей
Постепенное снижение рисков и осложнений.

Сохранение региональных различий
Неравный доступ к инновациям между регионами.

Целевой сценарий

ПОСТУПАТЕЛЬНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ



Расширение применения CGM
Рост доступности и вовлеченности пациентов в самоконтроль.

Внедрение валидированных решений ИИ
Поддержка клинических решений на основе данных.

Пилоты и интегрированная экосистема данных
Связь клинических, реестровых и носимых данных.

Форсированный сценарий

МАСШТАБНОЕ ВНЕДРЕНИЕ И ЛИДЕРСТВО



Широкое внедрение CGM и AID
Переход к замкнутым системам и персонализированной терапии.

Национальные регистры и единая цифровая платформа
Полная интеграция данных для мониторинга и управления.

Предиктивная и прецизионная диабетология
Использование ИИ, мультиомики и больших данных для ранней профилактики и персонализированных вмешательств.

5. МАТРИЦА ПРИОРИТИЗАЦИИ И ЗРЕЛОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

Для принятия управленческих решений технологии в диабетологии целесообразно оценивать по двум параметрам: стратегический клинический эффект и готовность к внедрению в системе здравоохранения Казахстана. Это позволяет определять приоритеты не по технологической новизне, а по влиянию на раннее выявление диабета, контроль гликемии, профилактику осложнений, качество жизни и нагрузку на систему здравоохранения.

Стратегический клинический эффект включает влияние на диагностику, прогнозирование, эффективность лечения и профилактику осложнений. Готовность к внедрению определяется технологической зрелостью, клинической доказательностью, инфраструктурой, кадрами, цифровой совместимостью, регуляторными требованиями, экономической эффективностью и возможностью масштабирования.

Технологии с высоким эффектом и высокой готовностью могут рассматриваться для масштабирования. Решения с высоким потенциалом, но низкой готовностью — развиваться через пилоты, подготовку кадров, создание инфраструктуры и накопление доказательств. Технологическая новизна сама по себе не должна определять приоритет.

Отдельную категорию составляют исследовательские технологии - мультиомика, новые биомаркеры, фармакогеномика, перспективные биосенсоры и цифровые двойники. До широкого внедрения они требуют подтверждения эффективности, безопасности, валидности и экономической целесообразности.

Матрица является ориентировочной и требует верификации с учетом состояния диабетологической службы Казахстана, оснащенности, цифровизации, кадрового потенциала, доступности современных технологий, регуляторной среды и клинического спроса.

Ключевой принцип: приоритет определяется сочетанием клинического эффекта, доказанности, готовности и возможности масштабирования в условиях Казахстана.

№	Технологическое направление	Стратегический эффект	Готовность РК	Горизонт	Ключевой барьер
1	Непрерывный мониторинг глюкозы (CGM)	Высокий	Средняя/ высокая	2027–2030	Стоимость, доступность, обучение, интеграция данных
2	Автоматизированная инсулинотерапия (AID/Closed Loop)	Высокий	Средняя	2027–2032	Стоимость устройств, кадры, стандартизация
3	ИИ и предиктивная диабетология	Высокий	Средняя	2027–2031	Национальные датасеты, валидация, интеграция с ЭМК
4	Теледиабетология и цифровый мониторинг	Высокий	Средняя/ высокая	2027–2031	Интеграция с ЭМК, система реагирования
5	ИИ-скрининг и прогнозирование осложнений	Высокий	Средняя	2028–2032	Валидированные алгоритмы, качество данных
6	Национальный регистр СД и real-world evidence	Высокий	Средняя	2027–2030	Полнота, стандартизация и интеграция данных
7	Единая цифровая экосистема диабетологии	Высокий	Средняя	2028–2033	Интероперабельность, управление данными, кибербезопасность
8	Персонализированная фармакотерапия	Высокий	Средняя	2028–2032	Доказательная база, стоимость тестирования, алгоритмы
9	Геномика, мультиомика и биомаркеры	Высокий	Низкая/ средняя	2029–2034	Когорты, биобанки, биоинформатика, валидация
10	Цифровая профилактика СД 2 типа и управление образом жизни	Высокий	Средняя/ высокая	2027–2031	Приверженность, длительное наблюдение, интеграция с ПМСП
11	Биосенсоры и неинвазивный мониторинг	Потенциально высокий	Низкая/ средняя	2030–2035	Точность, стоимость, регуляторика
12	Технологии следующего поколения: Digital Twin и отечественные решения	Потенциально высокий	Низкая	2030–2035	Продольные данные, R&D, производство, клиническая валидация

Логика технологической трансформации



Технологическая трансформация диабетологии к 2035 году должна формироваться как замкнутый клинико-технологический контур, в котором непрерывные данные о состоянии пациента становятся основой прогнозирования, автоматизации и персонализации лечения:

CGM → цифровые данные → ИИ-анализ → прогнозирование → clinical decision support → closed-loop → цифровой двойник → precision diabetology → оценка исходов → новые данные.

CGM становится базовым источником динамических данных о гликемии, включая время в целевом диапазоне, гипо- и гипергликемию и вариабельность глюкозы. Искусственный интеллект преобразует эти массивы в прогноз индивидуальных рисков и рекомендации по коррекции терапии. Следующий этап – closed-loop, объединяющий CGM, алгоритмы управления и системы доставки инсулина для частичной или полной автоматизации принятия терапевтических решений.

По мере накопления продольных клинических, метаболических, поведенческих и цифровых данных формируется цифровой двойник пациента - динамическая вычислительная модель, позволяющая моделировать индивидуальную реакцию на питание, физическую активность, лекарственную терапию и изменения гликемии. В перспективе это создает основу для precision diabetology, при которой выбор терапии и профилактических вмешательств определяется не только типом диабета, но и индивидуальным цифровым, клиническим и, по мере валидации, молекулярным профилем пациента.

Ключевым элементом становится обратная связь: данные CGM, результаты лечения, осложнения и исходы возвращаются в единую систему, совершенствуя прогнозные модели, алгоритмы ИИ и персонализированные стратегии лечения. Таким образом, диабетология переходит от модели «измерить → назначить → проконтролировать» к самообучающейся системе «измерить → спрогнозировать → смоделировать → автоматически адаптировать → персонализировать → оценить → обучить систему».

Для Казахстана данная модель должна развиваться поэтапно: 2027–2030 — масштабирование CGM и цифрового мониторинга; 2028–2032 — внедрение ИИ и closed-loop; 2030–2035 — развитие цифровых двойников и precision diabetology. Приоритет каждой технологии определяется клинической доказательностью, безопасностью, готовностью инфраструктуры и возможностью масштабирования.

Ключевой технологический сдвиг 2035 года: от непрерывного измерения глюкозы — к непрерывному прогнозированию и персонализированному управлению метаболическим здоровьем.

5.1. Быстрые победы и стратегические ставки

Группа	Содержание
Быстрые победы (2027–2028)	Масштабирование непрерывного мониторинга глюкозы (CGM) и дистанционного наблюдения пациентов; стандартизация цифрового профиля пациента с интеграцией HbA1c, CGM, терапии, массы тела и факторов риска; создание пилотных национальных регистров сахарного диабета 1 и 2 типа и его осложнений; внедрение цифровых платформ и теледиабетологии; пилоты ИИ для анализа данных CGM, прогнозирования гипо- и гипергликемии и поддержки клинических решений; формирование национальных наборов данных для разработки и валидации алгоритмов ИИ; подготовка кадров для работы с CGM и цифровыми технологиями.

Группа	Содержание
Среднесрочные ставки (2029–2031)	Масштабирование ИИ и предиктивной диабетологии; внедрение систем automated insulin delivery (AID) и closed-loop на специализированных клинических площадках; интеграция CGM, инсулиновых помп, лабораторных и клинических данных в единую цифровую платформу; развитие национальных регистров, real-world data и биобанков; внедрение цифрового скрининга диабетических осложнений; развитие персонализированной фармакотерапии и цифровой профилактики сахарного диабета 2 типа; формирование центров предиктивной и технологической диабетологии.
Долгосрочные ставки (2032–2035)	Формирование предиктивной и precision diabetology на основе ИИ, больших данных и мультиомики; создание национальной платформы непрерывного управления метаболическим здоровьем; интеграция клинических, CGM, геномных, протеомных и метаболомных данных; разработка и клиническая валидация цифровых двойников пациентов для моделирования индивидуального течения заболевания и ответа на терапию; развитие next-generation biosensors и интеллектуальных систем доставки лекарств; переход к высокоавтоматизированным стратегиям управления диабетом; формирование отечественных технологий мониторинга, ИИ и доставки терапии с потенциалом масштабирования и экспорта.

Логика горизонта 2035:

2027–2028: измеряем → 2029–2031: прогнозируем и автоматизируем → 2032–2035: моделируем и персонализируем.

6. СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ДО 2035 ГОДА



Сценарный анализ показывает, что технологический и клинический эффект в диабетологии зависит не только от финансирования и доступности современных технологий, но и от способности сформировать единый контур управления метаболическим здоровьем, объединяющий профилактику, оценку риска, раннее выявление, непрерывный мониторинг, лечение и долгосрочное наблюдение.

Ключевое значение имеет переход от фрагментированной модели к интегрированной системе, в которой данные CGM, лабораторных исследований, терапии, осложнений, клинических регистров и цифрового мониторинга формируют единый информационный контур. Это создает основу для развития ИИ, предиктивной диабетологии, автоматизированной инсулинотерапии и в перспективе — цифровых двойников и precision diabetology.

Ниже представлены три сценария развития диабетологии на 2027–2035 годы, которые могут использоваться как основа для форсайт-сессий с участием органов здравоохранения, научных организаций, медицинских университетов, клинических центров, цифровых платформ, технологических компаний и регуляторов.

Сценарий	Содержание	Последствия
Инерционный	Сохранение преимущественно реактивной модели диабетологической помощи; ограниченное применение CGM, теледиабетологии и цифрового мониторинга; фрагментарное внедрение ИИ и автоматизированных систем доставки инсулина; слабая интеграция клинических, лабораторных и цифровых данных; ограниченное развитие национальных регистров и исследований персонализированной диабетологии.	Сохранение высокой нагрузки сахарного диабета и его осложнений; позднее выявление части пациентов с нарушениями углеводного обмена; высокая частота осложнений и госпитализаций; ограниченные возможности прогнозирования и персонализации терапии; сохранение зависимости от зарубежных технологий.
Догоняющая цифровизация	Внедрение отдельных цифровых решений — CGM, телемониторинга, электронных регистров и ИИ для анализа данных; развитие дистанционного наблюдения; расширение применения инсулиновых помп и элементов closed-loop; постепенная интеграция клинических и цифровых данных; пилотное использование биомаркеров и персонализированных подходов.	Улучшение отдельных процессов контроля диабета; повышение качества мониторинга гликемии и доступности специализированной помощи; снижение части эпизодов гипо- и гипергликемии и необоснованных обращений. При этом сохраняется фрагментарность данных и ограниченный системный эффект.



6–8. ПИЛОТНЫЙ КОНТУР, KPI И УПРАВЛЕНИЕ ВНЕДРЕНИЕМ

ПЛАН-ГРАФИК РЕАЛИЗАЦИИ ПИЛОТНОГО КОНТУРА 2027–2031

- **2027** — Подготовка инфраструктуры и стандартов данных
- **2028** — Запуск пилотов CGM, цифрового наблюдения и скрининга осложнений
- **2029** — Клиническая валидация ИИ и моделей риска
- **2030** — Пилоты AID / Closed Loop и оценка экономической эффективности
- **2031** — Масштабирование доказавших эффективность решений

МИНИМАЛЬНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАКЕТ ПИЛОТА

- **CGM** — Непрерывный мониторинг глюкозы
- **теледиабетология** — Удаленное наблюдение и поддержка пациентов
- **интеграция с ЭМК** — Обмен данными в реальном времени
- **скрининг осложнений** — ИИ-скрининг ретинопатии, нефропатии, нейропатии
- **риск-стратификация** — ИИ-модели и предиктивная аналитика
- **аналитика исходов** — Клинические, организационные и экономические метрики

ЦЕЛЕВЫЕ KPI ПИЛОТНОГО КОНТУРА

- **HbA1c** — Снижение уровня HbA1c и доля целевых значений
- **TIR / TBR / TAR** — Увеличение времени в целевом диапазоне и снижение гипо/гипергликемий
- **Частота гипогликемий** — Снижение тяжелых и клинически значимых эпизодов
- **Осложнения и госпитализации** — Снижение частоты осложнений и диабет-ассоциированных госпитализаций
- **Качество жизни** — Рост показателей PROs и удовлетворенности пациентов
- **Экономическая эффективность** — Стоимость на 1 пациента, QALY и бюджетный эффект

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЕМ



КЛЮЧЕВЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Сформировать единый национальный контур управления диабетом
2. Сфокусироваться на интегрированной модели управления метаболическим здоровьем
3. Развивать пилотные референс-центры с последующим масштабированием в регионы
4. Создать единую цифровую платформу и регистры обеспечить совместимость, качество данных и аналитику
5. Переходить к KPI-управлению и этапной трансформации 2027–2035 с регулярной оценкой эффективности

КЛЮЧЕВЫЕ РИСКИ

- стоимость и доступность технологий
- фрагментация данных
- дефицит кадров
- кибербезопасность
- зависимость от импортных решений

7. ПИЛОТНЫЙ КОНТУР ВНЕДРЕНИЯ 2027-2031



Пилотный контур в диабетологии должен быть организован как демонстрационная клинико-технологическая система в ограниченном числе, но функционально репрезентативных медицинских организаций, включающих национальные и региональные эндокринологические центры, многопрофильные стационары, поликлиники, диабетологические кабинеты и диагностические лаборатории.

Его задача — не просто апробировать отдельные технологии, а проверить работоспособность полного контура управления диабетом: от оценки индивидуального риска и раннего выявления до непрерывного мониторинга глюкозы, ИИ-прогнозирования, персонализированного лечения, автоматизированной инсулинотерапии, дистанционного наблюдения и оценки исходов.

В рамках пилотного контура целесообразно отработать применение CGM, ИИ для анализа и прогнозирования гликемии, CDSS, систем automated insulin delivery и closed-loop, цифрового мониторинга хронических пациентов, национальных регистров и real-world data, а также отдельных биомаркерных, геномных и мультиомных технологий. Для перспективных решений могут создаваться исследовательские проекты по разработке цифровых двойников пациентов.

Основными результатами пилотирования должны стать доказательство клинической и экономической эффективности технологий, оценка безопасности и качества, отработка маршрутизации пациентов и междисциплинарного взаимодействия, формирование стандартов данных и цифровой инфраструктуры, подготовка кадров и оценка готовности системы к масштабированию.

По итогам пилотирования технологии должны проходить последовательность «пилот – клиническая валидация – экономическая оценка – стандартизация – решение о масштабировании». Это позволит перейти от отдельных инновационных проектов к управляемому внедрению доказавших эффективность технологий и сформировать основу для перехода к предиктивной и precision diabetology к 2035 году.

7.1. Архитектура пилота

Элемент пилота	Содержание
Пилотные зоны	Ключевые регионы с различной распространенностью сахарного диабета, демографической нагрузкой и уровнем медицинской инфраструктуры: крупные городские эндокринологические и многопрофильные центры, региональные стационары и поликлиники, а также сельские медицинские кластеры с различным доступом к CGM, помповой терапии, лабораторной и специализированной помощи.
Пилотные когорты пациентов	Пациенты с сахарным диабетом 1 и 2 типа; пациенты с высоким риском развития диабета 2 типа; пациенты с недостаточным контролем гликемии и высоким риском гипо- и гипергликемии; пациенты с диабетическими осложнениями; стандартные клинические когорты для сравнения эффективности технологически усиленного ведения.
Пилотные медицинские организации	Национальные и региональные эндокринологические центры, многопрофильные стационары, поликлиники, диабетологические кабинеты и университетские клиники, располагающие возможностями цифрового учета, CGM, помповой терапии, лабораторной диагностики и внедрения современных клинических протоколов.
Научное сопровождение	Научные организации НАН РК, медицинские университеты, эндокринологические центры, лаборатории молекулярной диагностики и геномики, специалисты по ИИ, медицинским данным, биоинформатике и цифровому здравоохранению, а также независимые клинические и статистические экспертные группы.

Элемент пилота	Содержание
Цифровая платформа	Единый цифровой профиль пациента: электронная медицинская карта, HbA1c и лабораторные показатели, данные CGM, инсулиновых помп и других устройств, сведения о терапии, массе тела, осложнениях, дистанционном мониторинге и результатах ИИ-аналитики.
Промышленный и технологический партнер	Разработчики ИИ и CDSS, производители CGM, инсулиновых помп и систем AID/closed-loop, разработчики цифровых медицинских платформ, диагностических тестов, биомаркеров и решений для медицинских данных.
Контрольный дизайн	Сравнение стандартного и технологически усиленного ведения пациентов с использованием контрольных групп или квазиэкспериментального дизайна; оценка HbA1c, TIR/TBR/TAR, вариабельности глюкозы, частоты гипогликемии, осложнений, госпитализаций, качества жизни, приверженности и экономических результатов; независимая клиническая и статистическая верификация.
Набор данных и биоматериалов	Формирование стандартизированных наборов CGM, клинических, лабораторных и терапевтических данных; при наличии этического и регуляторного основания — сбор биоматериалов для биобанкинга и последующих геномных, протеомных и метаболомных исследований.
Показатели эффективности пилота	Улучшение гликемического контроля, увеличение TIR, снижение TBR/TAR и вариабельности глюкозы, снижение эпизодов тяжелой гипогликемии и госпитализаций, повышение эффективности CGM и AID, точность ИИ-прогнозирования, сокращение времени реакции на критические изменения гликемии, доступность помощи, удовлетворенность пациентов, стоимость и экономическая эффективность технологии.

7.2. Минимальный технологический пакет пилота

Непрерывный мониторинг глюкозы (CGM) для динамической оценки гликемии, включая TIR, TBR, TAR и вариабельность глюкозы, раннего выявления гипо- и гипергликемии и повышения качества контроля заболевания.

ИИ-анализ и прогнозирование гликемии на основе данных CGM, клинических, лабораторных, терапевтических и поведенческих факторов, включая прогнозирование гипо- и гипергликемии, риска осложнений и декомпенсации заболевания.

Автоматизированная инсулинотерапия (AID/closed-loop) с интеграцией CGM, алгоритмов управления и инсулиновых помп для автоматической адаптации подачи инсулина и снижения потребности в постоянной ручной коррекции терапии.

Цифровой мониторинг пациентов с сахарным диабетом (mHealth, дистанционная оценка гликемии, массы тела, терапии и patient-reported outcomes) с формированием автоматических сигналов о необходимости клинического вмешательства.

Интегрированный электронный профиль пациента с диабетом с объединением данных ЭМК, CGM, лабораторных исследований, терапии, устройств доставки инсулина, осложнений, сопутствующих заболеваний и результатов ИИ-аналитики.

CDSS — системы поддержки клинических решений для эндокринологов, врачей первичной помощи и других специалистов с использованием актуальных клинических рекомендаций, алгоритмов оценки риска, данных CGM и инструментов персонализации терапии.

Теледиабетология для пациентов высокого риска и пациентов с хроническим диабетом, включая дистанционные консультации, мониторинг гликемии, контроль терапии и межуровневое взаимодействие специалистов.

Цифровая маршрутизация пациентов между первичной медико-санитарной помощью, эндокринологическими кабинетами, специализированными центрами, стационарами и службами профилактики и лечения диабетических осложнений.

Стандартизированный цифровой журнал диабетологического наблюдения с фиксацией факторов риска, показателей гликемии, результатов CGM, диагнозов, терапии, осложнений, динамики заболевания и клинических исходов.

Национальные регистры и биобанкинг пациентов с сахарным диабетом 1 и 2 типа и его осложнениями с использованием обезличенных данных и биоматериалов для клинических исследований, валидации ИИ-моделей и разработки биомаркеров.

Пилотные проекты precision diabetology на основе клинических характеристик и валидированных биомаркеров; применение геномных, метаболомных и фармакогенетических подходов — только в клинически обоснованных направлениях после соответствующей валидации.

Цифровые двойники пациентов как перспективный инструмент моделирования индивидуальной динамики гликемии, ответа на терапию и различных сценариев вмешательства; внедрение в клиническую практику - после подтверждения клинической валидности и безопасности.

Экономическая оценка эффективности: изменение HbA1c и показателей CGM, TIR/TBR/TAR, частота гипогликемии и гипергликемии, осложнения, госпитализации и повторные обращения, время до достижения

целевых показателей, стоимость ведения пациента, затраты на лечение осложнений, качество жизни и экономическая эффективность внедрения технологии.

8. ДОРОЖНАЯ КАРТА И KPI

Дорожная карта развития диабетологии должна быть построена не как набор отдельных технологических проектов, а как последовательность этапов зрелости национальной системы управления диабетом и метаболическим здоровьем. Каждый следующий этап должен опираться на результаты предыдущего и сопровождаться измеримыми клиническими, технологическими, организационными и экономическими показателями.

Период	Этап	Ключевые действия	Итоговый продукт
2027	Проектирование и запуск пилотной архитектуры	Создание координационного механизма; выбор пилотных эндокринологических и многопрофильных центров; аудит клинических, лабораторных и цифровых данных; разработка стандарта цифрового профиля пациента; формирование базовых когорт пациентов с СД 1 и 2 типа; запуск пилотов CGM, цифрового мониторинга и CDSS.	Паспорт пилотной программы; реестр медицинских организаций-участников; стандарты данных; базовые клинические когорты; исходные показатели гликемического контроля и качества помощи.
2028	Анализ клинико-технологических пакетов	Пилотное внедрение ИИ-моделей прогнозирования гипо- и гипергликемии и осложнений; расширение применения CGM; дистанционный мониторинг; пилоты AID/closed-loop; формирование национальных наборов CGM и клинических данных; оценка влияния ИИ на клинические решения.	Отчет первого клинического цикла; сравнительная оценка стандартного и технологически усиленного ведения; перечень технологий с подтвержденной аналитической и клинической валидностью для дальнейшего масштабирования.
2029 – 2030	Масштабирование и стандартизация	Расширение CGM, ИИ и AID на регионы; интеграция данных ЭМК, CGM, лабораторных исследований, терапии и осложнений; развитие национальных регистров СД; внедрение цифрового скрининга осложнений; развитие real-world data; пилоты биобанкинга, биомаркеров и персонализированной фармакотерапии.	Национальные клинические и цифровые регламенты; стандартизированные регистры; доказательная база эффективности; экономическая оценка технологий; предложения по масштабированию.
2031	Институционализация и принятие системных решений	Сводная оценка пилотных технологий; формирование национальной цифровой платформы диабетологии; интеграция регистров с клиническими и лабораторными системами; внедрение единых маршрутов пациента; разработка механизмов финансирования доказавших эффективность технологий; подготовка нормативной базы для предиктивной и персонализированной диабетологии.	Решение о национальном масштабировании; модель финансирования; национальные KPI диабетологической помощи; единая цифровая архитектура; стандартизированная модель маршрутизации пациента.
2032 – 2035	Переход к предиктивной и precision diabetology	Развитие непрерывного управления метаболическим здоровьем; применение ИИ и больших данных для прогнозирования заболевания и осложнений; интеграция клинических, CGM, геномных, протеомных и метаболомных данных; развитие персонализированной фармакотерапии; разработка цифровы х двойников для отдельных клинических задач; развитие next-generation biosensors и интеллектуальных систем доставки терапии.	Национальная экосистема управления диабетом; функционирующая предиктивная модель помощи; персонализированные диагностические и лечебные маршруты; национальные научно-технологические платформы; отечественные цифровые, диагностические и терапевтические решения с потенциалом масштабирования.

8.1. KPI пилотного цикла

KPI	Что измеряется	Источник верификации
Снижение заболеваемости и смертности, связанных с сахарным диабетом	Динамика заболеваемости, смертности и тяжелых исходов сахарного диабета 1 и 2 типа; показатели в пилотных и сопоставимых группах с учетом возраста, пола и факторов риска.	Национальная статистика; медицинские информационные системы; регистры сахарного диабета; независимый клинический аудит
Улучшение гликемического контроля	Динамика HbA1c, TIR (Time in Range), TBR, TAR, вариабельности глюкозы; доля пациентов, достигших индивидуальных целевых показателей.	ЭМК; лабораторные информационные системы; данные CGM; регистры диабета
Снижение частоты гипогликемии и гипергликемии	Частота эпизодов гипогликемии, тяжелой гипогликемии и клинически значимой гипергликемии; экстренные обращения и госпитализации.	Данные CGM; ЭМК; регистры; службы экстренной медицинской помощи; госпитальная статистика
Снижение частоты диабетических осложнений	Динамика ретинопатии, нефропатии, нейропатии, сердечно-сосудистых и других хронических осложнений; частота прогрессирования и госпитализаций.	Регистры осложнений; ЭМК; офтальмологические, нефрологические и кардиологические информационные системы; клинический аудит
Эффективность CGM и автоматизированной инсулинотерапии	Доля пациентов, регулярно использующих CGM и AID/closed-loop; изменение TIR/TBR/TAR, HbA1c, вариабельности глюкозы, частоты гипогликемии и необходимости ручной коррекции терапии.	Данные CGM и инсулиновых помп; цифровые платформы; ЭМК; регистры; независимый аудит
Эффективность ИИ и предиктивных моделей	Чувствительность, специфичность, PPV, NPV, AUROC, калибровка и клиническая полезность моделей прогнозирования гипо-/гипергликемии, осложнений и прогрессирования заболевания; влияние на клинические решения.	Валидированные клинические когорты; данные CGM и ЭМК; лог-файлы AI/CDSS; независимые тестовые наборы; статистический аудит
Сокращение диагностической и терапевтической задержки	Время от выявления факторов риска или патологических показателей до подтверждения диагноза, начала терапии и достижения индивидуальных целей лечения; время реакции на критические изменения гликемии.	ЭМК; лабораторные информационные системы; цифровые платформы; системы маршрутизации
Эффективность цифрового мониторинга и маршрутизации	Доля пациентов под дистанционным наблюдением; своевременность выявления декомпенсации; соблюдение маршрута пациента; снижение пропущенных визитов и необоснованных экстренных обращений.	Телемедицинские системы; цифровые платформы; ЭМК; системы электронных направлений; регистры
Экономическая эффективность технологических решений	Стоимость ведения пациента и диабетологического маршрута; расходы на госпитализации и осложнения; стоимость CGM, AID, ИИ и цифрового сопровождения; cost-effectiveness/cost-utility по сравнению со стандартной моделью.	Финансовые данные медицинских организаций; данные плательщика; экономические исследования; HTA
Масштабируемость и технологическая самостоятельность диабетологии	Доля технологий, прошедших путь «пилот → клиническая валидация → экономическая оценка → стандартизация → масштабирование»; доля критически важных цифровых, диагностических и мониторинговых решений, обеспеченных отечественными компетенциями или инфраструктурой.	Приказы и документы МЗ РК; клинические протоколы; реестры технологий; отчеты НИР/НИОКР; данные медицинских организаций

9. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛЕЙ



Главное условие реализации форсайт-повестки в диабетологии - наличие единого владельца проблемы и координационного контура управления сахарным диабетом и метаболическим здоровьем. Без этого даже высокотехнологичные решения - CGM, искусственный интеллект, автоматизированная инсулинотерапия, closed-loop, цифровой мониторинг, предиктивная аналитика, мультиомика и персонализированная медицина - рискуют остаться набором разрозненных проектов без системного влияния на раннее выявление диабета, контроль гликемии, профилактику осложнений, снижение госпитализаций и повышение качества жизни пациентов.

Участник	Роль
Отраслевой владелец проблемы — МЗ РК / профильное подразделение	Формирует государственный заказ в сфере профилактики, раннего выявления и лечения сахарного диабета; определяет клинические и технологические приоритеты, пилотные регионы и целевые показатели; связывает развитие CGM, ИИ, автоматизированной инсулинотерапии и цифрового мониторинга с государственной политикой управления метаболическим здоровьем.
НАН РК	Обеспечивает форсайт-анализ, независимую научно-технологическую экспертизу, методологию оценки клинических и экономических эффектов, междисциплинарную координацию исследований и формирование научно-технологических приоритетов диабетологии.
МНВО РК и научно-образовательный контур	Обеспечивает научно-технические программы и подготовку кадров; формирует условия для исследований в эндокринологии, диабетологии, медицинском ИИ, биоинформатике, геномике, метаболомике и разработке новых диагностических и терапевтических технологий.
Ведущие эндокринологические центры, медицинские университеты и клинические базы	Выступают основными клиническими и научными площадками пилотирования; проводят клинические исследования и валидацию технологий, формируют стандарты качества диабетологической помощи, клинические алгоритмы и рекомендации, обеспечивают трансляцию результатов в практическое здравоохранение.
Кардиологические, нефрологические, офтальмологические и другие специализированные центры	Обеспечивают интеграцию диабетологической помощи с профилактикой и лечением сердечно-сосудистых, почечных, офтальмологических и неврологических осложнений; участвуют в разработке комплексных маршрутов пациентов и оценке долгосрочных исходов.
Лабораторные, молекулярно-генетические и биоинформатические центры	Развивают и валидируют биомаркеры, геномные, протеомные и метаболомные исследования; обеспечивают стандартизацию лабораторных данных, биоинформатический анализ и изучение связи молекулярных характеристик с риском развития диабета, ответом на терапию и осложнениями.
РЕГИОНЫ / МИО	Обеспечивают развертывание пилотных зон, организацию маршрутизации пациентов, развитие региональной инфраструктуры диабетологической помощи, доступность CGM и современных технологий мониторинга и терапии, а при необходимости — софинансирование пилотных решений.

Участник	Роль
Медицинские организации — поликлиники, стационары, эндокринологические кабинеты	Непосредственно реализуют пилоты, формируют стандартизированные клинические данные, обеспечивают применение CGM, цифрового мониторинга, CDSS и современных терапевтических технологий, дистанционное наблюдение и обратную связь о результатах внедрения.
Фармацевтическая и биотехнологическая индустрия	Участвует в разработке и клинической апробации лекарственных и биомедицинских технологий, новых средств доставки терапии, биомаркеров и персонализированных терапевтических подходов; обеспечивает технологическое партнерство и инвестиции при соблюдении независимости клинической оценки.
Производители CGM, инсулиновых помп и диагностического оборудования	Обеспечивают технологическую инфраструктуру непрерывного мониторинга глюкозы, автоматизированной доставки инсулина и лабораторной диагностики; участвуют в технической адаптации решений, обеспечении совместимости устройств и обучении специалистов.
Цифровые и медицинские технологические компании	Разрабатывают и интегрируют ИИ-решения, CDSS, алгоритмы прогнозирования, цифровые платформы, системы дистанционного мониторинга, электронные регистры и инструменты анализа медицинских данных; обеспечивают интероперабельность цифрового профиля пациента.
Пациентские и профессиональные организации	Участвуют в формировании пациент-ориентированных требований, оценке качества, доступности и удобства диабетологической помощи, разработке показателей качества жизни и удовлетворенности, а также в общественно-профессиональной оценке внедрения новых технологий.

9.1. Предлагаемая организационная конструкция

Предлагается создать программный контур «DiabetesHealthTech Kazakhstan» не как новую бюрократическую структуру, а как координационный механизм пилотирования, клинической валидации и масштабирования технологий в диабетологии, эндокринологии и смежных направлениях.

Его задача - объединение клинической практики, научных исследований, цифровых платформ, непрерывного мониторинга глюкозы, лабораторной и молекулярной диагностики, искусственного интеллекта и технологических компаний в единую систему управления сахарным диабетом и метаболическим здоровьем.

Результатами станут клинические и технологические протоколы, стандарты цифрового диабетологического профиля, интегрированные клинические и CGM-данные, национальные регистры и биобанки, отчеты пилотных внедрений, паспорта технологий (CGM, ИИ/CDSS, AID/closed-loop, цифровой мониторинг, предиктивная аналитика, биомаркеры и мультиомика), клинико-экономические обоснования и предложения для государственных программ, НИОКР и инвестиций.

Координатором форсайт-повестки целесообразно определить профильную научно-клиническую организацию в сфере эндокринологии, обладающую компетенциями в диабетологии, клинических исследованиях и организационно-методическом сопровождении. Координационный контур должен объединять научные организации, медицинские университеты, эндокринологические и многопрофильные центры, кардиологические, нефрологические и офтальмологические службы, лабораторные и геномные центры, цифровое здравоохранение, разработчиков ИИ и производителей CGM и систем доставки инсулина.

10. РИСКИ, ОГРАНИЧЕНИЯ И МЕРЫ УПРАВЛЕНИЯ

Риск	Содержание	Мера управления
Регуляторный риск	Применение ИИ в клинических решениях, CGM, AID/closed-loop, геномных и молекулярных технологий требует четкой нормативной, клинической и этической рамки.	Разработка требований к ИИ и цифровым медицинским технологиям; актуализация клинических протоколов; требования к клинической валидации, безопасности и ответственности; биоэтическая экспертиза.
Риск фрагментации медицинских данных	Данные ЭМК, лабораторных исследований, CGM, инсулиновых помп, терапии и осложнений могут храниться в различных системах и не формировать единый цифровой профиль пациента.	Единые стандарты диабетологических данных; интероперабельность систем; API-интеграция; создание единого цифрового профиля и национальной архитектуры данных.
Недостаток качественных национальных данных для ИИ	Ограниченные стандартизированные массивы CGM, клинических, лабораторных и терапевтических данных могут ограничивать разработку и независимую валидацию ИИ-моделей на казахстанской популяции.	Формирование национальных датасетов; стандартизация данных; мультицентровые когорты; независимая внешняя валидация и мониторинг качества моделей.
Кадровый дефицит	Недостаток специалистов, одновременно владеющих диабетологией, CGM, AID, медицинским ИИ, цифровыми технологиями, молекулярной диагностикой и анализом медицинских данных.	Междисциплинарные образовательные программы; повышение квалификации эндокринологов и среднего медперсонала; подготовка специалистов по медицинским данным и ИИ; стажировки и симуляционное обучение.
Недоверие врачей и пациентов к цифровым решениям	Ограниченное принятие ИИ-рекомендаций, дистанционного мониторинга, CGM и автоматизированной терапии без доказанной клинической эффективности и понятных алгоритмов применения.	Клиническая валидация; прозрачные алгоритмы; обучение персонала и пациентов; демонстрация исходов в пилотах; сохранение окончательного клинического решения за врачом.
Инфраструктурные ограничения	Неравномерная доступность CGM, инсулиновых помп, AID, лабораторной и молекулярной диагностики, цифровой инфраструктуры и специализированной помощи в регионах.	Развитие референс-центров; поэтапное оснащение регионов; дистанционный мониторинг и теледиабетология; централизованная лабораторная инфраструктура; карта технологической обеспеченности.
Зависимость от импортных технологий	CGM, инсулиновые помпы, системы AID, отдельные диагностические платформы, программные решения и специализированные технологии преимущественно имеют зарубежное происхождение.	Развитие отечественных компетенций в медицинском ИИ, программном обеспечении, сенсорных технологиях и диагностике; технологические партнерства; локализация отдельных компонентов; национальные исследовательские платформы.
Экономическая неопределенность	Высокая стоимость CGM, AID, цифровой инфраструктуры, ИИ и молекулярных исследований при неопределенности долгосрочного экономического эффекта.	Пилотирование до масштабирования; клинико-экономическое моделирование; оценка cost-effectiveness и budget impact; расчет стоимости жизненного цикла; поэтапное финансирование.
Риск преждевременного внедрения незрелых технологий	Мультиомика, новые биомаркеры, цифровые двойники, next-generation biosensors и отдельные направления персонализированной терапии могут иметь недостаточную доказательную базу для рутинного применения.	Разделение технологий по уровням технологической и клинической зрелости; исследовательские и пилотные контуры; обязательная аналитическая и клиническая валидация до масштабирования.
Этические и социальные риски	Использование генетических и других чувствительных данных, биобанкинг, вторичное использование медицинской информации и ИИ создают вопросы конфиденциальности, согласия и управления данными.	Биоэтическая экспертиза; информированное согласие; защита и обезличивание данных; регламенты вторичного использования данных и биоматериалов; аудит алгоритмов и информационной безопасности.
Риск неравенства доступа	Различия между регионами в доступе к CGM, помповой терапии, специализированной помощи, современным лабораторным исследованиям и цифровому мониторингу.	Региональные пилотные центры; теледиабетология; дистанционная экспертная поддержка; централизованные лаборатории; стандартизация маршрутизации пациентов.
Риск низкого качества данных CGM и клинического мониторинга	Даже наличие современных устройств не обеспечивает качественного управления диабетом при неполноте данных, неправильном использовании CGM, недостаточной интерпретации показателей и несоблюдении клинических алгоритмов.	Стандарты качества CGM; обучение пациентов и специалистов; мониторинг TIR/TBR/TAR и вариабельности; регулярный аудит качества данных и клинических решений.

Риск	Содержание	Мера управления
Риск алгоритмических ошибок ИИ	Ложноотрицательные и ложноположительные прогнозы могут приводить к пропуску клинически значимых состояний, необоснованным вмешательствам или неправильной коррекции терапии.	Независимая клиническая валидация; мониторинг sensitivity/specificity, PPV/NPV и AUROC; контроль drift моделей; обязательная роль врача; пострегистрационный мониторинг безопасности.
Риск отсутствия клинического эффекта при цифровизации	Внедрение отдельных цифровых сервисов и устройств может улучшать процессы, но не снижать осложнения, госпитализации и смертность без изменения клинических маршрутов и лечебных алгоритмов.	Оценивать влияние технологий на клинические исходы; использовать контрольные/сравнительные группы; устанавливать KPI полного маршрута пациента.
Риск слабой интеграции науки и клинической практики	Исследования ИИ, биомаркеров, геномики и мультиомики могут развиваться независимо от клинических потребностей и не переходить в практическое здравоохранение.	Формирование клинико-научного заказа; пилотные клинические площадки; трансляционные проекты; механизм «исследование → валидация → протокол → внедрение».
Риск недостаточной долгосрочной оценки результатов	Краткосрочное улучшение HbA1c или CGM-показателей не всегда отражает влияние технологий на осложнения, качество жизни, выживаемость и расходы системы здравоохранения.	Продольные регистры; real-world evidence; долгосрочное наблюдение когорт; оценка клинических и экономических исходов через 1, 3 и 5 лет.

11. ИТОГОВЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



1. СФОРМИРОВАТЬ ЕДИНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНТУР DIABETESHEALTHTECH KAZAKHSTAN

- Создать координационный программный механизм **DiabetesHealthTech Kazakhstan** без формирования дополнительной бюрократической структуры.
- Перейти от отдельных технологических проектов к портфельному управлению приоритетными технологиями диабетологии.
- Обеспечить связь клинического заказа, научных исследований, технологической разработки и внедрения.

2. СФОКУСИРОВАТЬСЯ НА ИНТЕГРИРОВАННОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ДИАБЕТОМ И МЕТАБОЛИЧЕСКИМ ЗДОРОВЬЕМ

- Рассматривать сахарный диабет как **непрерывный жизненный контур риска и заболевания**, а не совокупность отдельных эпизодов лечения.
- Интегрировать профилактику, оценку риска, раннее выявление нарушений углеводного обмена, диагностику, лечение, профилактику осложнений и долгосрочное наблюдение.
- Обеспечить преемственность между ПМСП, эндокринологией, кардиологией, нефрологией, офтальмологией, лабораторной диагностикой и специализированными центрами.

3. ПЕРЕЙТИ ОТ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К КЛИНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПАКЕТАМ

Внедрять не отдельные цифровые продукты или устройства, а комплексные **клинико-технологические пакеты**, ориентированные на конкретные проблемы диабетологической помощи.

Каждый пакет должен включать:

- клиническую проблему и целевую когорту пациентов;
- цифровую модель и необходимые данные;
- диагностический и мониторинговый контур;
- алгоритм прогнозирования риска;
- клинический протокол и маршрут пациента;
- технологическое решение;
- систему мониторинга исходов;
- клинико-экономическую модель эффекта.

4. СОЗДАТЬ СЕТЬ ПИЛОТНЫХ РЕФЕРЕНС-ЦЕНТРОВ

Определить несколько уровней пилотирования:

- национальные и городские эндокринологические центры;
- региональные многопрофильные больницы;
- региональные и межрайонные медицинские организации;
- отдельные сельские кластеры для оценки доступности дистанционного мониторинга и специализированной помощи.

Закрепить за пилотами научно-клиническое сопровождение НАН РК, медицинских университетов, профильных научных и клинических организаций.

5. СФОРМИРОВАТЬ ЕДИНУЮ ЦИФРОВУЮ ПЛАТФОРМУ УПРАВЛЕНИЯ ДИАБЕТОМ

Обеспечить интеграцию:

- ЭМК;
  - лабораторных данных, включая HbA1c;
- данных CGM;
- данных инсулиновых помп и AID/closed-loop;
  - сведений о лекарственной терапии;
  - антропометрических и поведенческих данных;
  - данных о хронических осложнениях;
  - дистанционного мониторинга;
  - клинических исходов.

Предусмотреть единые стандарты данных, интероперабельность и API-интеграцию, национальные регистры сахарного диабета и возможность применения CDSS и ИИ-аналитики.

6. ПРИОРИТИЗИРОВАТЬ ТЕХНОЛОГИИ С ДОКАЗАННЫМ ИЛИ ПЕРСПЕКТИВНЫМ КЛИНИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ

В первую очередь рассматривать:

- **непрерывный мониторинг глюкозы (CGM)**;
- системы **automated insulin delivery (AID) и closed-loop**;
  - ИИ для анализа и прогнозирования гликемии;
  - CDSS и предиктивные модели риска;
  - цифровой мониторинг и теледиабетологию;
  - цифровой скрининг диабетических осложнений;
  - национальные регистры и real-world data;
  - валидированные биомаркеры и персонализированную фармакотерапию.

Мультиомика, цифровые двойники, next-generation biosensors и отдельные направления прецизионной терапии должны развиваться через исследовательские и контролируемые пилотные проекты до подтверждения клинической эффективности и безопасности.

7. ПЕРЕЙТИ К KPI-УПРАВЛЕНИЮ ДИАБЕТОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

KPI должны отражать не количество приобретенных устройств или внедренных цифровых решений, а **изменение клинических исходов**.

Приоритетные показатели:

- гликемический контроль — HbA1c, TIR, TBR, TAR и вариабельность;
- частота гипогликемии и гипергликемии;
- раннее выявление диабета и лиц высокого риска;
- частота хронических осложнений;
- госпитализации и экстренные обращения;
- диагностические и терапевтические задержки;
- эффективность CGM и AID;
  - клиническая полезность ИИ;
  - качество жизни пациентов;
  - экономическая эффективность.

Ключевые KPI должны учитываться при принятии решений о дальнейшем финансировании и масштабировании технологий.

8. ИНСТИТУЦИОНАЛИЗИРОВАТЬ МЕЖВЕДОМСТВЕННУЮ МОДЕЛЬ

Обеспечить четкое распределение ролей:

- **МЗ РК** — отраслевой владелец проблемы и государственный заказ;
- **НАН РК** — форсайт, научно-технологическая экспертиза и независимая методология оценки;
  - **МНВО РК и научно-образовательный контур** — исследования и подготовка кадров;
  - **эндокринологические центры и университеты** — клиническая валидация и пилотирование;
  - **кардиологические, нефрологические, офтальмологические и другие специализированные центры** — интеграция профилактики и лечения осложнений;
  - **регионы / МИО** — внедрение и масштабирование;
  - **IT, фармацевтическая, биотехнологическая и медицинская индустрия** — технологические решения и инвестиции;
  - **независимая клинико-экономическая оценка** — обязательная оценка эффективности, безопасности и экономической целесообразности.

9. ПЕРЕЙТИ К МОДЕЛИ ЭТАПНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 2027–2035

- **2027–2028** — пилотные проекты, масштабирование CGM, стандартизация данных, цифровой мониторинг и формирование доказательной базы;
  - **2029–2031** — масштабирование доказавших эффективность технологий, ИИ, AID/closed-loop, национальные регистры, real-world data, биобанки и персонализированная терапия;
  - **2032–2035** — переход к предиктивной и precision diabetology на основе интеграции клинических, цифровых, молекулярных и мультиомных данных, развитие цифровых двойников и next-generation технологий.

Ключевой принцип: каждое расширение технологии на национальный уровень осуществляется после клинической валидации, оценки безопасности, экономической эффективности и готовности инфраструктуры.

10. СФОРМИРОВАТЬ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ И СИСТЕМНЫМИ РИСКАМИ

Приоритетные направления управления рисками:

- регуляторное обеспечение применения ИИ, CGM, AID и молекулярных технологий;
  - защита медицинских и биологических данных;
  - независимая клиническая валидация ИИ;
  - предотвращение преждевременного внедрения незрелых технологий;
  - устранение регионального цифрового и инфраструктурного неравенства;
  - развитие кадровых компетенций;
  - снижение критической зависимости от импортных технологий;
  - развитие национальных регистров, биобанков и исследовательских датасетов;
  - биоэтическое регулирование геномных, биобанковских и персонализированных технологий.

КЛЮЧЕВОЙ ОРИЕНТИР

Диабетология 2035 должна перейти от модели «заболевание → диагностика → лечение» к модели «данные → риск → профилактика → раннее выявление → непрерывный мониторинг → прогноз → клиническое решение → персонализированная терапия → автоматизация → непрерывное наблюдение → оценка исхода → новые данные».

Именно степень интеграции этих элементов, а не количество внедренных отдельных технологий, должна рассматриваться как **основной критерий технологической зрелости национальной диабетологической системы**.

Ключевая технологическая траектория:
CGM → данные → ИИ → прогнозирование → AID/closed-loop → цифровой двойник → precision diabetology.

Приложение

ГЛОССАРИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

№	Термин / аббревиатура	Расшифровка	Значение для форсайта 2027–2035
1	СД	Сахарный диабет	Центральный объект форсайта; определяет клинический, технологический и организационный запрос системы здравоохранения.
2	CGM	*Continuous Glucose Monitoring* — непрерывный мониторинг глюкозы	Базовая технология перехода от периодического измерения глюкозы к непрерывному цифровому мониторингу и управлению заболеванием.
3	TIR	*Time in Range* — время нахождения глюкозы в целевом диапазоне	Один из ключевых современных показателей эффективности контроля гликемии; важен для оценки результатов CGM и автоматизированной терапии.
4	TBR	*Time Below Range* — время ниже целевого диапазона	Позволяет количественно оценивать гипогликемию и безопасность терапии; используется при оценке CGM и AID.
5	TAR	*Time Above Range* — время выше целевого диапазона	Показатель гипергликемии; позволяет оценивать эффективность управления гликемией наряду с HbA1c и TIR.
6	AID	*Automated Insulin Delivery* — автоматизированная доставка инсулина	Ключевой этап автоматизации лечения: объединяет CGM, алгоритм управления и инсулиновую помпу.
7	Closed-loop	Замкнутая система управления инсулинотерапией	Технологическая модель, при которой данные CGM используются алгоритмом для автоматической адаптации подачи инсулина; один из ключевых векторов развития диабетологии.
8	ИИ / AI	Искусственный интеллект / *Artificial Intelligence*	Используется для анализа больших массивов медицинских данных, прогнозирования гипо-/гипергликемии, осложнений и поддержки клинических решений.
9	CDSS	*Clinical Decision Support System* — система поддержки принятия клинических решений	Преобразует данные пациента и клинические рекомендации в структурированную поддержку врача; важный элемент цифровой диабетологии.
10	HbA1c	Гликированный гемоглобин	Стандартизированный показатель долгосрочного контроля гликемии; базовый клинический KPI для оценки эффективности технологий и программ лечения.
11	RWD	*Real-World Data* — данные реальной клинической практики	Позволяют оценивать эффективность, безопасность и экономические последствия технологий в условиях реального здравоохранения Казахстана.
12	RWE	*Real-World Evidence* — доказательства, полученные из данных реальной практики	Основа для оценки технологий после пилотирования и принятия решений о масштабировании в системе здравоохранения.
13	Digital Twin	Цифровой двойник пациента	Перспективная вычислительная модель, способная объединять динамические данные пациента и моделировать реакцию на терапию; горизонт 2032–2035 гг.
14	Precision diabetology	Прецизионная / персонализированная диабетология	Переход от универсальных лечебных алгоритмов к стратегиям, учитывающим индивидуальные клинические, метаболические и, после валидации, молекулярные характеристики пациента.
15	Multi-omics	Мультиомика: геномика, протеомика, метаболомика и др.	Перспективная исследовательская основа для выявления биомаркеров, стратификации риска и персонализации профилактики и терапии.
16	Биомаркер	Измеряемый биологический показатель, связанный с заболеванием, риском или ответом на терапию	Потенциальный инструмент раннего выявления, прогнозирования осложнений и персонализации лечения; требует клинической валидации.
17	РНС / ПМСП	*Primary Health Care* / первичная медико-санитарная помощь	Ключевой уровень для профилактики СД2, выявления лиц высокого риска, ранней диагностики и цифрового мониторинга.

№	Термин / аббревиатура	Расшифровка	Значение для форсайта 2027–2035
18	mHealth	*Mobile Health* — мобильное здравоохранение	Мобильные приложения и сервисы для мониторинга глюкозы, питания, физической активности, массы тела, терапии и дистанционного взаимодействия с медицинской системой.
19	Теледиабетология	Дистанционное оказание и сопровождение диабетологической помощи	Инструмент повышения доступности специализированной помощи и непрерывного мониторинга, особенно для регионов с ограниченным доступом к эндокринологам.
20	TRL	*Technology Readiness Level* — уровень технологической готовности	Позволяет оценивать зрелость технологии от фундаментальной разработки до готовности к клиническому применению и масштабированию.
21	Интероперабельность	Способность информационных систем и устройств обмениваться и использовать данные	Критическое условие создания единого цифрового профиля пациента и объединения ЭМК, CGM, лабораторных данных, помп, ИИ и регистров.

Примечание: документ представляет собой аналитическую редакцию технологического дайджеста и подлежит дальнейшему уточнению и актуализации на основе официальных статистических данных, отраслевой информации, результатов пилотного внедрения технологий и независимой экспертной оценки.

Библиография

1. 1. Kuss O. et al. The potential of precision diabetology for type 2 diabetes treatment—evidence from a meta-regression for all-cause mortality from large cardiovascular outcome trials //Acta Diabetologica. – 2025. – Т. 62. – №. 7. – С. 1073-1080.
2. Bhardwaj Y., Rastogi M. Predictive Modeling for Diabetes Subtype Classification in India: A Machine Learning Approach //Journal of Diabetology. – 2025. – Т. 16. – №. 4. – С. 385-386.
3. Ajjan R. A. et al. Continuous glucose monitoring for the routine care of type 2 diabetes mellitus //Nature Reviews Endocrinology. – 2024. – Т. 20. – №. 7. – С. 426-440.
4. Lucky K. Y. et al. AI-powered healthcare information systems securing diabetes management through integrated technology solutions and enhanced patient care delivery //Vascular and Endovascular Review. – 2025. – Т. 8. – №. 11s. – С. 465-476.
5. Boughton C. K., Hovorka R. The role of automated insulin delivery technology in diabetes //Diabetologia. – 2024. – Т. 67. – №. 10. – С. 2034-2044.
6. Kerr D. et al. Digital interventions for self-management of type 2 diabetes mellitus: systematic literature review and meta-analysis //Journal of medical Internet research. – 2024. – Т. 26. – С. e55757.
7. van den Heuvel T. et al. Generating real-world evidence on diabetes technology using the CareLink Personal data management system //Diabetes, Obesity and Metabolism. – 2024. – Т. 26. – №. 11. – С. 4846-4853.
8. Song J. et al. Multi-omics approaches for biomarker discovery and precision diagnosis of prediabetes //Frontiers in Endocrinology. – 2025. – Т. 16. – С. 1520436.
9. Scott A. K., Oyen M. L. Virtual pregnancies: predicting and preventing pregnancy complications with digital twins //The Lancet Digital Health. – 2024. – Т. 6. – №. 7. – С. e436-e437.
10. Huang W. et al. Artificial intelligence-enhanced, closed-loop wearable systems toward next-generation diabetes management //Advanced Intelligent Systems. – 2025. – Т. 7. – №. 7. – С. 2400822.