

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИОМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ INFORMATION TECHNOLOGIES IN BIOMEDICAL SYSTEMS

УДК 004.03

**С. М. Авдошин**, канд. техн. наук, проф., руководитель департамента программной инженерии факультета компьютерных наук, savdoshin@hse.ru,  
**Е. Ю. Песоцкая**, канд. экон. наук, доц., epesotskaya@hse.ru,  
Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики" (НИУ ВШЭ)

## Экосистемы мобильной медицины

*В настоящее время уделяется большое внимание развитию мобильных экосистем — совокупности организаций, поставщиков платформ, разработчиков программного обеспечения, а также производителей мобильных устройств и конечных пользователей. Экосистемы мобильной медицины — явление новое, особенно в России. Тем не менее, многие крупные компании проявляют большой интерес и видят потенциал в объединении мобильной индустрии и здравоохранения. В работе рассмотрены предпосылки, примеры и возможности развития мобильных экосистем в области медицины на Западе и в России.*

**Ключевые слова:** экосистема, мобильная медицина, платформа, приложение, сервисы, здравоохранение, электронная медицинская карта

### Введение

В последнее время термин "экосистема" набирает все большую популярность как в области бизнеса, так и в области программной инженерии. Некоторые зарубежные авторы определяют экосистему как "...совокупность предприятий, функционирующих как единое целое и взаимодействующих на общем рынке программного обеспечения и услуг, а также отношений между ними" [5]. Концепцию экосистемы можно применять в случае сотрудничества различных производителей программного и аппаратного обеспечения на конкретном рынке или в рамках совместной работы с открытым кодом. В результате компании производят новые программные продукты на основе набора конкретных технологий и с использованием большего выбора возможностей и опций для пользователей.

Сегодня, с ростом мобильного поколения — поколения 2000-х, которое полностью полагается на мобильные устройства и непрерывно использует их в повседневной жизни, можно говорить о развитии "мобильных экосистем". Такому развитию способствуют последние тенденции, в соответствии с которыми, согласно отчету VCG [6] мобильные гаджеты уже победили стационарные компьютеры по общему числу интернет-подключений, доля смартфонов на мировом мобильном рынке сейчас составляет 40 %, а к 2015 г. четыре из пяти широкополосных подключений станут мобильными. Нужно также отметить, что за 20 лет 80 % жителей Земли обзавелись мобильными устройствами — новое мо-

бильное поколение потребителей является самым технически образованным, и именно оно формирует устойчивый спрос на мобильные технологии, способствуя повышению требований к производителям ПО и развитию экосистем.

Концепция мобильной экосистемы получила огромную распространенность применительно ко многим отраслям. Медицина не составила исключение, тем более что за последнее десятилетие в мире наметился серьезный тренд к созданию мобильного здравоохранения (mHealth) [11, 12].

Следует отметить, в России, несмотря на внедрение современных технологий и появление новых медицинских сервисов, до сих пор наблюдается низкая эффективность существующих медицинских услуг, снижение числа лечебно-профилактических учреждений и их недостаточная оснащенность. Вместе с тем, существует высокая заинтересованность населения в повышении качества и доступности медицинских услуг, что делает задачу внедрения новых онлайн и мобильных сервисов с использованием технологий сбора и анализа слабоструктурированной информации крайне актуальной. Специфика роста медицинских данных и тенденции к использованию мобильных технологий в обществе приводят к необходимости создания медицинской экосистемы — сообщества различных участников, предоставляющего медицинские сервисы посредством удаленных устройств со встроенными датчиками, мобильных приложений, онлайн-сервисов, систем удаленного мониторинга,

call-центров и прочих средств диагностики, лечения и повышения информированности о медицинских услугах.

## 1. Описание экосистемы мобильной медицины

**Концепция экосистемы мобильной медицины.** Экосистемы мобильной медицины позволяют расширить область применения алгоритмов и машинного анализа в области медицины, использования электронных медицинских карт, приборов диагностики, мониторинга и обследования пациентов. Обеспечение быстрого доступа к данным пациента позволяет кардинально изменить процесс принятия решения о назначении лечения. Создание программ, которые автоматически анализируют новые данные, дает возможность существенно повысить эффект от работы. Автоматизация работы с данными, в свою очередь, сопряжена с рядом трудностей и рисков, таких как, например, стандартизация описания данных, разграничение прав доступа и обеспечение безопасности, полнота и корректность данных и др. [1]. Тем более, что по данным исследования *Ponemon Institute*, доля утечек медицинской информации, обусловленных действиями злоумышленников, выросла за 5 лет с 2010 по 2015 г. с 20 до 50 %. В области медицины создание экосистем особенно актуально, поскольку может помочь решению следующих задач: подбор процедур для пациентов на основе лучших практик и личных данных; сбор статистических данных для науки и управленческой деятельности; доступ врача к любой информации о пациентах с любого устройства в любое время; возможность поиска и опознания людей на основе их биометрических данных; проверка научных гипотез в реальном времени и, как результат, значительное сокращение числа врачебных ошибок.

С технической точки зрения экосистема должна обладать расширенным программным и аппаратным комплексом, который позволит объединить максимально возможный объем информации (полученный с датчиков, приборов, сенсоров, в том числе в режиме реального времени) для определения оптимального лечения, возможно, за счет создания единой экосистемы (рис. 1, см. третью сторону обложки).

В том числе такая система должна предоставлять врачам доступ к медицинским данным всех зарегистрированных больных, собранным за прошлые годы. С использованием статистики по этим данным врач может предлагать индивидуальную программу лечения, основанную на опыте миллионов других пациентов со схожими случаями. Врач также получит возможность делать прогнозы об эффективности различных методов лечения пациентов с определенными характеристиками и это позволит существенно поднять качество лечения пациентов.

Фактически, экосистема создает условия, при которых процесс модернизации и внедрения новаций определяют именно коллективные усилия

партнеров, а не деятельность кого-либо в отдельности. Сложность создания экосистемы мобильной медицины заключается в том, что информация о пациенте находится в разных объектах, происходит постоянная утеря и сокрытие информации по вине пациента или врача, отсутствует персонализированная аналитика, достаточно сложно объединить всех заинтересованных участников.

**Участники экосистемы мобильной медицины.** Экосистема определяется как экономическое сообщество при взаимной поддержке взаимодействующих организаций и частных лиц — участников делового мира [6]. Это значит, что экосистемы мобильной медицины позволяют распределять усилия и создавать среду, в которой некоторые из участников сосредоточены на медицинских сервисах, другие на аппаратной платформе, в то время как остальные игроки вовлечены в процесс интеграции своего программного обеспечения поверх существующих платформ, разработки приложений, удобных для пользователя. Участники экосистемы стремятся сфокусироваться на собственных преимуществах и сильных сторонах, отдавая на аутсорсинг другим членам экосистемы непрофильные направления деятельности.

В применении медицинских интернет-технологий и сервисов заинтересовано большое число социальных групп: врачи, пациенты, руководители медицинских учреждений, различные сообщества и страховые компании. У каждой из этих групп формируются свои представления о необходимости использования того или иного сервиса на основании личных предпочтений и профессиональной необходимости.

Так, например, сейчас врач принимает решение о диагнозе, основываясь на собственном опыте и результатах отдельных исследований, в то время, как являясь участником экосистемы, он получает доступ к структурированной информации об истории болезни и назначении препаратов, сокращает время на сбор и обработку данных на анализ болезни с учетом характера изменения данных во времени (динамических характеристик), снижает риск врачебных ошибок в процессе диагностики и лечения.

Таким образом, участниками экосистемы могут выступать частные лица, следящие за состоянием своего здоровья, государство и государственные медицинские учреждения, коммерческие лаборатории и медицинские центры, страховые компании, а также все медицинские информационные ресурсы, социальные сети, порталы и телеком-операторы, предоставляющие услуги передачи данных (рис. 2, см. третью сторону обложки).

Операторы мобильной связи являются полноценными участниками такой экосистемы, ведь с их возможностью передачи данных можно осуществлять такие сервисы, как дистанционный мониторинг состояния пациента, помощь в соблюдении схемы приема лекарств и в организации работы медиков.

Не стоит забывать и о провайдерах ИТ услуг. Так, например, компании *AT & T* и *Verizon* начали с обеспечения больниц высококачественными телекоммуникационными услугами в рамках своего основного бизнеса, но вскоре поняли потребности медицины в инновационных сетевых услугах и устройствах. После этого *Verizon* в 2014 г. представила программное обеспечение для виртуальных визитов в больницы, телеконференций врачей и думает над усовершенствованиями устройств и предоставлением новых сервисов. Компания *AT & T* думает над открытием лаборатории по разработке инвалидного кресла, подключенного к сети, для обеспечения диагностики в онлайн режиме.

С появлением большого числа носимых устройств и технологий (одежда с сенсорами, e-таблетки, экзоскелеты, умные очки, ЭКГ-датчики) экосистема мобильной медицины расширяется. В большинстве исследований [9] (38,0 %) фигурировали различные трекеры активности в виде браслетов, клипс, а также — комбинации встроенных датчиков смартфонов с мобильными приложениями. Вторыми по частоте использования были носимые устройства с инерционными датчиками — 20,0 %; обычно их также реализуют в виде браслетов или клипс. Третье место занимают датчики электрокардиосигнала (12,0 %), выполненные как в виде классических электродов, так и в виде пластыря.

Каждый участник экосистемы играет ключевую роль в создании среды, в которой любой пользователь может взять в свои руки компьютер или мобильное устройство, а различные медицинские компании могут предлагать пользователю на выбор уникальные продукты или услуги по мониторингу состояния здоровья, диагностике, лечению, наблюдению за ходом болезни.

**Финансовая модель экосистемы мобильной медицины.** Определение сегментов рынка и финансовой модели также крайне необходимо при разработке новой экосистемы на рынке медицинских услуг. Необходимо понимание, для каких групп предназначены данные услуги, какие основные свойства предлагаемых услуг/сервисов имеют решающее значение для привлечения клиентов и повышения конкурентоспособности на рынке медицинских услуг. Это поможет определить, какие медицинские услуги и сервисы следует оказывать, в каком количестве и какие группы пациентов в них нуждаются.

Очень важно построить грамотную финансовую модель, в которую будут вписаны сервисы экосистемы. Большинство сервисов, существующих на данный момент, не имеют привязки к сложившимся в здравоохранении денежным потокам, и финансируются альтернативными способами. Такая система финансирования представляется неустойчивой. Экосистема призвана наладить полноценное взаимодействие врача и пациента, регулирующих органов и страховых компаний, производителей

медицинского оборудования и клиник. Важно определить способ оплаты (учета) электронных консультаций с помощью мобильных сервисов, поскольку такой способ взаимодействия может быть удобен как пациенту, так и врачу. Еще одной сложностью монетизации медицинских онлайн и мобильных сервисов является специфичность медицины как области деятельности. В настоящее время врачи и медицинские учреждения получают от страховых компаний деньги только за физические визиты пациентов к врачам. Онлайн-консультации, переписка с лечащим врачом и другие альтернативные способы обслуживания пациентов не оплачиваются в рамках существующей системы денежных потоков. Именно поэтому врачи, которые признают, что половину консультаций можно было бы легко перевести в онлайн-форму без потери качества (сэкономив время врача и пациента), все же проводят их, сохраняя деньги, но при этом теряя уйму времени. В Европе проводили исследования, которые доказали, что онлайн-консультации и видеоконференции с врачами не являются полным заменителем личных визитов, но во многих простых случаях служат хорошим дополнением к стандартной схеме осмотра.

При оценке финансовой составляющей мобильной медицины, важно понимать, что рынок медицинских услуг — это не вполне потребительский рынок. Несмотря на то что пациент — это основное заинтересованное лицо в получении данной услуги, он не оплачивает ее напрямую и в полном объеме, а потому ему сложно оценить свои затраты и выгоду. Часто в цепочке присутствует третья сторона (страховая компания), что искажает оценку качества услуги потребителем.

Многие гиганты создают специализированные дочерние компании по представлению сервисов в области телемедицины и цифровых медицинских услуг. Другие создают специализированные инициативы и подразделения. Так, например, *Philips* выделила отдельную инициативу *Aging Well Services*, которая, по сути, представляет "одно окно" для всех видов продуктов для пожилых людей и ухаживающих за ними специалистов, которые позволяют обеспечить более независимое существование для пенсионеров. Частью экосистемы в данном случае является телемедицинская компания *RespondWell*, занимающаяся реабилитацией после болезни.

**Предпосылки и возможности создания экосистем в России и в мире.** Фактически здравоохранение в мире с точки зрения экосистем стало полем битвы двух гигантов — *Apple* и *Google*, которые видят огромный потенциал в области мобильной медицины и планируют развивать соответствующие экосистемы, создавать для этой отрасли свои носимые устройства и решения. Со своей технологией *Google Glass* компания ориентируется в первую очередь на врачей, многие из которых уже начали инвестировать в этот проект. Технология должна помочь

врачам получать доступ к ключевой для них информации непосредственно во время выполнения хирургических, диагностических процедур. "Умные" очки представляют собой интересный инструмент контроля в профессиональном образовании для записи обучения с последующим анализом и разбором [8] — один из механизмов реализации дополненной реальности в медицине. Также *Google* недавно купила компанию *DeepMind*, которая специализируется на искусственном интеллекте и использовании естественных языков.

*Apple*, в свою очередь, намерена использовать рост популярности персональных устройств для фитнеса и внедрить соответствующие функции в продукт *iWatch*. Также *Apple* старается реализовать на своих смартфонах интеллектуальную систему голосового управления.

Выстраивая новые экосистемы мобильной медицины, *Apple* и *Google* сталкиваются с многочисленными конкурентами, к которым относятся как уже закрепившиеся на этом рынке компании (*Nike* и *Fitbit*), так и новые игроки (*Sensogram*, *Garmin*, *Adidas*, *Samsung* и многие другие). Потребность в экосистеме, которая стимулировала бы развитие носимых технологий в секторе здравоохранения, вызвала интерес со стороны компании *MyFitnessPal*, разрабатывающей программное обеспечение для целого ряда платформ: *Fitbit*, *iOS* и др. Компания имеет все шансы в скором времени стать партнером экосистемы *Apple* или *Google*. Следующим шагом в развитии носимых медицинских устройств очевидно станут системы, встраиваемые внутрь тела. В *Google* уже приступили к разработке контактных линз для мониторинга диабета. Вполне возможно когда-нибудь компания представит подключенные медицинские решения, которые будут размещаться непосредственно в теле человека и породят новую волну споров между поклонниками *Android* и альтернативных систем. Нужно отметить, что значительные усилия в области мобильной медицины предпринимают *Facebook* и *Yahoo*. Стоит отметить, что *Apple* активно поддерживает разработчиков приложений, которые позволяют отслеживать данные о состоянии здоровья потребителей и передавать их медицинским специалистам.

*Intel* также является активным игроком экосистемы мобильной медицины и представляет масштабируемые и промышленные платформы на базе открытых стандартов для обновления технологий в будущем. В части медицины *Intel* предлагает системы для высокопроизводительной медицинской визуализации устройств различного применения: от рентгенографии и компьютерной томографии до магнитно-резонансной томографии, диагностики здоровья и фитнеса. Платформы являются универсальными и позволяют различным поставщикам интегрировать свои информационные технологии в сфере здравоохранения: от медицинских планшетов и прикроватных терминалов до внутренних серверов.

Еще один крупный игрок на рынке экосистем мобильной медицины — *IBM* — объявила конкурс *Watson Mobile Developers Challenge*, который направлен на поддержку разработки мобильных приложений, использующих когнитивные и аналитические возможности суперкомпьютера *Watson*. Будут выбраны три победителя, которые станут участниками программы *IBM Ecosystem* и смогут превратить свои идеи в коммерческие приложения.

Такая акция является очередным шагом в реализации плана превращения суперкомпьютера *Watson* в платформу, приносящую ежегодный доход 10 млрд долл. Идея состоит в том, чтобы разработать уникальную экосистему и выделиться на фоне других платформ для разработки настольных и мобильных приложений, которые не имеют вычислительной мощности, достаточной для распознавания вопросов на естественных языках и поддержки различных приложений искусственного интеллекта. Поскольку пользователям нужна не сама платформа, а приложения, одна из идей проекта состоит в том, что открытие доступа к этой платформе людям из разных уголков мира позволит найти инновационные и неожиданные способы использования *Watson*. Кроме того, *IBM* хочет установить обратную связь с миром разработчиков, чтобы улучшить *API*-интерфейсы, обеспечить функционал, необходимый пользователям и обнаружить новые способы монетизации возможностей суперкомпьютера.

В целом, в мире существуют сотни стартапов, таких как *OMADA Health*, *Doctor on Demand* и *Amwell*, которые помогают людям сбросить лишний вес, общаться с другими пациентами, тренерами, врачами и т. д.

Достаточно быстрый рост медицинских интернет- и цифровых технологий отмечен и в России. В нашей стране эта тенденция только набирает обороты — Россия отстает от Запада на несколько лет в части использования инноваций, являющихся неотъемлемой частью экосистемы [10]. Для полноценного развития экосистемы мобильной медицины необходимо создать сообщество, где все участники совместно трудятся над разработкой новых продуктов и поддержанием конкурентоспособности, а также над удовлетворением потребностей клиентов — пациентов, клиник и медицинских учреждений, федеральных органов, всех заинтересованных лиц.

Учитывая повсеместную распространенность сетей сотовой связи, смартфонов и подобных устройств, в ближайшее время ожидается усиление роли мобильных технологий и онлайн-медицины. Более того, этой тенденции будет способствовать превышение продаж мобильных устройств над ПК. Необходимо отметить, что Россия является самой быстрорастущей интернет-экономикой в Европе и занимает одно из лидирующих мест в мире. По данным Российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК) скорость развития эконо-

мики Рунета фантастична для России и ни один сектор отечественной экономики не имеет таких темпов роста [3].

С появлением в России единого медицинского портала ЕМИАС (Единой медицинской информационно-аналитической системы), доступного для скачивания на мобильное устройство, стало возможно записываться на прием через специальное приложение. Также сервис позволяет найти поликлинику, получить ответы на частые вопросы. В планах на будущее — интеграция с уже существующими площадками, такими как Здоровье@Mail.ru, ВитаПортал, Mosregistratura и пр. В 2016 г. планируется начало оснащения бригад "Скорой помощи" планшетами, интегрируемыми с ЕМИАС и модулями ГЛОНАСС, которые позволят определять местонахождение пациентов и обеспечить доступ к данным электронных карт.

Популярность набирают профессиональные площадки для общения врачей в Рунете. Еще в 2011 г. компания *AksiMed* провела в Рунете онлайн-голосование, по результатам которого 90 % врачей высказались за активное освоение возможностей профессиональных социальных сетей, что подтверждает их готовность становиться полноценными участниками экосистемы и использовать новые технологии [4]. Однако другое исследование 2015 г. показало, что доля врачей, считающих Интернет основным источником информации, составляет около 33 %, при общей доле врачей, использующих Интернет в профессиональных целях, равной 74 % [2]. Только 3,2 % врачей используют компьютер исключительно на рабочем месте, 19 % врачей пользуются компьютером и на работе, и дома, 39,7 % только дома и 38 % вообще не используют компьютер для поиска информации, общения во врачебных сообществах, в целях развития дополнительных компетенций. Такое низкое проникновение Интернета обусловлено тем, что лишь 28 % врачей считают, что можно доверять информации, размещенной в сети. Еще сложнее дела обстоят с медицинскими учреждениями и органами здравоохранения, которые отличаются консерватизмом и зарегулированностью процессов.

### Заключение

По прогнозам многих экспертов, в самом ближайшем времени мобильные технологии станут ключевым источником доступа к источникам здравоохранения в любой точке земного шара. Однако сейчас рынок мобильной медицины в России недостаточно развит по сравнению, например, с США, где уже получают распространение тренинги и сертификационные программы по специальности виртуальное здравоохранение и телемедицина. В России для создания экосистемы мобильной медицины требуется решить целый ряд задач: отработать систему взаимодействия между участниками процесса, выбрать наиболее успешные бизнес-

модели, сформировать партнерские отношения, выработать единые стандарты.

Российскому здравоохранению требуется высокоуровневая поддержка врачебных решений в реальном времени, позволяющая решать как научные, так и клинические вопросы с высокой точностью и скоростью. Оцифровка и структурированное хранение данных о здоровье пациента и предоставление доступа и сбора данных в режиме реального времени позволят значительно улучшить качество медицинских услуг в будущем.

Создание экосистемы мобильной медицины, обладающей достаточной функциональностью, способной заинтересовать большое число пользователей, связано с большими возможностями глобального роста. Чтобы модель была успешной, необходимо продумать детали интеграции с существующими на рынке информационными технологиями и решениями в области медицины, правильно оценить потенциал рынка, найти пользовательскую нишу, а также учесть все юридические вопросы и вопросы, связанные с безопасностью.

### Список литературы

1. **Авдошин С. М., Песоцкая Е. Ю.** Информатизация бизнеса. Управление рисками. М.: ДМК Пресс, 2011. 176 с.
2. **Ветошкина Ю.** MEDI-Q "Мнение практикующих врачей". Исследование Synovate Comcon 2015. Российское агентство медико-социальной информации [Официальный сайт]. URL: <https://www.gia-ami.ru> (дата обращения: 11.05.2016).
3. **Гребенников С., Логунова О.** и др. Экономика рынков интернет-сервисов и контента в России 2014—2015. РАЭК / НИУ ВШЭ [Официальный сайт]. URL: [https://www.hse.ru/data/2015/12/16/1134402660/RUNET15\\_Booklet\\_A4\\_PREVIEW%20%25281%2529.pdf](https://www.hse.ru/data/2015/12/16/1134402660/RUNET15_Booklet_A4_PREVIEW%20%25281%2529.pdf) (дата обращения: 11.05.2016).
4. **Тарасенко Е. А.** Профессиональные социальные медиа врачей: перспективы и угрозы развития // Бизнес. Общество. Власть. 2013. № 14. С. 20—30.
5. **Bosch J., Bosch-Sijtsema P.** From integration to composition: On the impact of software product lines, global development and ecosystems // J. Syst. Softw. 2010. Vol. 83.
6. **Dean D., Louison M., Sampath Sowmyanarayan H., Subramanian A.** Through the Mobile Looking Glass: The Transformative Potential of Mobile Technologies // BCG Perspectives. The Boston consulting Group. 2013. April 15.
7. **Moore J. F.** Business ecosystems and the view from the firm (Экосистемы бизнеса и взгляд компании) // The antitrust Bulletin. 2006. Vol. 51, no. 1.
8. **Metcalfe H., Jonas-Dwyer D., Saunders R., Dugmore H.** Using the Technology: Introducing Point of View Video Glasses Into the Simulated Clinical Learning Environment // Comput. Inform. Nurs. 2015. P. 7.
9. **Владимирский А. В.** Систематический обзор эффективности и значимости носимых устройств в практическом здравоохранении // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2016. № 1. С. 8—10.
10. **Куда движется технологический рынок: перспективы для России: доклад Форума "Открытые инновации"** [Электронный ресурс]. ЕУ [Официальный сайт]. URL: <https://www.eu.com/where-the-technology-market-is-heading-prospects-for-russia-rus.pdf> (дата обращения: 11.05.2016).
11. **Кузнецов П. П.** Перспективы развития мобильной медицины в России // Журнал главного врача. 2015. № 2.
12. **Кузнецов П. П., Шелехов П. В.** Мобильная медицина: интеграция данных с приложений и устройств mHealth и IoT (обзор) // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2015. Т. 13, № 10. С. 26.

## Mobile Healthcare Ecosystems

Today we see the great interest to the field of Software Ecosystems that have been related to products, community of developers around a product and gives the certain advantages to the platform owners and participants of the ecosystem. Mobile healthcare ecosystems — is a new trend, especially in Russia. Nonetheless many big companies see great potential in building the interface between healthcare and the mobile industry. The paper provides a step towards better understanding of background, examples and opportunities for further development of mobile healthcare ecosystems in Russia and all over the world.

**Keywords:** ecosystem, mobile health, platform, service, healthcare, electronic medical record

### References

1. **Avdoshin S. M., Pesotskaya E. Yu.**, *Informatisation of business. Risk Management*, Moscow: DMK Press, 2011, 176 p.
2. **Vetoshkina Yu.** MEDI-Q "Opinion of practical doctors", *Research Synovate Comcon 2015*, Russian agency of medical-social information [Official website]. URL: <https://www.ria-ami.ru> (accessed: 11.05.2016).
3. **Grebennikov S. C., Logunova O.** et al., *RuNet economics in Russia 2014–2015*, RAEK / NRU HSE [Official website]. URL: [https://www.hse.ru/data/2015/12/16/1134402660/RUNET15\\_Booklet\\_A4\\_PREVIEW%20%25281%20%2529.pdf](https://www.hse.ru/data/2015/12/16/1134402660/RUNET15_Booklet_A4_PREVIEW%20%25281%20%2529.pdf) (accessed 11.05.2016).
4. **Tarasenko E.**, Professional doctors social media: perspectives and challenges, *Business. Society. Authority*, 2013, № 14, pp. 20–30.
5. **Bosch J., Bosch-Sijtsema P.**, From integration to composition: On the impact of software product lines, global development and ecosystems, *J. Syst. Softw.*, 2010, vol. 83.
6. **Dean D., Louison M., Sampath Sowmyanarayan H., Subramanian A.**, Through the Mobile Looking Glass: The Transformative Potential of Mobile Technologies, *BCG Perspectives. The Boston consulting Group*, 2013, April 15.
7. **Moore J. F.** Business ecosystems and the view from the firm, *The antitrust Bulletin*. 2006, 51, 1.
8. **Metcalfe H., Jonas-Dwyer D., Saunders R., Dugmore H.** Using the Technology: Introducing Point of View Video Glasses Into the Simulated Clinical Learning Environment, *Comput Inform Nurs*, 2015.
9. **Vladimirski A. V.**, Systematic overview of efficiency of devices in practical healthcare, *Telemedicine and healthcare Journal*, 2016, no. 1.
10. **The way of technology market:** perspectives for Russia, Forum "Open Innovations [electronic resource], EY. [Official website], URL: <https://www.ey.com/where-the-technology-market-is-heading-prospects-for-russia-rus.pdf/> (accessed: 11.05.2016).
11. **Kuznetsov P.**, Perspectives of mobile healthcare in Russia, *Journal of Senior Doctor*, 2015, no. 2.
12. **Kuznetsov P., Shelehov P.** Mobile medicine: data integration from mHealth applications and devices and IoT (overview), *Information-Measuring and management systems*, 2015, vol. 13, no. 10.

УДК 004.383.3; 004.5

**Г. Г. Знайко**, канд. техн. наук, зам. ген. директора, znayko\_g@ineum.ru,  
**Н. Л. Прохоров**, д-р техн. наук, проф., науч. руководитель, prokhorov\_n@ineum.ru,  
**В. Е. Красовский**, канд. техн. наук, проф., ученый секретарь, krasovsky\_v@ineum.ru  
ПАО "Институт электронных управляющих машин им. И. С. Брука"

## Опыт проектирования и внедрения компьютеризированной ультразвуковой медицинской техники

Создание и внедрение конкурентоспособной ультразвуковой медицинской техники является сложной междисциплинарной проблемой. Для ее решения предлагается проектно-технологическая платформа, обеспечивающая эффективное управление процессами на всех этапах жизненного цикла — от исследования концепции изделия до коммерческого внедрения и сервисного обслуживания. Методология дает возможность существенного ускорения инновационного цикла от исследовательской стадии до коммерциализации наукоемкой продукции медицинского назначения.

**Ключевые слова:** компьютеризированная медицинская техника, ультразвуковая диагностика, имитационное моделирование, инновационные технологии проектирования

### Введение

Ультразвуковая медицинская техника является одним из наиболее эффективных и признанных методов решения проблемы оперативной точной неинвазивной диагностики сложных заболеваний,

таких как инсульт или другие нарушения в системе кровообращения.

В соответствии с данными Минздрава РФ летальность в остром периоде инсульта достигает 30...35 %, увеличиваясь на 12...15 % к концу первого