

## ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ САМОКОНТРОЛЯ ГЛИКЕМИИ



© Л.А. Суплотова\*, О.О. Алиева

Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень

В 1838 г. G. Rees, врач из Лондона (Guy's Hospital), впервые выделил избыток глюкозы из сыворотки крови больного сахарным диабетом (СД). Диагностика СД развивалась постепенно, следующим шагом стало понимание того, что регулярный контроль показателей глюкозы самим пациентом является неотъемлемой частью терапии СД. Ранее отправной точкой технологии самоконтроля СД было определение содержания глюкозы в моче с помощью химических реакций. Метод не имел большого клинического значения, свидетельствовал лишь о прогрессирующем заболевании. Первая тест-полоска для определения уровня глюкозы крови Dextrostix (Ames-Miles laboratories, США) была представлена в 1964 г. В 1970 г. была создана первая автоматизированная система анализа показателей глюкозы в крови, фотометрический глюкометр the Ames Reflectance Meter (ARM). Со временем технология совершенствовалась, формировались точность, наглядность, комфорт и индивидуальный подход в глюкометрии. Новой главой стало развитие дистанционных технологий и возможность удаленного мониторинга. В настоящее время доступна более продвинутая обработка данных в табличной и графической формах с расчетом 7-, 14-, 30- и 90-дневных средних показателей гликемии. Перспективным направлением является внедрение искусственного интеллекта в управление СД.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сахарный диабет; самоконтроль гликемии; глюкометр; телемедицина

### EVOLUTION OF BLOOD GLUCOSE SELF-MONITORING TECHNOLOGY

© Lyudmila A. Suplotova\*, Oksana O. Alieva

Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

In 1838 G. Rees, a doctor from London (Guy's Hospital), for the first time isolated excess glucose from the blood serum of a patient with diabetes mellitus. Diagnosis of diabetes mellitus gradually developed. The next step was the understanding that regular monitoring of glucose levels by the patient himself is an integral part of diabetes mellitus therapy. The starting point of the technology for self-monitoring of diabetes mellitus was the determination of the glucose content in urine using chemical reactions. The method had no great clinical significance, it only indicated a progressive disease. The first Dextrostix blood glucose test strip (Ames-Miles laboratories, USA) was introduced in 1964. In 1970, the first automated blood glucose analysis system, the Ames Reflectance Meter (ARM), was created. Over time, the technology has been improved, accuracy, visibility, comfort, and an individual approach to glucometry have been formed. A new chapter was the development of remote technologies and the possibility of remote monitoring. More advanced data processing is now available in tabular and graphical form, with the calculation of 7-, 14-, 30-, and 90-day average glycemic values. A promising direction is the introduction of artificial intelligence in the management of diabetes mellitus.

**KEYWORDS:** diabetes mellitus; blood glucose self-monitoring; glucometer; telemedicine

#### АКТУАЛЬНОСТЬ

20 декабря 2006 г. на 61-й Генеральной ассамблее Организации Объединенных Наций была принята Резолюция о необходимости всех стран мира объединиться в борьбе с катастрофически нарастающей эпидемией сахарного диабета (СД) [1]. Распространенность СД по всему миру продолжает неуклонно расти и превышает ранее прогнозируемые уровни [2].

Самоконтроль гликемии признан ценным инструментом в лечении СД [3, 4]. Главной задачей является достижение и поддержание целевых показателей глюкозы крови, чтобы отсрочить или даже предотвратить развитие и прогрессирование осложнений. Стимулом для совершенствования и распространения технологии самоконтроля гликемии стали данные крупных проспективных исследо-

ваний, которые продемонстрировали важность гликемического контроля у пациентов с СД [5–9].

Ресурсом для информационного поиска являлся анализ библиографических баз данных Medline, Embase, Cochrane, журнальных, издательских и web-ресурсов за период около 50 лет. Поиск статей осуществлялся по ключевым словам (в англоязычных базах данных — с соответствующим переводом): сахарный диабет; самоконтроль гликемии; глюкометр, телемедицина. В рассмотрение включались обзорные статьи, метаанализы, клинические исследования, международные консенсусы, клинические рекомендации. Для повышения специфичности и чувствительности поиска использовались логические операторы (AND OR). Найденные по запросу статьи просматривали на предмет их соответствия выбранным критериям, и при положительном результате проводили анализ текста.



**ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ ПЕРВЫХ ГЛЮКОМЕТРОВ**

В 1838 г. G. Rees, врач из Лондона (Guy’s Hospital) впервые выделил избыток глюкозы из сыворотки крови больного СД. В середине 1840-х С.А. Trommer и Н. Fehling независимо друг от друга сообщили о химических методах обнаружения глюкозы в моче на основе его восстанавливающих свойств. В 1908 г. S. Benedict разработал модифицированный тест на глюкозу в моче с медным реагентом. Анализ мочи на основе реакции S. Benedict был введен для домашнего использования в 1925 г. Пробирка и необходимые реагенты выдавались врачом. Техника была сложной, метод был в лучшем случае полуколичественным. Однако это был практически первый тест для самоконтроля СД, хотя он и не имел большого клинического значения: обнаружение глюкозы в моче свидетельствовало лишь о прогрессирующем заболевании. Не было и возможности зарегистрировать гипогликемию [10–12]. Важнейшим достижением было развитие химии сухих реактивов. К концу 1940-х годов Н. Fee разработала тест мочи “dip and read” («погрузи и прочитай»), известный как **Clinistix**. Это был огромный шаг вперед в клинической лаборатории — реагенты для полной окислительной цепи реакций были нанесены на полоску фильтровальной бумаги и могли мгновенно идентифицировать глюкозу мочи [10].

Первая тест-полоска для определения уровня глюкозы в крови **Dextrostix** (Ames-Miles laboratories, США) была представлена в 1964 г. Тест был основан на глюкозооксидазной реакции. Большую каплю крови (приблизительно 50–100 мкл) наносили на пластину с реагентом, через одну минуту поверхностную кровь осторожно смывали, а цвет пластины визуально оценивали по цветовой диаграмме, чтобы получить полуколичественное значение уровня глюкозы в крови. Однако цвета было трудно визуализировать, поскольку на восприятие цвета влияли условия окружающего освещения, а различия в индивидуальной остроте зрения затрудняли получение точных показаний [10]. Эти ограничения послужили толчком к разработке автоматического электронного считывателя тест-полосок для определения уровня глюкозы со стандартизированной точностью и количественными результатами [12]. История развития глюкометров отображена на рис. 1 и 2.

**Фотометрические глюкометры**

Первый глюкометр, **ARM**, с использованием Dextrostix был выпущен в 1970 г. А. Clemens применил ключевой принцип использования отраженного от поверхности сплошной полосы света, который улавливался фотоэлементом для получения сигнала, отображаемого движущейся стрелкой по трем аналоговым шкалам, эквива-



Рисунок 1. История развития глюкометров Contour, Accu-Chek и OneTouch.

лентным 0–4, 4–10 и 10–55 ммоль/л глюкозы крови [13]. Тем не менее нанесение образца крови, метод промывки и промакивания для удаления эритроцитов, а также затрачиваемое время были критическими для точности. Стабильно более высокие результаты были обнаружены в низком диапазоне гликемии [14], заниженные результаты в более высоких диапазонах по сравнению с лабораторными методами. ARM весил 1,2 кг, в основном из-за его корпуса и свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, стоил около 495 долларов и был доступен только для кабинетов врачей и отделений неотложной помощи [10].

В 1972 г. японская компания Kyoto-Daiichi (позже Arkgray) выпустила глюкометр **Eyestone**, который также использовал отражательную фотометрию и тест-полоски Dextrostix. Он имел адаптер переменного тока для сетевого питания, аналоговую шкалу и две стандартные полосы для калибровки. Поскольку он использовал электрическую сеть, он был легче и проще в эксплуатации, чем ARM, и немного дешевле [10]. По сравнению с ARM, Eyestone калибровался при двух различных уровнях глюкозы крови (40 и 300 мг/дл), вместо одного, что увеличивало его точность. Однако уровни глюкозы крови выше 400 мг/дл находились за пределами диапазона данного глюкометра, что ограничивало его клиническое применение, особенно

в диагностике и лечении диабетической комы. В исследованиях подчеркивалась важность обучения операторов и повторной калибровки для получения наиболее точных результатов [15].

В 1974 г. был представлен **Reflomat** (прототип AccuChek) компании Boehringer Mannheim (Германия), фотометрический глюкометр с использованием модифицированной реагентной полосы, требующей гораздо меньшего объема крови (20–30 мкл), доступный для использования самим пациентом. В ходе клинических исследований пациенты считали самоконтроль более информативным, чем анализы мочи; их активное участие в управлении своим заболеванием привело к лучшей мотивации, пониманию своего заболевания и устойчивому улучшению контроля над ним. По завершении одного из клинических исследований у 32 из 67 пациентов были профили, в которых не более одного значения уровня глюкозы в крови превышали 10 ммоль/л [16]. Была доказана польза самоконтроля гликемии для выявления проблем контроля СД, предотвращения гипогликемии и ведения беременности при СД [17].

В 1980-е годы потребительские качества глюкометров активно улучшались: они становились проще в использовании, конструкция компактнее, дизайн разнообразнее; добавлялся новый функционал, например, внутренняя память для хранения результатов измерений.



Рисунок 2. История развития российских глюкометров.

Тест-полоски также совершенствовались, требовались меньшие объемы крови, а некоторые были штрих-кодированы для автокалибровки и обеспечения качества измерений. В 1981 году Ames представил **Glucometer I**, легкий, портативный, работающий от батареи, цифровой глюкометр. Прибор использовал Dextrostix и сохранял данные калибровки, имел сигнал тревоги для высоких результатов (>22,2 ммоль/л) и низкого заряда батареи. Следующим важным шагом было создание системы управления данными **Glucofacts**, которая была связана с **Glucometer M**, а также **Glucometer GX**, наименьшим глюкометром, доступным в 1990 году, для хранения более 300 результатов гликемии с отметкой даты и времени проведенного измерения [10].

Глюкометр с метким названием **OneTouch** («одно касание») был представлен в 1987 г. и считался системой мониторинга уровня глюкозы в крови «второго поколения», поскольку в нем использовалась модифицированная процедура отбора проб. Небольшой объем крови наносился на полоску с реагентом, которая уже была вставлена в глюкометр, и отсчет времени начинался автоматически, а результаты отображались через 45 с. Полоска не требовала промывки, протирания или промакивания, уменьшалось количество действий оператора. Однако небольшое канадское исследование показало, что 30% результатов имели существенную погрешность в сравнении с лабораторным методом [18]. Значительный прогресс произошел с выпуском Lifescan (Johnson & Johnson) **OneTouch II**, фотометрического глюкометра, в котором была устранена необходимость точно определять время нанесения крови на тест-полоску и ее удаления до оценки цвета. Система была проста в эксплуатации, предварительно откалибрована и результат мог быть получен примерно за 45 с. OneTouch II был более надежным, чем его предшественники, и имел возможность хранения 250 результатов. В исследовании для оценки значения функции «памяти» было доказано улучшение мотивации пациентов и гликемического контроля: средний уровень гликированного гемоглобина ( $HbA_{1c}$ ) в течение 12 мес использования глюкометра с данной функцией (6,4%), был значительно ниже, чем в течение 12 мес использования глюкометра без функции «памяти» (6,9%) ( $p=0,0004$ ) [19].

#### Электрохимические глюкометры

Первое описание электрохимического метода измерения глюкозы было сделано Clarke и Lyons в 1962 г.: в результате ферментативной реакции молекула глюкозы отдает два электрона, создающих электрический ток, а прибор измеряет силу тока, отражая результат в мг/дл. Эта концепция была использована при измерении уровня глюкозы в «настольном» глюкометре **Yellow Spring 24AM**, который поступил в продажу в 1970-е гг. [10].

Полезный инструмент оценки показателей глюкометров, error grid analysis (EGA), был разработан Clarke и соавт., что позволило унифицировать оценку точности и повысило клиническую значимость показаний глюкометра. EGA имеет 5 зон точности. Небольшое расхождение между результатом глюкометра и сравнительным лабораторным методом попадает в зоны А или В и не приводит к изменению терапии. Напротив, большие различия попадают в зоны С, D или Е с ошибочным

изменением терапевтической тактики или потенциально опасным отсутствием обнаружения гипогликемии или гипергликемии [20]. Parkes и соавт. видоизменили EGA, чтобы избежать разрывов между зонами точности [21]. Консенсусная сетка ошибок (Consensus Error Grid, CEG) остается важным инструментом для оценки точности глюкометра.

Глюкометр **ExacTech** был выпущен в 1987 г. компанией MediSense. В нем использовалась тест-полоска, содержащая глюкозооксидазу. Глюкометр был доступен в двух очень оригинальных формах: тонкой ручке или карточке размером с кредитную. Анализ сетки ошибок показал, что более 90% показаний глюкометра попали в зону А, т. е. были клинически достоверными [22]. В 1987 г., в связи с более широким использованием систем самоконтроля гликемии, Американская диабетическая ассоциация (ADA — American Diabetes Association) снизила предпочтительное отклонение глюкометра по сравнению с эталонными лабораторными методами до 15% [23].

В 1993 г. в России отцом девочки с СД 1 типа была основана научно-производственная «Компания «ЭЛТА». Через год были получены патенты на первый российский глюкометр и тест-полоски. В 1995 г. на Первом съезде эндокринологов был представлен электрохимический экспресс-измеритель **ПКГ-01 «Сателлит»** [24]. Глюкометр весом 70 г имел диапазон измерения от 2,0 до 25,0 ммоль/л, память на 40 результатов, время измерения 45 с. Объем пробы крови для одного измерения составлял не более 0,03 мл.

Количество небольших портативных глюкометров продолжало расти, и Bayer, Abbott и Roche приобрели компании-первопроходцы Ames, MediSense и Boehringer Mannheim, соответственно в период с 1995 по 1998 г. В двух основных исследованиях, связанных с СД, UKPDS и DCCT [14], мониторинг уровня глюкозы в крови уже рассматривался как неотъемлемая часть терапии СД.

В 1996 г. ADA снизила целевое отклонение между глюкометрами и лабораторным методом до 5% [23]. Это оказалось очень сложной задачей для производителей, было выявлено множество внутренних ограничений и технических трудностей, связанных с аналитической и клинической точностью измерения уровня глюкозы в цельной крови с использованием глюкометров. В 2001 г. в России «Компания «ЭЛТА» зарегистрировала глюкометр **ПКГ-02 «Сателлит»**. Диапазон измерений уже составлял от 1,8 до 35,0 ммоль/л, а время измерения — 40 с [24].

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И КОМФОРТА ТЕХНОЛОГИИ САМОКОНТРОЛЯ ГЛИКЕМИИ

В 2003 г. был выпущен стандарт качества ISO 15197:2003, который соответствует **ГОСТ Р ИСО 15197-2009**, принятому в Российской Федерации (РФ) в 2010 г.

Предъявлялись следующие требования к минимальной точности результатов для глюкометров: «95% отдельных результатов концентрации глюкозы должны попадать в пределы  $\pm 0,83$  ммоль/л (15 мг/дл) от результатов методики измерения изготовителя при концентрациях глюкозы менее 4,2 ммоль/л (менее 75 мг/дл) и в пределах  $\pm 20\%$  при концентрациях глюкозы более или равной 4,2 ммоль/л (более или равной 75 мг/дл)» [25, 26].

Глюкометр **Ascensia Contour** (Bayer, Германия) был выпущен в 2004 г. с тест-полосками, для заполнения которых требовалось 0,6 мкл крови. Предоставляя результаты за 15 с, он был откалиброван по плазме с широким рабочим диапазоном от 0,6 до 33,3 ммоль/л. Глюкометр соответствовал критериям точности ISO 15197:2003 и был признан подходящим для самоконтроля пациентов [27].

В 2006 г. были зарегистрированы российский глюкометр **ПКГ-02.4 «Сателлит Плюс»**, а также автоматическая ручка для скарификатора «Сателлит». Время измерения было сокращено до 20 с. Диапазон показаний был увеличен от 0,6 до 35,0 ммоль/л, а объем памяти до 60 показаний [24]. В многоцентровом клинико-лабораторном исследовании точности анализ данных 482 сравнительных измерений свидетельствовал о том, что глюкометр «Сателлит Плюс» соответствует критериям точности, предъявляемым стандартами ISO 15197:2003 и ГОСТ Р ИСО 15197–2009. Результаты исследования методом анализа сетки ошибок показали, что более 99% результатов измерений находились в зоне клинически точных значений [28]. С 2007 г. «Компания «ЭЛТА» проводит масштабные социальные акции в поддержку людей с СД в регионах России. В 2009 г. глюкометр «Сателлит» вышел за пределы России, был признан в Беларуси, Казахстане, Узбекистане, Украине [23].

Наибольшее развитие в разработке глюкометров было связано с управлением данными и тенденцией к подключению информационных систем. Глюкометры стали проще в использовании благодаря минимальным рабочим операциям, автокалибровке. Стала доступна более продвинутая обработка данных в табличной и графической формах с расчетом 7-, 14-, 30- и 90-дневных средних показателей. Появилась возможность загружать данные самоконтроля гликемии на персональные компьютеры или управлять ими через специализированное программное обеспечение.

Глюкометр **Contour Didget** (2009 г.), можно было подключить к игровой консоли (Nintendo DS), чтобы стимулировать самоконтроль гликемии у детей с СД 1 типа. **Contour USB** (2010 г.) имел функцию plug-and-play для подключения к программному обеспечению Glucofacts Deluxe с расширенными функциями отображения (например, сообщений об ошибках, гипо- и гипергликемии и связи со временем приема пищи). Согласно исследованиям, 99,3% результатов глюкометра соответствовали критериям ISO 15197:2003 [28].

**OneTouch Ultra** (2001 г.) был одним из первых глюкометров, откалиброванных по плазме крови. В многоцентровом исследовании было показано, что 99% результатов были клинически точными и соответствуют ISO 15197:2003 [29]. Японское рандомизированное контролируемое исследование восприятия пациентом различных мест прокола для самоконтроля уровня глюкозы в крови — сравнение места на кончике пальца и места на ладони с использованием глюкометра OneTouch Ultra свидетельствовало о том, что пациенты хотят использовать ладонь в качестве альтернативного места для проведения самоконтроля, но для уменьшения дискомфорта требуются дополнительные технологические достижения в этой области [30]. **OneTouch UltraSmart** обладал большой памятью, что позволяло использовать сохра-

ненные результаты измерений для формирования графиков динамики гликемии непосредственно на экране глюкометра. Также глюкометр позволял вводить данные о самочувствии, физической нагрузке, приемах пищи, приеме лекарств, в том числе инсулина. В рандомизированном контролируемом 16-недельном исследовании было показано, что ведение электронного дневника самоконтроля связано со снижением HbA<sub>1c</sub> на 0,35%, при ведении бумажного дневника самоконтроля на 0,27% ( $p=0,022$ ) [31].

Использование менее болезненных прокальвателей, альтернативных мест для забора крови и возможность повторного нанесения крови на тест-полоску с недостаточным исходным образцом, также сделали жизнь людей с СД более комфортной. MediSense **SoftSense** (2002 г.) был первым полностью автоматизированным глюкометром, использующим вакуум для получения пробы крови, позволяя брать образец из альтернативных мест [1]. В настоящее время разработаны усовершенствованные вакуумные прокальватели, например, **Genteel** (США). В сравнении с обычными не вакуумными устройствами уменьшается болевой эффект, повышается частота самоконтроля, благодаря чему снижается уровень HbA<sub>1c</sub> [32]. В рандомизированном одиночном слепом одноцентровом исследовании отмечалась тенденция к увеличению объема капли крови и выраженности боли с увеличением глубины прокола и диаметра ланцета [33]. Grady M. и соавт. установили, что уменьшение болевых ощущений было связано с комбинацией трех факторов устройства, а именно уменьшением вибрации, меньшим шумом и быстротой срабатывания механизма прокалывания. Кроме того, покрытие ланцет силиконом гарантирует прохождение через кожу с минимальным трением, что ограничивает повреждение тканей и сводит боль к минимуму [34].

Специально разработанный для людей с ослабленным зрением первый «говорящий» глюкометр **SensoCard Plus** вышел в 2008 г. Прибор проговаривал результат измерения, а также другие сообщения и меню на русском языке. Специальная форма тест-полоски позволяла ее легко использовать даже незрячему человеку. На сегодняшний день Всероссийское общество слепых обеспечивает незрячих пациентов такими глюкометрами как **Diacont Voice** с функцией голосового сопровождения, что значительно улучшает качество жизни этих пациентов.

В настоящее время индивидуальные глюкометры должны соответствовать **ГОСТ Р ИСО 15197–2015** (ISO 15197:2013) по аналитической и клинической точности. При уровне глюкозы плазмы  $\geq 5,55$  ммоль/л ( $\geq 100$  мг/дл) 95% измерений должны отклоняться от эталонного анализатора не более чем на  $\pm 15\%$ ; при концентрации глюкозы  $< 5,55$  ммоль/л ( $< 100$  мг/дл) 95% измеренных значений глюкозы должны находиться в пределах  $\pm 0,83$  ммоль/л ( $\pm 15$  мг/дл). 99% результатов должны быть в пределах зон А и В консенсусной сетки ошибок Паркс [35]. Как мы видим, требования к точности глюкометров по сравнению с действовавшим ранее в России ГОСТ Р ИСО 15197:2009 увеличены, но и уровень глюкозы для данной редакции повышен до 5,6 ммоль/л (по сравнению с 4,2 ммоль/л). Точность при повторном нанесении образца оценивалась Harrison B. и Brown D. в лабораторных и клинических исследованиях с глюкометром

Contour Next One: критерии соответствовали разделам 6.3.3 и 8.2 стандарта ISO 15197:2013 соответственно. Результаты были в пределах  $\pm 15$  мг/дл, или  $\pm 15\%$  от эталонных измерений; находились в пределах зоны А согласованной сетки ошибок Паркс. Эти данные показывают, что точность системы сохраняется при повторном нанесении образца [36].

В 2012 г. вышел глюкометр **ПКГ-03 «Сателлит Экспресс»**. Время измерения составляет 7 с, требуемый объем крови — 1 мкл [24]. Было проведено исследование оценки точности при использовании глюкометра у группы детей с СД в возрасте от 1 мес до 17 лет ( $n=105$ ). При сравнительном анализе 660 проб крови по сетке ошибок было установлено, что все отклонения значений гликемии, полученных на глюкометре Сателлит Экспресс, оказались в зонах А (99,7% — клинически верные значения) и В (0,3% — безопасные отклонения). Пределы допустимой системной погрешности измерений, соответствующих требованиям ГОСТ Р ИСО 15197–2015, составили 96,8% отклонений показаний глюкометра от референсных значений, что соответствует зонам клинически верных и безопасных отклонений [37]. Также использование глюкометра Сателлит Экспресс показало в исследовании приемлемую диагностическую точность в условиях кетоза и кетоацидоза [38].

На сегодняшний день в РФ доступны современные глюкометры Contour, Accu-Chek, OneTouch, eBsensor, а также Arkray, Diacont, SelfyCheck, Сателлит и др. Некоторые из них оснащены цветовым помощником в виде индикатора целевого диапазона гликемии (a color range indicator — CRI) или графической анимацией результатов. Целевой диапазон составляет от 3,9 до 10 ммоль/л и отображается обычно зеленым цветом или улыбающимся эмодзи; значения гликемии выше и ниже целевого диапазона — другими цветами или грустным эмодзи. Наличие CRI улучшает способность пациентов с СД интерпретировать показания, определять закономерности, побуждает предпринять больше действий и облегчает понимание контроля СД [39, 40]. Функция подсветки экрана и области введения тест-полоски может значительно облегчить проведение тестирования в условиях недостаточной освещенности и у пациентов со сниженным зрением. Наличие у ряда глюкометров выталкивателя тест-полоски, который позволяет удалять использованную полоску после проведенного теста без контакта с ней исключает контакт с биологическим материалом. Кроме того, данная функция облегчает удаление использованной тест-полоски из глюкометра для людей с нарушениями мелкой моторики.

#### Эра дистанционного мониторинга самоконтроля гликемии

Новым этапом стало появление глюкометров, передающих данные об уровне глюкозы крови в установленном на смартфон специальное мобильное приложение, откуда они могут быть переданы для дистанционного мониторинга. С 2011 г. выпускались такие системы дистанционного мониторинга самоконтроля гликемии, как iBGStar®, The Glucoonline® system, mySugr, Livongo.

Глюкометр **iBGStar®** (Sanofi, Франция) в сочетании с приложением Diabetes Manager позволял импортировать показания гликемии в смартфон, где они могли быть дополнены информацией, касающейся приема пищи,

введения инсулина, физической активности, принимаемых лекарств и другими заметками. Приложение также обеспечивало обмен данными с лечащим врачом [41]. В одноцентровом рандомизированном клиническом исследовании, проведенном Garg S.K. и соавт. [42], а также в многоцентровом открытом рандомизированном исследовании i-NewTrend [43], использование мобильного приложения Diabetes Manager в течение 6 мес наблюдения привело к значительному улучшению гликемического контроля по сравнению с контрольной группой на традиционном самоконтроле, без увеличения риска гипогликемии [41, 42].

**The Glucoonline® system**, кроме того, имела удаленный сервер с системой поддержки принятия решений (СППР), выполняющий всесторонний анализ данных и обеспечивающий оперативную обратную связь с пациентом. В итальянском проспективном рандомизированном контролируемом исследовании использование the Glucoonline® system привело к снижению  $HbA_{1c}$  на 0,38% по сравнению с исходным уровнем и более высокой доле пациентов, достигших целевого уровня  $HbA_{1c}$  менее 7,0%, по сравнению с традиционным самоконтролем гликемии [44].

Отличительной особенностью мобильного приложения **mySugr** (Accu-Chek) является возможность немедленного доступа к сертифицированным преподавателям школы СД, когда это необходимо. Также с помощью алгоритмов, которые обнаруживают проблемные профили глюкозы, выявляются и контролируются пациенты из групп риска. Эта услуга вместе с подключенным устройством и неограниченным количеством тест-полосок, доставляемых непосредственно к двери пользователя, составляет пакет mySugr Bundle, расходы на который возмещаются налогоплательщиками и системами здравоохранения как в Европейском Союзе, так и в Соединенных Штатах Америки (США). Приложение использует компоненты поведенческой психологии, развернутые в виде игровой механики, такие как задачи и прямые циклы положительной обратной связи через аватары, и в то же время охватывает все данные о СД и функции, необходимые для эффективного лечения [45].

Глюкометр **Livongo** (США) работает одновременно как шагомер, интегрируется с «умными» часами Apple, Fitbit и Samsung, позволяет делиться данными с врачом, а также интегрировать эту информацию непосредственно в электронную медицинскую карту. Взаимодействие между пациентами и сертифицированным членом команды Livongo происходит, когда значение гликемии, передаваемое через глюкометр, превышает 22,2 ммоль/л или ниже 2,8 ммоль/л, или любые другие выбранные пороговые значения. Также существуют алгоритмические персонализированные сообщения, которые отправляются через глюкометр в ответ на каждое измерение гликемии. Например, если уровень глюкозы крови ниже 2,8 ммоль/л, сообщение на глюкометре будет выглядеть так: «Ваши показания очень низкие, выпейте 4 унции сока или примите 4 таблетки глюкозы и снова проверьте уровень глюкозы крови через 15 минут» [44]. В 12-месячном рандомизированном перекрестном исследовании Amante D.J. и соавт. пациентов с плохо контролируемым СД 2 типа изменение  $HbA_{1c}$  наблюдалось в обеих группах через 6 мес, при этом дистанционный

мониторинг самоконтроля гликемии улучшал среднее значение  $HbA_{1c}$  на 1,1% (SD 1,5;  $p < 0,001$ ), а традиционный самоконтроль — на 0,8% (SD 1,5;  $p < 0,001$ ). После кроссовера у тех, кто вернулся к обычному лечению, не наблюдалось значительных изменений среднего уровня  $HbA_{1c}$  ( $p = 0,41$ ), в то время как у тех, кто перешел на дистанционный мониторинг, наблюдалось дополнительное улучшение  $HbA_{1c}$  на 0,4% (SD 1,0;  $p = 0,008$ ) [47].

Первый российский глюкометр с возможностью дистанционного мониторинга показателей самоконтроля гликемии **Сателлит Online** был представлен на II Всероссийском форуме с международным участием «Обращение медицинских изделий «NOVAMED-2022», в декабре 2022 года получил регистрационное удостоверение. Требуемый объем крови для анализа составляет 1 мкл, время измерения 7 с, объем памяти — до 900 показаний, также глюкометр оборудован технологией передачи данных по Bluetooth®. Система дистанционного мониторинга самоконтроля гликемии Сателлит Online также включает в себя мобильное приложение для смартфонов на базе операционных систем Android и iOS с одноименным названием и облачное хранилище vdiabete.com для сбора и обработки данных. Существует возможность добавления наблюдателей, выгрузки отчетов за 14-дневный период с расчетным временем в целевом диапазоне (dTIR — derived time in range), временем выше (dTAR — derived time above range) и ниже целевого диапазона (dTBR — derived time below range), отражением введенных пациентом сведений электронного дневника самоконтроля (средний уровень гликемии, количество измерений, употребленных хлебных единиц (доступен справочник продуктов питания и готовых блюд), введенного инсулина, данные о физической активности). Важным событием стала интеграция показаний самоконтроля гликемии из облачного хранилища vdiabete.com в электронную медицинскую карту пациента, что значительно упрощает удаленный мониторинг для врача.

В РФ реализуется проект «Персональные медицинские помощники» согласно «Стратегии цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 г. и на плановый период до 2030 года», который предусматривает создание цифровой платформы для обмена и обработки информации о функциональных параметрах пациентов, полученной от медицинских приборов. Глюкометр Сателлит Online участвует в территориальном пилотном проекте по дистанционному мониторингу самоконтроля гликемии пациентов с СД в субъекте РФ с ноября 2022 г., а также в пилотном проекте по дистанционному наблюдению за показателями здоровья больных с СД в рамках Федерального проекта «Персональные медицинские помощники». Данные из приложения поступают на единую платформу, которая используется медицинскими работниками для просмотра результатов самоконтроля гликемии, сведений о получаемой терапии и питании пациентов с возможностью вывода отчетов. Планируется создание единого центра дистанционного мониторинга, который будет предусматривать автоматическое онлайн выявление событий, требующих вмешательств, круглосуточное экстренное реагирование, операторскую и техническую поддержку. Кроме того, центр обеспечит интерпретацию результатов мониторинга врачом-консультантом и формирование предварительного заключения, которое в дальнейшем

может быть предоставлено лечащему врачу данного пациента. Согласно данным систематического обзора и метаанализа использование телемедицинских технологий может быть сопоставимо по эффективности с очной консультацией врача. Кроме того, телемедицина предоставляет потенциальные преимущества в отношении доступа к медицинскому обслуживанию в сельских и отдаленных районах, а также для маломобильных пациентов, возможность экономии времени и средств [48].

### Искусственный интеллект в контроле СД

Искусственный интеллект — наука и технология создания интеллектуальных систем, то есть систем, способных выполнять функции, ранее свойственные только человеку: в их числе способность правильно интерпретировать внешние данные, извлекать уроки из таких данных и использовать полученные знания для достижения конкретных целей и задач при помощи гибкой адаптации [49]. Компания Ascensia Diabetes Care благодаря сотрудничеству с программной платформой SNAQ в 2023 году добавила автоматизированный анализ пищи к своим глюкометрам с поддержкой Bluetooth. После того как пользователь делает снимок тарелки с едой, искусственный интеллект приложения SNAQ автоматически идентифицирует продукты и рассчитывает содержание белков, жиров и углеводов. В течение дня приложение получает данные самоконтроля, отмечает на графике время приема пищи, помогая проиллюстрировать, как определенные продукты повлияли на уровень глюкозы крови.

Первые данные тестирования данной концепции получены Schönerberger K.A. и соавт. на 8 пациентах, подверженных постбариатрической гипогликемии и подключенных к непрерывному мониторингу гликемии. Использование приложения SNAQ в рамках консультирования по вопросам питания может быть многообещающей технологией, поскольку она устраняет необходимость в трудоемких и подверженных ошибкам дневниках питания, предоставляет информацию о потреблении пищи в режиме реального времени и позволяет персонализировать рекомендации [50].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Регулярный самоконтроль гликемии — важный компонент терапии СД. С момента появления первых глюкометров в 1970-х годах до наших дней технология самоконтроля непрерывно развивается. Современные глюкометры соответствуют высоким стандартам аналитической и клинической точности, требуют намного меньшего объема крови и дают результат за несколько секунд, учитывают индивидуальные особенности пользователя. Совершенствуются приспособления и методика забора капли крови, в том числе из альтернативных мест. Кроме того, различные мобильные приложения и специализированные платформы позволяют людям с СД эффективнее контролировать свой уровень глюкозы в крови, питание и уровень физической нагрузки, а также предоставляют возможность осуществлять дистанционный мониторинг. Все это повышает удобство самоконтроля гликемии, расширяет доступ к информации и оказывает поддержку для людей, живущих с СД.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источники финансирования.** Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Участие авторов.** Суплотова Л. А. — внесение в рукопись существенной правки с целью повышения научной ценности статьи; Алиева О.О. — сбор, обработка и анализ литературных данных, написание основного текста статьи. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Резолюция ООН по сахарному диабету // *Сахарный диабет*. — 2007. — Т. 10. — №1. — С. 2-3. [Resolution on diabetes mellitus from United Nations organization. *Diabetes mellitus*. 2007;10(1):2-3. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/2072-0351-5906>
2. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 10th ed. 2021 [cited 05.12.2023]. Available from: <https://diabetesatlas.org/>
3. Poolsup N, Suksomboon N, Rattanasookchit S. Meta-analysis of the benefits of self-monitoring of blood glucose on glycemic control in type 2 diabetes patients: an update. *Diabetes Technol Ther*. 2009;11(12):775-784. doi: <https://doi.org/10.1089/dia.2009.0091>
4. Skeie S, Kristensen GB, Carlsen S, Sandberg S. Self-monitoring of blood glucose in type 1 diabetes patients with insufficient metabolic control: focused self-monitoring of blood glucose intervention can lower glycated hemoglobin A1C. *J Diabetes Sci Technol*. 2009;3(1):83-88. doi: <https://doi.org/10.1177/193229680900300109>
5. Nathan DM, Genuth S, Lachin J, et al. Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 1993;329(14):977-986. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJM199309303291401>
6. Gubitosi-Klug RA, Diabetes Control and Complications Trial (DCCT)/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications (EDIC) study research group. Intensive diabetes treatment and cardiovascular outcomes in type 1 diabetes: The DCCT/EDIC study 30-year follow-up. *Diabetes Care*. 2016;39(5):686-693. doi: <https://doi.org/10.2337/dc15-1990>
7. King P, Peacock I, Donnelly R. The UK prospective diabetes study (UKPDS): clinical and therapeutic implications for type 2 diabetes. *Br J Clin Pharmacol*. 1999;48(5):643-648. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2125.1999.00092.x>
8. Ohkubo Y, Kishikawa H, Araki E, et al. Intensive insulin therapy prevents the progression of diabetic microvascular complications in Japanese patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus: a randomized prospective 6-year study. *Diabetes Res Clin Pract*. 1995;28(2):103-117. doi: [https://doi.org/10.1016/0168-8227\(95\)01064-K](https://doi.org/10.1016/0168-8227(95)01064-K)
9. Laiteerapong N, Ham SA, Gao Y, et al. The legacy effect in type 2 diabetes: impact of early glycemic control on future complications (The Diabetes & Aging Study). *Diabetes Care*. 2019;42(3):416-426. doi: <https://doi.org/10.2337/dc17-1144>
10. Clarke SF, Foster JR. A history of blood glucose meters and their role in self-monitoring of diabetes mellitus. *Br J Biomed Sci*. 2012;69(2):83-93. doi: <https://doi.org/10.1080/09674845.2012.12002443>
11. March CA, Libman IM, Becker DJ, Levitsky LL. From antiquity to modern times: A history of diabetes mellitus and its treatments. *Horm Res Paediatr*. 2022;95(6):593-607. doi: <https://doi.org/10.1159/000526441>
12. Selea Zivojinovic A. Blood Glucose Monitoring. In: *Basics of Hypoglycemia*. IntechOpen; 2022;42:416-426. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.105605>
13. Mazzaferri EL, Skillman TG, Lanese RR, Keller MP. Use of test strips with colour meter to measure blood-glucose. *Lancet*. 1970;1(7642):331-333. doi: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(70\)90706-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(70)90706-3)
14. Cavell B, Svenningsen N, Thulin T, Scherstén B. Rapid detection of neonatal hypoglycaemia. Evaluation of dextrostix reflectance meter system. *Arch Dis Child*. 1973;48(5):398-400. doi: <https://doi.org/10.1136/adc.48.5.398>
15. Schersten B, Kuhl C, Hollender A, Ekman R. Blood glucose measurement with Dextrostix and new reflectance meter. *Br Med J*. 1974;3(5927):384-387. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.3.5927.384>
16. Walford S, Gale EA, Allison SP, Tattersall RB. Self-monitoring of blood-glucose. Improvement of diabetic control. *Lancet*. 1978;1(8067):732-735. doi: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(78\)90855-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(78)90855-3)
17. Irsigler K, Bali-Taubald C. Self-monitored blood glucose: the essential biofeedback signal in the diabetic patient's effort to achieve normoglycemia. *Diabetes Care*. 1980;3(1):163-170. doi: <https://doi.org/10.2337/diacare.3.1.163>
18. Leroux ML, Desjardins PR. Ward level evaluation of the "One Touch" glucose meter. *Clin Chem*. 1988;34(9):1928-1928. doi: <https://doi.org/10.1093/clinchem/34.9.1928a>
19. Strowig SM, Raskin P. Improved glycemic control in intensively treated type 1 diabetic patients using blood glucose meters with storage capability and computer-assisted analyses. *Diabetes Care*. 1998;21(10):1694-1698. doi: <https://doi.org/10.2337/diacare.21.10.1694>
20. Clarke WL, Cox D, Gonder-Frederick LA, et al. Evaluating clinical accuracy of systems for self-monitoring of blood glucose. *Diabetes Care*. 1987;10(5):622-628. doi: <https://doi.org/10.2337/diacare.10.5.622>
21. Parkes JL, Slatin SL, Pardo S, Ginsberg BH. A new consensus error grid to evaluate the clinical significance of inaccuracies in the measurement of blood glucose. *Diabetes Care*. 2000;23(8):1143-1148. doi: <https://doi.org/10.2337/diacare.23.8.1143>
22. Ross D, Heinemann L, Chantelau EA. Short-term evaluation of an electro-chemical system (ExacTech) for blood glucose monitoring. *Diabetes Res Clin Pract*. 1990;10(3):281-285. doi: [https://doi.org/10.1016/0168-8227\(90\)90071-z](https://doi.org/10.1016/0168-8227(90)90071-z)
23. Tonyushkina K, Nichols JH. Glucose meters: a review of technical challenges to obtaining accurate results. *J Diabetes Sci Technol*. 2009;3(4):971-980. doi: <https://doi.org/10.1177/193229680900300446>
24. eltaltd.ru [Интернет]. *История компании*. [eltaltd.ru [Internet]. *Istoriya kompanii*. (In Russ.)]. Доступно по: <https://eltaltd.ru/about/>. Ссылка активна на 26.05.2023.
25. International Organization for Standardization. *In vitro diagnostic test systems for blood glucose monitoring systems for self-testing in managing diabetes mellitus*. Geneva: ISO; 2003.
26. ГОСТ Р ИСО 15197-2009. Системы диагностические in vitro. Требования к системам мониторинга наблюдения за концентрацией глюкозы в крови для самоконтроля при лечении СД. [State Standard R ISO 15197-2009. In vitro diagnostic test systems. Requirements for blood-glucose monitoring systems for self-testing in managing diabetes mellitus (In Russ.)].
27. Harrison B, Leazenby C, Halldorsdottir S. Accuracy of the CONTOUR® blood glucose monitoring system. *J Diabetes Sci Technol*. 2011;5(4):1009-1013. doi: <https://doi.org/10.1177/193229681100500425>
28. Ильясов И.Р., Картавенков С.А., Мищенко Б.П., Смирнов В.А. Многоцентровое клинико-лабораторное исследование точности портативного глюкометра «Сателлит Плюс» // *Клиническая лабораторная диагностика*. — 2012. — №8. — С. 23-25 [Ilyasov IR, Kartavenkov SA, Mishchenko BP, Smirnov VA. Mnogocentrovoye kliniko-laboratornoye issledovanie tochnosti portativnogo glukometra «Satellit Pljus». *Klin Lab Diagn*. 2012;(8):23-25 (In Russ.)].
29. The Diabetes Research In Children N. A Multicenter Study of the Accuracy of the One Touch® Ultra® Home Glucose Meter in Children with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2003;5(6):933-941. doi: <https://doi.org/10.1089/152091503322640971>
30. Ito T, Kamoi K, Minagawa S, et al. Patient perceptions of different lancing sites for self-monitoring of blood glucose: a comparison of fingertip site with palm site using the OneTouch Ultra Blood Glucose Monitoring System. *J Diabetes Sci Technol*. 2010;4(4):906-910. doi: <https://doi.org/10.1177/193229681000400420>

31. Laffel LM, Hsu WC, McGill JB, et al. Continued use of an integrated meter with electronic logbook maintains improvements in glycemic control beyond a randomized, controlled trial. *Diabetes Technol Ther.* 2007;9(3):254-264. doi: <https://doi.org/10.1089/dia.2006.0021>
32. Kesavadev J, Chandran GB, Basanth A, et al. Comparing the benefits of applying a vacuum assisted lancing device in reducing lancing pain, improving self-monitoring frequency and reducing HbA1c in people with diabetes. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev.* 2023;17(3):102731. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2023.102731>
33. Mianowska B, Mlynarski W, Szadkowska I, Szadkowska A. Evaluation of three lancing devices: What do blood volume and lancing pain depend on? *J Diabetes Sci Technol.* 2021;15(5):1076-1083. doi: <https://doi.org/10.1177/1932296820949930>
34. Grady M, Lamps G, Shemain A, et al. Clinical evaluation of a new, lower pain, one touch lancing device for people with diabetes: virtually pain-free testing and improved comfort compared to current lancing systems. *J Diabetes Sci Technol.* 2021;15(1):53-59. doi: <https://doi.org/10.1177/1932296819856665>
35. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом (10-й выпуск) // *Сахарный диабет.* — 2021. — Т. 24 — №51 — С. 1-235. [Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AYU, et al. Standards of specialized diabetes care (10-th edition). *Diabetes Mellitus.* 2021;24(51):1-235 (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/DM12802>
36. Harrison B, Brown D. Accuracy of a blood glucose monitoring system that recognizes insufficient sample blood volume and allows application of more blood to the same test strip. *Expert Rev Med Devices.* 2020;17(1):75-82. doi: <https://doi.org/10.1080/17434440.2020.1704253>
37. Дианов О.А., Мальцев В. В., Мурина Е.С., Анфилов И.С. Оценка точности при использовании глюкометра Сателлит Экспресс для контроля гликемии у детей с сахарным диабетом // *Проблемы Эндокринологии.* — 2019. — Т. 65. — №6. — С. 436-443. [Dianov O.A., Maltsev V.V., Murina E.S., Anfilov I.S. Accuracy assessment of the blood glucose meter «Satellite Express» for glycemic control in children with diabetes. *Problems of Endocrinology.* 2019;65(6):436-443. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/probl12311>
38. Курникова И.А., Уалиханова А.У., Моргунов Л.Ю., и др. Оценка эффективности использования средств гликемического контроля в условиях неудовлетворительной компенсации сахарного диабета. *Проблемы Эндокринологии.* — 2017. — Т. 63. — №1. — С. 23-29. [Kurnikova IA, Ualihanova AU, Morgunov LY, et al. Evaluation of the efficiency of using glucose monitoring devices upon unsatisfactory diabetes compensation. *Problems of Endocrinology.* 2017;63(1):23-29. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/probl201763123-29>
39. Grady M, Katz LB, Levy BL. Use of blood glucose meters featuring color range indicators improves glycemic control in patients with diabetes in comparison to blood glucose meters without color (ACCENTS Study). *J Diabetes Sci Technol.* 2018;12(6):1211-1219. doi: <https://doi.org/10.1177/1932296818775755>
40. Al Hayek A, Alwin Robert A, Al Dawish M. Clinical characteristics and glucose monitoring satisfaction associated with blood glucose meter featuring color range indicator in patients with type 2 diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* 2021;15(1):188-190. doi: <https://doi.org/10.1177/1932296820934883>
41. Nicolucci A, Rossi MC, Cherubini V, et al. Comparative efficacy of iBGStar™ glucose meter vs. a traditional glucose meter in type 1 diabetes. *J Diabetes Metab.* 2014;5(6): 382. doi: <https://doi.org/10.4172/2155-6156.1000382>
42. Garg SK, Shah VN, Akturk HK, et al. Role of mobile technology to improve diabetes care in adults with type 1 diabetes: The remote-T1D study iBGStar® in type 1 diabetes management. *Diabetes Ther.* 2017;8(4):811-819. doi: <https://doi.org/10.1007/s13300-017-0272-5>
43. Di Bartolo P, Nicolucci A, Cherubini V, et al. Young patients with type 1 diabetes poorly controlled and poorly compliant with self-monitoring of blood glucose: can technology help? Results of the i-NewTrend randomized clinical trial. *Acta Diabetol.* 2017;54(4):393-402. doi: <https://doi.org/10.1007/s00592-017-0963-4>
44. Di Molletta S, Patruno P, Cormio S, et al. A telemedicine-based approach with real-time transmission of blood glucose data improves metabolic control in insulin-treated diabetes: the DIAMONDS randomized clinical trial. *J Endocrinol Invest.* 2022;45(9):1663-1671. doi: <https://doi.org/10.1007/s40618-022-01802-w>
45. Debong F, Mayer H, Kober J. Real-world assessments of mySugr mobile health app. *Diabetes Technol Ther.* 2019;21(52): S235-S240. doi: <https://doi.org/10.1089/dia.2019.0019>
46. Bollyky JB, Bravata D, Yang J, et al. Remote lifestyle coaching plus a connected glucose meter with certified diabetes educator support improves glucose and weight loss for people with type 2 diabetes. *J Diabetes Res.* 2018;2018:1-7. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/3961730>
47. Amante DJ, Harlan DM, Lemon SC, et al. Evaluation of a diabetes remote monitoring program facilitated by connected glucose meters for patients with poorly controlled type 2 diabetes: randomized crossover trial. *JMIR Diabetes.* 2021;6(1):e25574. doi: <https://doi.org/10.2196/25574>
48. Speyer R, Denman D, Wilkes-Gillan S, et al. Effects of telehealth by allied health professionals and nurses in rural and remote areas: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med.* 2018;50(3):225-235. doi: <https://doi.org/10.2340/16501977-2297>
49. Климонтов В.В., Бериков В.Б., Сайк О.В. Искусственный интеллект в диабетологии // *Сахарный диабет.* — 2021. — Т. 24. — №2. — С. 156-166. [Klimontov VV, Berikov VB, Saik OV. Artificial intelligence in diabetology. *Diabetes mellitus.* 2021;24(2):156-166. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/DM12665>
50. Schönenberger KA, Cossu L, Prendin F, et al. Digital solutions to diagnose and manage postbariatric hypoglycemia. *Front Nutr.* 2022;(9). doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.855223>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

\***Суплотова Людмила Александровна**, д.м.н., профессор [Lyudmila A. Suplotova, MD, PhD, Professor];  
адрес: Россия, 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, д. 54 [address: 54 Odesskaya street, 625023 Tyumen, Russia];  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9253-8075>; eLibrary SPIN: 1212-5397; e-mail: [suplotoval@mail.ru](mailto:suplotoval@mail.ru)

**Алиева Оксана Олимжоновна**, аспирант [Oksana O. Alieva, PhD student];  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1232-3806>; eLibrary SPIN: 9487-3834; e-mail: [dr.alieva@inbox.ru](mailto:dr.alieva@inbox.ru)

## ЦИТИРОВАТЬ:

Суплотова Л.А., Алиева О.О. Эволюция технологии самоконтроля гликемии // *Сахарный диабет.* — 2023. — Т. 26. — №6. — С. 566-574. doi: <https://doi.org/10.14341/DM13063>

## TO CITE THIS ARTICLE:

Suplotova LA, Alieva OO. Evolution of blood glucose self-monitoring technology. *Diabetes Mellitus.* 2023;26(6):566-574. doi: <https://doi.org/10.14341/DM13063>