DOI: 10.47407/kr2026.7.9.00929

Эволюция технологий самоконтроля гликемии: от истоков мониторинга уровня гликемии к цифровой персонализации метаболического контроля

Е.А. Пигарова✉, А.С. Савиева, Л.К. Дзеранова

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии им. акад. И.И. Дедова» Минздрава России, Москва, Россия
✉*kpigarova@gmail.com*

Аннотация
Удержание целевого уровня гликированного гемоглобина – главная задача при ведении пациентов с сахарным диабетом 1-го и 2-го типов, направленная на снижение риска тяжелых сосудистых осложнений. Самоконтроль уровня глюкозы в крови служит основой для принятия терапевтических решений и повышения вовлеченности пациентов в процесс лечения. Несмотря на активное внедрение систем непрерывного мониторинга, классическая капиллярная глюкометрия остается доминирующим методом контроля для миллионов людей во всем мире (в частности, при сахарном диабете 2-го типа без инсулинотерапии, в регионах с ограниченными ресурсами и как обязательный элемент для верификации показателей непрерывного мониторинга). Современный этап развития технологий характеризуется переходом от автономных приборов к интегрированным цифровым инструментам. Возможность беспроводной передачи данных и автоматического анализа трендов становится самостоятельным и клинически значимым аспектом мониторинга. В связи с этим оценка эффективности современных «подключаемых» систем, сочетающих аналитическую точность с цифровыми инструментами поддержки, является крайне актуальной. Согласно современным клиническим рекомендациям, выбор устройства должен быть индивидуализированным, основанным на режиме лечения, стоимости и предпочтениях пациента.
Ключевые слова: сахарный диабет, самоконтроль гликемии, глюкометр, Contour Plus Elite, целевой диапазон, точность, комплаенс.
Для цитирования: Пигарова Е.А., Савиева А.С., Дзеранова Л.К. Эволюция технологий самоконтроля гликемии: от истоков мониторинга уровня гликемии к цифровой персонализации метаболического контроля. *Клинический разбор в общей медицине.* 2026; 7 (9): 59–62. DOI: 10.47407/kr2026.7.9.00929

The evolution of self-monitoring of blood glucose technologies: from the origins of diagnostics to digital personalization of metabolic control

Ekaterina A. Pigarova✉, Adeliia S. Savieva, Larisa K. Dzeranova

Dedov National Medical Research Center of Endocrinology, Moscow, Russia
✉*kpigarova@gmail.com*

Abstract
Maintaining target glycated hemoglobin levels is a primary objective in the management of patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus (T1DM and T2DM), aimed at reducing the risk of severe vascular complications. Self-monitoring of blood glucose serves as the foundation for making therapeutic decisions and increasing patient engagement in the treatment process. Despite the widespread adoption of continuous glucose monitoring systems, traditional capillary blood glucose monitoring remains the dominant method for millions of people worldwide (particularly for patients with T2DM not requiring insulin therapy, in resource-limited settings, and as a necessary step for verifying continuous monitoring readings). The current stage of technological development is characterized by a shift from standalone devices to integrated digital tools. Wireless data transmission and automated trend analysis are emerging as distinct and clinically significant aspects of monitoring. Consequently, evaluating the efficacy of modern "connected" systems – which combine analytical accuracy with digital support tools – is of great importance. Current clinical guidelines recommend that the choice of device be individualized, based on the treatment regimen, cost, and patient preferences.
Keywords: diabetes mellitus, self-monitoring of blood glucose, blood glucose meter, Contour Plus Elite, target range, accuracy, compliance.
For citation: Pigarova E.A., Savieva A.S., Dzeranova L.K. The evolution of self-monitoring of blood glucose technologies: from the origins of diagnostics to digital personalization of metabolic control. *Clinical review for general practice.* 2026; 7 (9): 59–62 (In Russ.). DOI: 10.47407/kr2026.7.9.00929

Актуальность

Рост заболеваемости сахарным диабетом 1-го и 2-го типа (СД 1 и СД 2 соответственно) ставит перед врачами непростую задачу удержания целевого уровня гликированного гемоглобина (HbA1c) для снижения риска макро- и микрососудистых осложнений. Самоконтроль уровня глюкозы в крови остается основой ведения пациентов с сахарным диабетом – он служит базой для принятия терапевтических решений, помогает распознавать гипогликемию и способствует вовлеченности пациентов в процесс коррекции образа жизни и медикаментозного лечения [1–3]. Самоконтроль гликемии имеет глубокие исторические корни, при этом внедрение новых технологий в этот процесс дает возможность существенно снизить у пациентов «усталость от заболевания». Несмотря на стремительное распространение систем непрерывного мониторинга глюкозы (НМГ) за последнее десятилетие, глюкометры для анализа капиллярной крови по-прежнему используются огромным числом людей с СД во всем мире, в частности пациентами с СД 2, не получающими инсулин, жителями регионов с ограниченными ресурсами, а также теми, кому требуется периодическая проверка показателей (верификация) наряду с использованием НМГ [4, 5].

Из истории

История мониторинга уровня глюкозы – это, по сути, история развития современных методов лечения СД. Каждое значимое технологическое достижение от колориметрического анализа мочи и глюкометров для капиллярной крови до систем НМГ неразрывно связано с результатами клинических исследований, которые пересматривали целевые показатели лечения и клинические рекомендации, поэтому каждый технологический этап описывается в

контексте клинических исследований и изменений в рекомендациях, определивших его значимость. История диагностики глюкозурии прошла путь от органолептического анализа (дегустации мочи) до современных высокоточных ферментативных экспресс-тестов [6].

Эра проб и наблюдений

В Древнем мире и Средние века вплоть до XVII в. диагностика строилась исключительно на наблюдениях за физическими свойствами мочи и поведении насекомых. Врачи Древней Индии (VI век до н.э.) первыми заметили, что моча некоторых пациентов привлекает муравьев/мух, и назвали это состояние «медовая моча». Во времена античности использовалось упаривание: при высыхании мочи больных СД на ткани оставался липкий белый осадок. В период XVII–XVIII вв. врачи начали целенаправленно пробовать мочу на вкус и научно обосновали ее химический состав. Так, в 1674 г. английский анатом Томас Уиллис повторно открыл сладкий вкус мочи у диабетиков, описав ее как «будто пропитанная медом или сахаром», и добавил к слову «диабет» латинское mellitus, что переводится как «медовый». В 1776 г. британский врач Мэтью Добсон экспериментально доказал, что сладкий вкус вызван именно сахаром [6].

Эра анализа мочи (1950–1960-е гг.)

До того как появилась возможность измерять уровень глюкозы в крови вне лабораторных условий, врачи и пациенты использовали анализ мочи на глюкозу как косвенный и запаздывающий показатель состояния гликемии выше почечного порога. Колориметрические тест-полоски для мочи, лицензированные и выпущенные на рынок в середине 1950-х годов, позволяли пациентам определять степень глюкозурии (полуколичественно), сравнивая изменение цвета полоски с эталонной шкалой [7, 8]. Этот метод имел существенные клинические ограничения, поскольку он отражал уровень глюкозы, отфильтрованной почками за предшествующие часы, а не текущий уровень гликемии в реальном времени. Он также был нечувствителен к гипогликемии и зависел от индивидуальных особенностей почечного порога для глюкозы. Тем не менее это был первый важный шаг к самостоятельному контролю уровня глюкозы пациентами вне клинической лаборатории [7, 8].

Первые тесты для анализа крови (1965–1970 гг.)

Переломный момент наступил в 1965 г. с появлением реагентных полосок на основе глюкозооксидазы, позволяющих измерять уровень глюкозы непосредственно в крови. Для анализа требовалось нанести на тест-полоску крупную каплю крови, выдержать определенное время для проявления цвета и визуально сравнить результат с эталонной шкалой. Хотя этот метод оставался полуколичественным, он обеспечивал значительно более высокую временную точность по сравнению с анализом мочи [8, 9].

Первые глюкометры для анализа крови (1970–1985 гг.)

Первый специализированный глюкометр появился в 1970 г. В нем использовалась отражательная фотометрия для считывания показаний с реагентных полосок, что положило начало четырем десятилетиям непрерывного совершенствования конструкции приборов, химического состава полосок и удобства их использования [8, 9]. В следующем десятилетии в продаже появились портативные цифровые глюкометры, сочетающие использование реагентных полосок и электронное считывание результатов, что впервые сделало самостоятельный контроль уровня глюкозы практически осуществимым для амбулаторных пациентов [8, 10].

Совершенствование технологии капиллярных глюкометров и международные стандарты точности (1980–2000-е гг.)

В период с конца 1980-х по начало 2000-х гг. капиллярные глюкометры претерпели значительную эволюцию. Отпала необходимость в удалении излишка крови с тест-полоски, что было обязательным для ранних моделей и существенно уменьшился требуемый объем образца. На смену методу отражательной фотометрии пришли электрохимические (амперометрические) технологии, а сами тест-полоски стали менее чувствительны к колебаниям уровня гематокрита [8]. К концу этого периода процедура самоконтроля гликемии стала практически безболезненной и рекомендовалась практически всем пациентам с СД, получающим инсулин, а также большинству пациентов, не получающих инсулин [9]. Это технологическое развитие сопровождалось внедрением официальных нормативных требований и стандартов аналитической точности, прежде всего стандарта ISO15197 Международной организации по стандартизации.

Впервые опубликованный в 2003 г. и существенно ужесточенный в редакции 2013 г. (гармонизирован в 2015 г.) стандарт определил минимальную долю результатов измерений, которые должны укладываться в установленные пределы допустимой погрешности по сравнению с лабораторным референсным методом [11]. Внедрение и периодический пересмотр стандарта ISO15197 предоставили врачам и регулирующим органам объективный, проверяемый на основе данных критерий, по которому с тех пор оценивается каждое последующее поколение глюкометров [3, 5, 8, 9].

Появление систем непрерывного мониторинга глюкозы (1990-е – 2010-е гг.)

В конце 1990-х годов разработаны системы НМГ в интерстициальной жидкости. Вначале это было устройство для ретроспективного анализа, которое регистрировало данные об уровне глюкозы в течение нескольких дней без отображения информации пациенту, после чего данные выгружались и анализировались врачом, после – сенсоры для краткосрочного мониторинга в режиме реального времени [9, 10]. Последующие модификации устройств постепенно сокращали разрыв между процессом измерения и удобством клинического применения [9, 10].

Устройства с возможностью подключения и интеграции данных (с 2010-х гг. по настоящее время)

Для современного этапа развития технологий мониторинга гликемии характерны не столько принципиально новые химические методы измерения, сколько возможности подключения к сетям и интеграции данных. Как глюкометры для анализа капиллярной крови, так и системы НМГ все чаще передают результаты измерений по Bluetooth в сопутствующие приложения

для смартфонов, которые агрегируют исторические данные, выявляют закономерности и формируют структурированные отчеты для анализа врачом [8–10]. Систематическая оценка цифровых технологий самостоятельного мониторинга гликемии выявила связь с улучшением показателей гликемического контроля при ведении пациентов с СД 2 в домашних условиях по сравнению с использованием нецифровых методов мониторинга. Это свидетельствует о том, что возможность передачи данных, а не только точность самого анализа, в настоящее время представляет собой самостоятельный и клинически значимый аспект технологий мониторинга [12].

Знаковые клинические исследования, обосновавшие необходимость самоконтроля

Клиническая обоснованность самоконтроля гликемии была подтверждена не самими устройствами, а исследованиями, в которых они использовались как часть терапевтического вмешательства. В таких исследованиях, как DCCT (Diabetes Control and Complications Trial) при СД 1, Stockholm Diabetes Intervention Study, Kumamoto Study и, позднее, UKPDS (UK Prospective Diabetes Study) при СД 2, применялась интенсивная инсулинотерапия или сахароснижающая терапия, частично корректируемая на основе данных частого самоконтроля. Каждое из этих исследований продемонстрировало, что более строгий контроль гликемии, благодаря проводимому с помощью глюкометров самоконтролю, снижает риск развития микрососудистых осложнений [13, 14]. В исследовании DCCT, в рамках которого пациенты из группы интенсивной терапии проводили самоконтроль не менее четырех раз в сутки, было показано, что поддержание уровня гликемии, близкого к нормальному, существенно снижает частоту развития ретинопатии, нефропатии и нейропатии по сравнению с традиционной терапией [13, 15]. Эти исследования не просто подтвердили эффективность определенного класса устройств – они утвердили терапевтический принцип, ставший ныне основой клинических рекомендаций по лечению диабета: регулярное получение данных о гликемии и их активное использование для коррекции лечения приводят к измеримому снижению риска долгосрочных осложнений.

Параллельным и столь же важным событием стала международная стандартизация метода определения уровня HbA1c и его принятия в качестве основного показателя долгосрочного контроля гликемии в клинических рекомендациях [16]. С этого момента самоконтроль гликемии и определение HbA1c стали взаимодополняющими показателями. HbA1c обеспечивал ретроспективную интегральную оценку среднего уровня гликемии, а самоконтроль предоставлял оперативные данные, необходимые для ежедневной коррекции терапии [17, 18].

Ключевые технологии Контур Плюс Элит

Контур Плюс Элит (Contour® Plus Elite) – это система мониторинга уровня глюкозы в капиллярной крови, использующая проверенную платформу тест-полосок Контур Плюс (Contour® Plus), и представляющая собой эволюционный шаг в развитии технологий анализа капиллярной крови. Система сочетает в себе высокую аналитическую точность и возможность подключения, призванные поддержать структурированный подход к самоконтролю СД. Ряд конструктивных особенностей отличает это устройство от глюкометров предыдущих поколений [19–23].

• Отсутствие необходимости кодирования (глюкометр калибруется на этапе производства тест-полосок, что исключает процедуру ручного кодирования, являющегося источником ошибок, характерного для приборов прошлых поколений).

• Малый объем пробы для анализа (системе требуется образец капиллярной крови объемом около 0,6 мкл, что снижает дискомфорт при частых измерениях и является важным фактором для соблюдения режима самоконтроля пациентами, проводящими тесты многократно в течение дня).

• Функция «Второй шанс» (в течение 60 с после первого забора крови пациент может нанести вторую каплю на ту же тест-полоску, если объема первой пробы оказалось недостаточно, что позволяет сократить расход полосок и избежать повторных проколов пальца).

• Индикатор целевого диапазона «Умная подсветка» (цветной дисплей позволяет мгновенно определить, находится ли результат измерения выше, внутри или ниже индивидуально установленного целевого диапазона, избавляя пациента от необходимости самостоятельно интерпретировать конкретное числовое значение).

• Подключение по Bluetooth: результаты измерений могут передаваться по беспроводной связи в мобильное приложение Контур Диабитис (Contour® Diabetes), в котором есть функции анализа трендов и расчета средних значений (устройство обладает значительным объемом памяти для хранения результатов и отображает средние показатели за 7, 14 и 30 дней с учетом отметок о приеме пищи, что помогает пациентам и врачам выявлять закономерности изменения уровня глюкозы, а не полагаться лишь на отдельные, разрозненные измерения).

В совокупности эти характеристики позволяют отнести Контур Плюс Элит к категории современных «подключаемых» к смартфону глюкометров, что отражает общую тенденцию в отрасли, такую как переход от автономных измерительных приборов к интегрированным цифровым инструментам для управления СД.

Аналитическая точность является фундаментальным требованием к любой системе мониторинга гликемии, поскольку решения о тактике лечения, включая дозирование инсулина, принимаются непосредственно на основе показаний прибора. Согласно этому стандарту ISO15197, не менее 95% результатов отдельных измерений должны укладываться в диапазон ±0,83 ммоль/л от значений, полученных референсным методом (при концентрации глюкозы ниже 5,55 ммоль/л), и в диапазон ±15% (при концентрации 5,55 ммоль/л и выше) [11].

В ходе оценки точности системы Контур Плюс Элит, проведенной в 2025 г. с участием 104 взрослых добровольцев, было установлено, что все 600 измерений, соответствовали первому критерию стандарта, так как отклонения от референсных значений не превышали установленных пределов погрешности. При исследовании точности и удобства использования данной системы, включавшем лабораторный этап (100 участников) и клиническое исследование (130 участников), оценивались навыки обращения с прибором как у обученного персонала, так и у обычных пользователей. В совокупности результаты этих исследований подтверждают, что система Контур Плюс Элит превосходит минималь-

ные требования стандарта ISO 15197 к точности измерений и демонстрирует стабильные показатели при использовании образцов крови, полученных из различных зон, а также при работе с разными категориями пользователей, что имеет непосредственное значение для реальных условий домашнего использования, а не только для лабораторной среды [20, 24].

В крупномасштабном ретроспективном анализе реальной клинической практики, представленном A. Stuhr и S. Pardo, оценивалось влияние регулярного использования мобильного приложения Контур Диабитис в связке со смарт-глюкометром на гликемический контроль и частоту самоконтроля у пациентов с СД. На основе данных 5870 пользователей из Северной Америки со стажем работы с приложением более 180 дней было зафиксировано статистически значимое повышение вовлеченности пациентов в управление заболеванием. Частота проведения тестирования глюкозы крови к 180-му дню значимо увеличилась, составив в среднем 4,48 раза в сутки по сравнению с 2,03 раза в течение первого месяца использования (p<0,0001). Данная поведенческая активация сопровождалась выраженным снижением рисков острых гликемических нарушений. Так, у пациентов, исходно склонных к повторным эпизодам дисгликемии, отношение шансов столкнуться с единичными или множественными инцидентами после 180 дней использования приложения оказалось значимо ниже, демонстрируя двукратное снижение риска для гипогликемий и более чем полуторакратное – для гипергликемических состояний [22].

Необходимо отметить, что в архитектуре цифровой медицины передача по Bluetooth обеспечивает изоляцию данных в рамках персонального контура пациента (передача происходит сессионно и данные не хранятся внутри самого радиоканала, как только пакет передан и подтвержден, он исчезает из эфира) [25].

Приложение Контур Диабитис оптимизирует терапевтический комплаенс, устраняя ошибки ручного ввода данных через беспроводную синхронизацию, что обеспечивает высокую валидность данных и снижает когнитивную нагрузку на пациента. Автоматизация ведения дневника исключает феномен избирательной регистрации и предоставляет врачу непрерывный, достоверный гликемический профиль, повышая долгосрочную приверженность режиму самоконтроля [27].

В современной эндокринологии доказано, что разрозненные (рутинные) измерения малоэффективны, тогда как агрегация данных позволяет выявлять скрытые закономерности. Классические работы исследовательской группы Steno Diabetes Center и международные консенсусы по мониторированию гликемии доказали, что использование отметок «до» и «после» еды (так называемое парное тестирование) позволяет визуализировать постпрандиальную гипергликемию [26]. Согласно результатам крупных рандомизированных контролируемых исследований интеграция пре- и постпрандиальных маркеров имеет решающее значение для дифференциальной диагностики базальной и постпрандиальной гипергликемии. Систематизация данных в системе Контур Плюс Элит по триаде интервалов (7/14/30 дней) предоставляет пациенту и лечащему врачу верифицированный базис для персонализированного титрования доз лекарственных препаратов и расчета углеводного коэффициента. Как показывают клинические данные, использование подобных аналитических инструментов вместо разрозненных измерений ассоциировано со статистически значимым улучшением комплаентности пациентов и более выраженным снижением уровня HbA1c без увеличения риска гипогликемических состояний [28, 29].

Системы прерывистого капиллярного тестирования гликемии сохраняют важную роль в качестве инструментов калибровки или подтверждения для систем НМГ. При этом они являются более дешевыми при использовании в рамках структурированного мониторинга уровня глюкозы для пациентов. Протокол систематического обзора, сравнивающий результаты непрерывного мониторинга и самоконтроля уровня глюкозы у взрослых с СД 2, подчеркивает, что выбор устройства должен оставаться индивидуальным, основанным на режиме лечения, стоимости и предпочтениях пациента [30]. В этой ситуации высокая точность и удобство капиллярных глюкометров, например, таких как Контур Плюс Элит, делают их использование клинически значимым, а не устаревшим [31].

Заключение

Эволюция методов контроля гликемии от органолептического анализа мочи в древности до современных портативных систем демонстрирует последовательный переход от эпизодической фиксации показателей к непрерывному управлению заболеванием. Исторический опыт и фундаментальные исследования доказали, что структурированный самоконтроль является базисом для снижения рисков долгосрочных сосудистых осложнений. При этом использование современных портативных глюкометров с расширенными функциями обратной связи, например Контур Плюс Элит, помогает правильно, легко и быстро определять значения глюкозы крови и корректировать образ жизни и терапию по согласованию с врачом, что способствует повышению приверженности пациентов лечению СД [32].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interests. The authors declare that there is not conflict of interests.

Список литературы доступен на сайте журнала https://klin-razbor.ru/
The list of references is available on the journal's website https://klin-razbor.ru/

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пигарова Екатерина Александровна – д-р мед. наук, ФГБУ «НМИЦ эндокринологии им. акад. И.И. Дедова». E-mail kpigarova@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6539-466X; eLibrary SPIN: 6912-6331; Scopus Author ID: 55655098500

Савиева Аделия Семеновна – врач-ординатор, ФГБУ «НМИЦ эндокринологии им. акад. И.И. Дедова». Email: asavieva2000@mail.ru; ORCID: 0009-0007-0656-7365; eLibrary SPIN: 8633-4711; Scopus Author ID: 59154671800

Дзеранова Лариса Константиновна – д-р мед. наук, проф., ФГБУ «НМИЦ эндокринологии им. акад. И.И. Дедова». E-mail: dzeranovalk@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-0327-4619; eLibrary SPIN: 2958-5555

Поступила в редакцию: 10.09.2026
Поступила после рецензирования: 11.09.2026
Принята к публикации: 24.09.2026

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina A. Pigarova – Dr. Sci. (Med.), Dedov National Medical Research Center of Endocrinology. E-mail kpigarova@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6539-466X; eLibrary SPIN: 6912-6331; Scopus Author ID: 55655098500; Researcher Id: T-9424-2018

Adeliia S. Savieva – Medical Resident, Dedov National Medical Research Center of Endocrinology. Email: asavieva2000@mail.ru; ORCID: 0009-0007-0656-7365; eLibrary SPIN: 8633-4711; Scopus Author ID: 59154671800

Larisa K. Dzeranova – Dr. Sci. (Med.), Prof., Dedov National Medical Research Center of Endocrinology. E-mail: dzeranovalk@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-0327-4619; eLibrary SPIN: 2958-5555

Received: 10.09.2026
Revised: 11.09.2026
Accepted: 24.09.2026