

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕЛОВЕКА

К.А. Изотова, А.А. Сидорова
Томский политехнический университет
E-mail: kai7@tpu.ru

Введение

Одной из превалирующих и первостепенных наук в истории человечества, зародившейся ещё до нашей эры, была и остаётся по сегодняшний день, безусловно, медицина. Однако, с развитием общества, появляются новые отрасли науки, одной из которых является информационные технологии, повсеместно внедряющейся во все ветви цивилизации. В результате этого преобразования возникло новое направление, именуемое сегодня, как биотехнические системы.

Биотехнические системы – направление науки, предназначенное для поиска прорывных технологий по дистанционному мониторингу показателей жизненно важных функций организма и включающее в себя биологические и технические подсистемы, функционирующие совместно для достижения общей цели.

В данной статье будет рассмотрено создание системы для отслеживания жизненно важного параметра человека – уровень глюкозы.

Постановка проблемы

Известно, что превышение уровня глюкозы приводит к возникновению болезни сахарный диабет. Согласно данным Минздрава, за последние пять лет число пациентов, страдающих от этой болезни возросло на 23%.

С каждым годом эта цифра только увеличивается и всё большее количество населения нуждается в вводе гормона инсулин, регулирующего в свою очередь содержание сахара в крови. Доза и частота введения внутрь человека инсулин индивидуальны, иногда человеку необходимо измерять и вводить инсулин до 5-6 раз ежедневно [1]. Очевидно, что в таком случае жизнь человека, болеющего сахарным диабетом, значительно ограничена. Ввиду этого, одним из возможных решений поставленной проблемы это создание биотехнической системы, постоянно отслеживающей уровень сахара в крови и вводящей необходимое количество инсулина при текущем уровне сахара человека.

Описание системы

Как уже было сказано ранее, в данной работе предлагается создание системы, отслеживающей уровень сахара в крови человека и вводящей внутрь инсулин при необходимости.

Рассмотрим биотехническую систему S в виде совокупности взаимосвязанных биологических и технических элементов, объединенных между

собой в сложную функциональную систему закрытого типа детерминированного поведения:

$$S = \{P_C, P_A, P_O\},$$

где P_C – организм человека, P_A – аппаратура, используемая для ввода инсулина и анализа текущего состояния сахара в крови; P_O – оператор (на начальных стадиях система будет полностью контролироваться человеком).

Исходя из этого, в качестве объекта управления будет выступать уровень сахара в крови, управляющее воздействие будет определяться специальным датчиком, срабатывающем в случае необходимого ввода инсулина.

В разработке системы для исследования уровня глюкозы в крови человека данные об уровне сахара и доза вводимого инсулина будут регистрироваться и передаваться на ПК или специальное приложение, синхронизированное с датчиком.

Схема первоначальной системы представлена на рисунке.



Рис. Схема системы для исследования биотехнической системы уровня сахара в крови человека

Крайне важным этапом для людей, страдающих рассматриваемым недугом, является определение уровня глюкозы в крови в клинико-диагностических лабораториях. Однако, постоянные посещения клиники просто невозможны для болеющих, ввиду чего единственным исходом для поддержания нормальной жизнедеятельности организма человека является измерение уровня глюкозы в домашних условиях [2].

Для единства представлений и практической пользы нужно определить целевые функции и критерии корректной работы системы, системные связи и разработать обобщенные модели структур коррекции уровня сахара в крови человека.

Исходя из всего вышесказанного, рассмотрим возможные способы измерения исследуемого параметра–уровня глюкозы в организме.

Сегодня измерения глюкозы производится за счет прокалывания пальца и последующего применения капельки крови к тест-полоске,

состоящей из химических веществ, чувствительных к глюкозе в образце крови. Впоследствии, оптический измеритель, иное его название глюкометр, применяется для анализа крови и выдает числовое значение содержания сахара в крови [2].

Тем не менее, современные методы лабораторной и функциональной диагностики предполагают обширное развитие неинвазивного способа взятия крови для последующего анализ. Данный способ только зарождается и постепенно внедряется в медицине, однако, имеет огромное преимущество над традиционными методами, ввиду исключения, внесения в организм болезнетворных микробов и различных вирусов, освобождения от болевых и неприятных ощущений.

Одним из продуктов неинвазивного способа измерения уровня глюкозы является специальные контактные линзы, измеряющие уровень глюкозы в слезной жидкости (а не в крови). Главное преимущество этого способа состоит в постоянном измерении, что позволяет всегда своевременно вводить инсулин и избегать болезнетворных инцидентов [2].

Ещё одним способом измерения сахара в крови, разработанным летом прошлого года, является определение уровня глюкозы в крови по анализу пота. Ученые МГУ им. Ломоносова доказали, что для мониторинга диабета достаточно лишь корреляции между потом и кровью. Был разработан прототип специального биосенсора [3].

Преимущества работы системы

Основным достоинством разрабатываемой системы является дистанционное обследование, заключающееся во взятии крови и определении уровня сахара, своевременный ввод необходимого количества инсулина, сохранение истории и количества ввода инсулина.

Быстродействие разрабатываемой биотехнической системы характеризуется временем достижения необходимого клинического результата (в ряду ситуаций требования быстродействия является переломным для дальнейшего функционирования всего организма в целом).

В дальнейшем данная система будет отвечать такому требованию, как индивидуальность нормализующего воздействия, подразумевающее собой возможность управления данной системой в зависимости от поставленных оператором (врачом) клинических задач и индивидуальных особенностей организма человека.

Воспроизводимость воздействия нормализации уровня глюкозы оценивается конечным уровнем сахара (достижением заданного клинического результата) за определённое время в текущем режиме функционирования работы биотехнической системы.

Вопрос безопасности рассматриваемой системы напрямую определяется отсутствием у человека осложнений физиологического и психологического состояний организма, связанных с негативным воздействием используемых технических средств. Возможные осложнения могут быть непосредственного характера и отдаленного: в первом случае они возникают во время ввода инсулина, во втором – после проведения процедуры.

Одним из перспективных направлений будущего совершенства технической составляющей рассматриваемой биотехнической системы может быть создание системы, контролирующей больший спектр показателей текущего состояния организма и выявления отклонений от нормы на начальных стадиях развития возможного недуга, а также полностью дистанционное управление с рядом рекомендаций для поддержания нормального уровня основных жизненно важных параметров человека.

Заключение

На сегодняшний день существуют различные системы и технические средства по регулированию такого жизненно важного параметра человека как уровень глюкозы, однако, многие из этих средств имеют малофункциональную направленность либо не поддерживают дистанционное управление. Таким образом привязывают человека к постоянному мониторингу уровню сахара и вводу инсулина клиничко-диагностическими методами.

Предлагаемая в данной работе система является универсальной, основывается на общности конечной цели, структурном единстве биотехнической системы и функциональной взаимосвязи составляющих элементов.

Особенно следует уделить внимание формированию системного подхода, систематизации и обобщению теоретических и практических результатов в сфере медико-технических технологий с использованием носимого технического устройства для постоянного мониторинга и необходимой нормализации рассматриваемого параметра (уровня сахара в крови).

Список использованных источников

1. Сахарный диабет [Электронный ресурс] // URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/diabetes> (дата обращения: 29.12.2019).
2. Неинвазивные методы измерения сахара в крови [Электронный ресурс] // URL: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/22278/1/conference_tpu-2015-C18-014.pdf (дата обращения (30.12.2019)).
3. В России разработали новый метод определения уровня глюкозы в крови по анализу пота [Электронный ресурс] // URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/6706782> (дата обращения (30.12.2019)).