

© 2019 Е.В. БРЫЗГАЛИНА

МЕДИЦИНА В ОПТИКЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ФИЛОСОФСКИЙ КОНТЕКСТ БУДУЩЕГО



Брызгалина Елена Владимировна — кандидат философских наук, доцент, заведующая кафедрой философии образования философского факультета. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.
Российская Федерация, 119234 Москва, Ленинские горы, учебно-научный корпус «Шуваловский».
Электронная почта: evbrz@yandex.ru

Аннотация. В статье описаны основные тренды трансформации медицины как науки и отрасли здравоохранения в направлении 4П медицины, ориентация на достижение которой неразрывно связана с применением систем искусственного интеллекта (ИИ). В статье выделены характеристики, которыми обладают системы, предназначенные для решения интеллектуальных задач в медицине и здравоохранении: программное (алгоритмическое) решение интеллектуальной задачи, аппаратное воплощение не обязательно; способность анализировать окружающую среду; некоторая степень автономности в реализации алгоритма; как правило, способность к самообучению; наличие признаков интеллектуальности («разумности», «рациональности», «возможности мыслить, как человек» в определенных, значимых для медицины обстоятельствах). В рамках биомедицины с применением интеллектуальных систем (прикладного ИИ) возникают принципиально новые формы и возможности описания, объяснения и предсказания объектов и про-

Статья подготовлена в рамках деятельности ведущей научной школы МГУ им. М.В. Ломоносова «Трансформации культуры, общества и истории: философско-теоретическое осмысление».

цессов, которые существенно преобразовывают исследовательские, терапевтические, коммуникативные социальные практики и одновременно порождают спектр этических и правовых проблем. Концептуализация и пересборки в философском контексте требует фиксирующаяся в новых знаниях и практиках биомедицины трактовка связи природного и социального, индивидуального и коллективного, детерминированного и случайного. Социально-гуманитарная экспертиза призвана описать и дать оценку тому образу будущего в медицине, который формирует ориентация на применение систем ИИ. В статье введено авторское понимание образа будущего в медицине, ориентированной в науке и практическом здравоохранении на парадигму 4П и активно впусившей в себя системы ИИ. Вводится представление о «4С будущем медицины», обладающим следующими чертами: controllability (контролируемость), construction (конструированность), complexity (сложность), conflictness (конфликтность).

Ключевые слова: искусственный интеллект, системы искусственного интеллекта, медицина, здравоохранение, биоэтика, социально-гуманитарная экспертиза, философские проблемы.

Ссылка для цитирования: Брызгалина Е.В. Медицина в оптике искусственного интеллекта: философский контекст будущего // Человек. 2019. Т. 30, № 6. С. 54–71. DOI: 10.31857/S023620070007669-2

Е.В. Брызгалина
Медицина
в оптике
искусственного
интеллекта

Философский контекст будущего и медицина

Основные направления трансформации всех социальных институтов в современном мире фиксируются акронимом VUCA (volatility (нестабильность), uncertainty (неопределенность), complexity (сложность), ambiguity (неоднозначность)). Этот акроним впервые введен в 1980-х годах XX века в концепции Варрена Бенниса и Бертонана Нануса [13]. Выделенные в концепции VUCA характеристики образа будущего в системном взаимодействии позволяют оценивать перспективы развития социальных институтов, задают в настоящем и при проектировании будущего поведенческие особенности общества, социальных групп и индивидов. *Нестабильность* указывает на принципиальный динамизм всех изменений, включая социальную идентификацию и стратификацию, требует выявления экономических, технологических, экологических и прочих факторов изменений. *Неопределенность* означает, что неизвестны полнота, объем и доступность информации, соответственно существуют значительные ограничения прогнозируемости социальных процессов. Неопределенность, требуя рассматривать случайность как базовый параметр бытия, характеризует сложные по структуре социальные институты, в которых значительная доля взаимодействий неочевидна, а последствия таких нелинейных взаимодействий рассматриваются, скорее, как корреляционные, чем как причинно-следственные.

принявших концепцию персонализированной медицины, как вектор развития национальных систем здравоохранения. Европейская ассоциация предиктивной, превентивной и персонализированной медицины (EPMA — European Association for Predictive, Preventive and Personalised Medicine), основанная в 2009 году, предпринимает значительные усилия для содействия «изменению парадигмы перехода от отсроченных реактивных медицинских услуг к доказательной прогностической, профилактической и персонализированной медицине как интегрированной науке и практике здравоохранения» [15]. В понимании 4П медицины важен акцент не столько на методах, применяемых в научных исследованиях и клинических практиках, сколько на персонально ориентированном предоставлении медицинских услуг и широкой открытости для новых медицинских продуктов, имеющих предиктивный и превентивный характер [12].

В России ориентир на изменение парадигмы обозначен в «Стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 г.». В этом документе персонализированная медицина определяется как быстро развивающаяся область здравоохранения, основанная на интегрированном, координированном и индивидуальном для каждого пациента подходе к анализу возникновения и течения заболеваний. 4П медицина включает разработку персонализированных средств лечения на основе геномики, тестирование на предрасположенность к болезням, профилактику, объединение диагностики с лечением и мониторинг лечения [9].

Философская оптика в рассмотрении того образа будущего, который связан с возникновением новых объектов и концепций в 4П медицине, принципиально инновационных социальных практик в здравоохранении, с реальными и потенциальными конфликтами и социальными проблемами, призвана обеспечить социально-гуманитарную экспертизу как исследовательскую практику, сопровождающую высокотехнологичные биомедицинские проекты, в обязательном порядке имеющие биосоциальный характер. Рано или поздно человечеству массово придется столкнуться с позитивными и негативными последствиями проектов 4П медицины. И поскольку при их реализации практически обязательным условием становятся практики ИИ, последствия и риски проектов 4П медицины (пока, возможно, слишком слишком неопределенные и зачастую гипотетические) должны быть подвергнуты предиктивной аналитике.

ИИ как фактор перехода к 4П медицине

За пределами данной статьи останутся дискуссии относительно определения ИИ, метафоричности понятия «интеллект», технико-технологических условий и ограничений ИИ.

Е.В. Брызгалина
Медицина
в оптике
искусственного
интеллекта

Для задач статьи важно, что акценты в обсуждении места ИИ в образе будущего сегодня смещены в сторону описания маловероятных, но эффективных сценариев господства универсального ИИ. Универсальный искусственный интеллект («сильный ИИ», strong AI/Artificial General Intelligence) — это гипотетический ИИ, способный решать любые интеллектуальные задачи. Аргументы относительно невозможности или реальности его создания также останутся за пределами рассмотрения. Обратим внимание на то, что на фоне дискуссий о возможности или невозможности восстания машин, выхода ИИ из-под контроля и т.д. существенно меньше работ, анализирующих практические воплощения передачи конкретных интеллектуальных задач техническим системам, которые считаются специалистами примерами прикладного искусственного интеллекта. Прикладной искусственный интеллект («слабый ИИ», «узкий ИИ», weak/applied/narrow AI) трактуется как предназначенный для решения какой-либо одной интеллектуальной задачи или их небольшого множества (например, системы для игры в шахматы или в го, системы распознавания образов или речи и т.д.). Именно примеры настоящих и будущих решений интеллектуальных задач в сфере медицины как науки и в здравоохранении представляют интерес для данной работы.

При уже имеющемся разнообразии системы, предназначенные для решения интеллектуальных задач в медицине и здравоохранении, обладают рядом общих характеристик: предполагают программное (алгоритмическое) решение интеллектуальной задачи, причем аппаратное воплощение решений не является обязательной характеристикой; обладают способностью «анализировать» окружающую среду, т.е. могут собирать данные и на базе этого «учиться», тем самым получая возможность решать новые задачи внутри постоянно меняющейся среды; имеют некоторую степень автономности в реализации алгоритма (без дополнительного контроля и взаимодействия с человеком способны создавать собственные алгоритмы); как правило, обладают способностью к самообучению; демонстрируют признаки интеллектуальности («разумности», «рациональности», «возможности мыслить как человек» в определенных, значимых для медицины обстоятельствах).

Важно, что проблемы, требующие рассмотрения, будут возникать как при попытках существенно ограничить прикладной ИИ (кстати, об этом в современных дискуссиях говорится меньше), так и при не ограниченном социальными нормами применении ИИ в областях, потенциально допускающих рискованное воздействие ИИ на человека и социум.

Билл Гейтс в марте 2019 года на конференции в Стэнфордском институте антропоцентрического искусственного интеллекта (Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence) отметил, что медицина и образование являются важнейшими сферами применения для ИИ [14].

Большинство экспертов в качестве сфер, обладающих самым большим потенциалом для внедрения прикладного ИИ, также называют медицину и образование, указывая дополнительно на третью — сферу транспорта.

Спектр задач, которые при реализации концепции 4П медицины могут быть поставлены и решены с использованием систем прикладного ИИ, чрезвычайно широк, он распространяется от фундаментальной науки до функционирования отдельных элементов системы здравоохранения. В сфере медицины разделение задач, которые передаются системам ИИ, на простые и сложные меняется по мере развития технологий.

Прежде всего системы прикладного ИИ используются для решения диагностических и прогностических задач на основе алгоритмов анализа медицинской информации. В современной медицине значимым препятствием для развития систем ИИ является рукописный характер медицинской документации. Цифровизация медицины постепенно, но снимает эту проблему. В перспективе ожидаемые эффекты цифровизации — это уменьшение затрат на ведение документации при одновременном расширении базы данных для работы нейронных сетей. Примерами таких систем уже сегодня являются продукты IBM Watson for Oncology, IBM Medical Sieve, Google DeepMind Heealth, NeuroLex, Face2Gene, Human Diagnosis project. Среди новинок в области здравоохранения на выставке Future Healthcare («Здравоохранение будущего») в 2019 году большой интерес вызвала британская платформа Medicalchain для размещения и хранения медицинских документов, которые могут быть использованы лечащими и консультирующими врачами с разрешения пациента [2].

Применение ИИ будет фактором дальнейшей трансформации отношений «врач–пациент». Трансформация коммуникации между ключевыми субъектами в медицине потребует не просто доверия между людьми в соответствии с их статусом и личными характеристиками, но и доверия к сервисам ИИ с позиций обеспечения безопасности и конфиденциальности. Так, рассматривая чипирование как пример биохакерства на материале Швеции, стоит обратить внимание на готовность людей делиться личными данными. Зависимость целей и мотивации биохакерства зависит как от культурных традиций и особенностей, так и от уровня общественного доверия цифровым услугам и цифровым технологическим инновациям. Если в Северной Америке биохакинг развивается любителями вне академических институций в форматах удовлетворения любопытства или science-art, то в Европе в их основе лежит четкая трансгуманистическая идеология, известный фонд Humanity+ среди соучредителей имел и шведа Ника Бострома [21].

Для медицины в целом и отдельных специалистов применение ИИ может способствовать достижению большей полноты и системности знаний. Система может представить врачу наиболее

Е.В. Брызгалина
Медицина
в оптике
искусственного
интеллекта

ших данных может быть осуществлена детализация представлений о причинах и сути заболеваний, выявлены причинно-следственные связи и ассоциации между факторами риска и патологическими процессами, что позволит создавать новые средства профилактики и лечения. Существенные изменения могут произойти при применении систем ИИ в процессе разработки лекарств, на этапах доклинических и клинических испытаний. Перспективы применения индивидуального назначения препаратов особенно оптимистично описываются в онкологии, кардиологии, неврологии [23].

Применение систем ИИ может серьезно трансформировать целые отрасли здравоохранения, например психиатрию. О кризисе психического здоровья в современном мире свидетельствуют данные о высокой распространенности психиатрических заболеваний и ужасающем количестве самоубийств, при этом нехватка специалистов и труднодоступность качественной психиатрической помощи актуализируют разработку способов описания, диагностики и лечения при помощи ИИ¹. Так, исследователи из проекта World Well-Being Project (WWBP) проанализировали с помощью алгоритма ИИ данные добровольцев, согласившихся представить доступ к обновлениям своего статуса в социальной сети Facebook и медицинские документы, что позволило выявить языковые маркеры депрессии [24]. Ведутся разработки по использованию ИИ для анализа связи между невербальными сигналами и риском суицида с последующим направлением человека либо к медику, либо к другому продукту ИИ — программе когнитивно-поведенческой терапии, которая на основе записей голоса мониторирует психические состояния.

Институт когнитивной геномики имени Стэнли (США) (The Stanley Medical Research Institute (SMRI)) ставит задачу перевести за счет систем ИИ психиатрию от описания клинических симптомов к анализу генетических данных, ведя исследования таких психиатрических заболеваний, как шизофрения, биполярное расстройство и аутизм. Институт хранит тысячи биообразцов — тканей мозга, изъятых после смерти у людей с шизофренией, биполярным расстройством, депрессией вместе с сопряженными данными. Интеллектуальные системы позволяют исследовать взаимодействия между генами и окружающей средой, увеличивающие риск развития психических расстройств, например, в области иммунологии и исследования инфекционных заболеваний [11].

Прогнозирование ИИ вероятности развития патологий на индивидуальном и популяционном уровне открывает возможности оптимизации управленческих решений в здравоохранении на ос-

¹ Интересные примеры текущего использования ИИ для решения проблем психического здоровья даны в обзоре, опубликованном в журнале Форбс в мае 2019 года. URL: https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/05/03/the-incredible-ways-artificial-intelligence-is-now-used-in-mental-health/?fbclid=IwAR3ds9FW5VnA6hqWdT9xowJ_jhblwy28ZDtOF5h9tRlh_dB8hCAZEAbA5Q#2f4661a5d02e.

новании выявления эпидемиологических закономерностей возникновения и распространения заболеваний. В Китае Пекинский институт геномики (BIG) Академии наук, в соответствии с официально провозглашенным «Национальным стратегическим запросом на здоровье населения и устойчивое развитие», с момента открытия в 2003 году сосредоточен на изучении геномной структуры, вариаций, функционирования и эволюции опухолей, геномных и эпигенетических исследованиях. В фокусе внимания данного центра — создание баз данных для интеграции больших данных и трансфера результатов их анализа в академическую науку и промышленные технологии. Центр обладает крупнейшей базой данных по вариациям геномных последовательностей в Китае [17].

В трансплантологии технологии ИИ дают пример успешного прогнозирования. Так, прогноз отсроченного снижения креатинина на основании корреляции ряда переменных (креатинин сыворотки крови в день пересадки, диурез за первые 24 часа, эффективность гемодиализа, пол реципиента, пол донора, масса тела в первый день после пересадки, возраст) может осуществлять нейронная сеть, которая изначально была обучена на 107 случаях, ее работа была уточнена на второй выборке пациентов (41 человек), в итоге точность прогноза составила около 80% [5].

Система здравоохранения с развитием баз данных и появлением алгоритмов для их автоматизированного анализа имеет шанс получить инструмент для рационального, эффективного и максимального безопасного использования медицинских технологий, контроля результатов диагностики и лечения, формирования доказательности стандартов лечения у конкретных категорий пациентов, прогнозирования клинических исходов, осложнений и побочных эффектов терапии с учетом индивидуального профиля пациента. В отдаленной перспективе это может укрепить единство пространства оказания медицинской помощи, повысив доступность стандартизированной по качеству медицинской помощи.

Биосоциальные проблемы применения систем ИИ в медицине

Расширение использования в медицине прикладного ИИ может привести к введению дополнительных правовых стандартов относительно ответственности субъектов, принимающих решения в медицине, поскольку можно прогнозировать появление трудно регулируемых проблем, порожденных «неопределенностью подходов к правосубъектности систем искусственного интеллекта» [7]. Проблемы определения правовой ответственности могут возникнуть при сбое или

ненадлежащих действиях ИИ, при неспособности врача корректно проинтерпретировать представленную системой информацию. Этические проблемы при использовании врачом систем ИИ могут возникнуть при выборе между полнотой данных и защитой достоинства человека, его правом на охрану частной жизни [6].

Одновременно с потенциальным решением в медицине обозначенных выше задач системы ИИ породят ряд проблемных последствий, связанных с обострением противоречий между неприкосновенностью частной жизни, уважением достоинства и автономии человека, с одной стороны, и пониманием здоровья как общественного блага — с другой. Противоречия будут нарастать в связи с необходимостью обеспечить одновременно доступность информации для систем ИИ и ее конфиденциальность.

Кроме того, возникнет прямая задача охраны не только информации о телесности человека, но и самой телесности от несанкционированного доступа. Технологизация средств лечения, перспективы нарастающего объединения человека с техническими устройствами обостряют проблему защиты от внешнего доступа к техническим устройствам, от которых зависит жизнь человека. В настоящее время уже формируется специализированный рынок решений для исследования уязвимостей и обеспечения безопасности медицинских услуг для производителей и поставщиков. Например, компания MedSec Holding является первой исследовательской компанией в области кибербезопасности, созданной исключительно для обслуживания отрасли здравоохранения [19]. С работой этой компании связан масштабный отзыв Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) свыше 400 тысяч кардиостимуляторов в 2017 году после обнаружения уязвимости, позволяющей потенциальным злоумышленникам получить несанкционированный доступ к изменению настроек стимулятора, подавать некорректные команды, сокращать время работы устройства, получать незашифрованную информацию о пациенте по открытым радиоканалам [16].

Проблема «цифрового тайного суда» — принятия ИИ решений на основании алгоритмов, непрозрачных для человека, которого касается рекомендуемое или принятое ИИ решение, — обострит чувствительность к справедливому распределению ресурсов здравоохранения и запросу на их доступность. Детализация описаний человека в норме и патологии усилит опасность появления новых оснований для социальной дискриминации по медицинским размерным параметрам. Превращение баз медицинских данных в коммерческий продукт усугубит тенденцию к коммерциализации в медицине.

Описанные позитивные и негативные последствия применения ИИ в медицине создают предпосылки для определенного образа медицины будущего.

Е.В. Брызгалина
Медицина
в оптике
искусственного
интеллекта

4С будущее медицины

Образ будущего в медицине, ориентированной в науке и практическом здравоохранении на парадигму 4П и активно впусившей в себя ИИ, можно назвать 4С будущим медицины. В этом будущем ключевые черты медицины — *controllability* (контролируемость), *construction* (конструированность), *complexity* (сложность), *conflictness* (конфликтность) — будут обеспечены прикладными системами ИИ. Каждая из выделяемых черт, по сути, отражает аспекты новой биосоциальности.

Controllability (контролируемость) является проявлением медикизации жизни человека и общества. Превращенный в биологическую модель, сложную за счет многоуровневости анализа, динамичную за счет постоянного пополнения данных, цифровую за счет систем ИИ, редукционистскую за счет построения на базе фиксируемых средствами техники индикаторов, организм человека окажется крайне уязвимым для социальных проектов как на индивидуальном, так и на групповом уровне. 4П медицина поместит повседневную жизнь человека в медицинский контекст на всей ее продолжительности. Постоянное мониторинговое состояние, в том числе носимыми устройствами с ИИ, составляющими комплекс домашнего стационара, приведет к утрате границы между медицинским учреждением и местами проживания и работы. Системы, относящиеся к так называемому «домашнему стационару», уже выводят сферу медицины за пределы клиники в пространство повседневной жизни человека [8].

Повышение предсказательной силы медицины приведет к тому, что информация о персональной предрасположенности к заболеваниям, рекомендации по их профилактированию окажутся значимым мотивом планирования личной жизни в общественном окружении. Это обострит проблему свободы воли, породит новые дискуссии об ответственности за принятие в отношении себя и близких людей решений в значимых медицинских ситуациях, например, может стать фактором трансформации отношений родителей и детей. Предиктивные воздействия с медицинскими целями с опорой на сконструированную персональную биологическую модель конкретного человека, динамически обновляемую системами ИИ, потребуют выстраивания под нее социальных условий (выбор профиля деятельности, образовательных технологий, в том числе нейротехнологий, рекомендации по месту жительства и так далее), что актуализирует вопрос об автономии и свободе индивида.

Construction (конструированность) проявится в том, что медицина усилит технологические возможности для отношения к телесности и психике человека как к артефакту, как к объектам улучшения за пределы границ естественной заданности. Системы ИИ смогут создавать модели индивидуального организма

на различных предметных уровнях, связанных с определенной научной дисциплиной, формирующей собственную онтологию в виде задания структурных, функциональных, патологических и иных медико-биологических признаков, определения правил описания и моделирования медицинских событий (факторов риска, этиологии процессов, патогенеза, клинической картины, профилактики, диагностики, лечения, клинического исхода) с учетом персональных данных пациента. ИИ может сделать описания динамичными, с автоматически совершенствуемыми в соответствии с развитием фундаментальных медико-биологических наук и медицинской практики классификаторами нозологий. Предметные медицинские онтологии в системах ИИ могут быть сопоставлены между собой, объединены для получения максимально полной «биограммы человека» (если вернуться к терминологии социобиологии). Возможности задания желательных параметров телесных основ существования человека, в том числе средствами редактирования генома, потребуют в новой реальности обоснования статуса человека как Творца себя, определения оснований и пределов улучшения человека.

Complexity (сложность) медицины будущего будет определяться не только все усложняющимся по мере выявления системами ИИ новых ассоциаций моделями нормы, патологии, нозологий и их причинности. Медицина через утверждение нарастающей сложности телесности человека простимулирует дискуссии относительно целостности человека, потребует уточнения представлений о связи биосоциальности человека в целостность. Одновременно с выходом на доказательный характер медицины возможности систем ИИ откроют путь к новому уровню редукционизма при описании природно-биологических основ человеческой жизнедеятельности. На фоне колоссального приращения знаний о человеке возрастает опасность в предикции заболеваний упростить характер взаимоотношений между генетическим и средовым, необходимым и случайным, свести всю природу человека к операционально определяемым сущностям на уровне структур и процессов. И тем самым исключить личностные смыслы и ценности из оснований принятия биомедицинских и далее политических, экономических, социальных решений.

Conflictness (конфликтность), как отражение сложности функционирования медицины в обществе, связана в первую очередь с разнонаправленностью интересов стейкхолдеров использования ИИ в медицине. Так, например, в массовой генетической паспортизации населения с хранением в биобанках биоматериалов и сопряженной информации заинтересовано государство как организатор системы здравоохранения, так как именно массовость донорства может обеспечить большие выборки для аналитической работы систем ИИ, в частности по выявлению распро-

Е.В. Брызгалина
Медицина
в оптике
искусственного
интеллекта

медицины, или же она касается не взрослого человека, способного дать добровольное информированное согласие на ее получение, а ребенка. Применение ИИ для выявления ассоциаций между генетическими индикаторами и клиническими случаями проясняет роль генов в поддержании здоровья и возникновении патологий. Однако до тех пор, пока доказанные прямые связи между индикаторами и клиническими картинами не найдены, отсутствует возможность выбора человеком той информации о своем геноме, которую он хотел бы получить. Для человека важна не информация о генетической уникальности, описанной на биологическом языке, а интерпретация биомедицинских данных в преломлении к жизненному миру конкретного человека: какое значение для моего здоровья имеет выявленное носительство гена (генного комплекса)? каковы перспективы течения биологических процессов в тех или иных условиях среды? в каких пределах я могу надеяться на медицину в коррекции и устранении спрогнозированных в будущем проблем со здоровьем?

Получение достоверных данных о статистической связи различных биологических параметров с клиническими проявлениями должно базироваться на анализе больших данных об индивидуальных особенностях биологических процессов. В предельном случае доказательные предиктивные инструменты должны быть основаны на данных обо всех клинических случаях, о каждом представителе человечества в норме и патологии в привязке к особенностям его образа жизни и среды обитания. Противоречие состоит в том, что точность и достоверность работе алгоритмов ИИ в значительной степени придает доступность больших данных, массовый характер анализируемой медицинской информации, но при этом у отдельного человека сохраняется автономное право на отказ предоставления в базы данных своих персональных данных. Ориентация на прогностический характер медицины означает для конкретного человека его повседневную вовлеченность в разного рода манипуляции, многостороннее мониторинговое наблюдение параметров его функционирования, необходимость участия в медицинском дискурсе и принятия значимых медицинских решений в условиях коллегиальной биоэтической модели общения со специалистом.

Таким образом, медицина как наука и система здравоохранения трансформируется в условиях образа будущего, который может быть зафиксирован в концепции VUCA. Рефлексия над философским контекстом будущего позволяет выявить задачи и возможности прикладного ИИ в медицине, описать риски и проблемы, требующие нормативной (этической и правовой) определенности. Перспективы перехода к 4П медицине как культурному проекту связаны с применением систем прикладного ИИ

Е.В. Брызгалина
Медицина
в оптике
искусственного
интеллекта

14. Gates B. // Stanford Institute for Human-Centered Artificial. URL: <https://hai.stanford.edu/events/2019-hai-symposium/people/bill-gates> (дата обращения: 15.08.2019).

15. European association predictive preventive personalised medicine [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eupmanet.eu> (дата обращения 15.08.2019).

16. Firmware Update to Address Cybersecurity Vulnerabilities Identified in Abbott's (formerly St. Jude Medical's) Implantable Cardiac Pacemakers: FDA Safety Communication // U.S. Food and Drug Administration [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/firmware-update-address-cybersecurity-vulnerabilities-identified-abbotts-formerly-st-jude-medicals> (дата обращения: 24.08.2019).

17. Introduction // Beijing Institute of Genomics (BIG), Chinese Academy of Sciences (CAS). URL: <http://english.big.cas.cn/au/bi/> (дата обращения: 24.08.2019).

18. Kohane I.S., Masys D.R., Altman R.B. The incidentalome: a threat to genomic medicine. *The Journal of the American Medical Association*. 2006. 296 (2). P. 212–215.

19. Medsec cyber security [Электронный ресурс]. URL: <https://medsec.com/index.html> (дата обращения: 15.08.2019).

20. Meet the EVA System // MobileODT. URL: <https://www.mobileodt.com> (дата обращения: 15.08.2019).

21. Petersen M. Thousands of Swedes Are Choosing to Have Microchips Inserted Into Their Bodies. Here's Why // Science Alert [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://www.sciencealert.com/here-s-why-thousands-of-swedes-are-choosing-to-have-microchips-inserted-into-their-bodies> (дата обращения: 15.08.2019).

22. Service Robotics Limited [Электронный ресурс]. URL: <https://www.genieconnect.co.uk> (дата обращения: 15.08.2019).

23. Shabaruddin F.H., Fleeman N.D., Payne K. Economic evaluations of personalized medicine: existing challenges and current developments. *Pharmgenomics Pers Med*. 2015. Vol. 8. P. 115–126.

24. World Well-Being Project [Электронный ресурс]. URL: <https://wwbp.org> (дата обращения: 15.08.2019).

Е.В. Брызгалина
Медицина
в оптике
искусственного
интеллекта

Medicine in the Optics of artificial Intelligence: the philosophical Context of the Future

Elena V. Bryzgalina

CSc (PhD) in Philosophy, Associate Professor, the Head of Department of Philosophy of Education, Faculty of Philosophy. Lomonosov Moscow State University. Lenin Hills, the educational building "Shuvalovsky", Moscow 119234, Russian Federation. E-mail: evbrz@yandex.ru

Abstract. The article describes the main trends in the transformation of medicine as a science and healthcare industry in the direction of 4P medicine, orientated towards an achievement which is inextricably linked with the use of artificial intelligence systems (AI). The article highlights the characteristics of systems designed to solve intellectual problems in medicine and healthcare: software (algorithmic) solution of an intellectual problem, hardware implementation is not necessary; ability to analyze the environment; some degree of autonomy in the implementation of the algorithm; as a rule, self-learning ability; the presence of signs of intelligence ("rationality", "the ability to think like a person" in certain circumstances significant for

7. Morkhat P.M. K voprosu o spetsifike pravovogo regulirovaniya iskusstvennogo intellekta i o nekotorykh pravovykh problemakh ego primeneniya v otdel'nykh sferakh [On the issue of the specifics of legal regulation artificial intelligence and some legal problems of its application in certain spheres]. *Zakon i pravo*. 2018. N 6. P. 63–67.

8. Poryaeva E.P., Evstaf'eva V.A. Iskusstvennyi intellekt v meditsine [Artificial intelligence in medicine]. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2019. N 6–2 (60). P. 15–19.

9. Strategiya razvitiya meditsinskoj nauki v Rossijskoj Federatsii na period do 2025 // <https://rg.ru/2013/01/14/medicina-site-dok.html>

10. Yudin B.G. *Meditsina i konstruirovaniye cheloveka* [Medicine and human construction]. Yudin B.G. Chelovek: vykhod za predely. M.: Progress-traditsiya Publ., 2018. P. 398–411.

11. About // The Stanley Medical Research Institute (SMRI) [Electronic resource]. URL: <http://www.stanleyresearch.org/about/> (date of access: 12.08.2019).

12. Abrahams E., Ginsburg G.S., Silver M. The Personalized Medicine Coalition: Goals and Strategies // *American Journal of Pharmacogenomics*. 2005. N 5 (6). P. 345–355.

13. Warren B., Burton N. *Leaders: The strategies for taking charge*. N.Y.: Harper & Row, 1985.

14. Bill Gates // Stanford Institute for Human-Centered Artificial. URL: <https://hai.stanford.edu/events/2019-hai-symposium/people/bill-gates> (data of access: 15.08.2019).

15. European association predictive preventive personalised medicine [Electronic resource]. URL: <http://www.epmanet.eu> (data of access: 15.08.2019).

16. Firmware Update to Address Cybersecurity Vulnerabilities Identified in Abbott's (formerly St. Jude Medical's) Implantable Cardiac Pacemakers: FDA Safety Communication // *U.S. Food and Drug Administration* [Electronic resource]. 2018. URL: <https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/firmware-update-address-cybersecurity-vulnerabilities-identified-abbotts-formerly-st-jude-medicals> (data of access: 24.08.2019).

17. Introduction // Beijing Institute of Genomics (BIG), Chinese Academy of Sciences (CAS). URL: <http://english.big.cas.cn/au/bi/> (data of access: 24.08.2019).

18. Kohane I.S., Masys D.R., Altman R.B. The incidentalome: a threat to genomic medicine. *The Journal of the American Medical Association*. 2006. 296 (2). P. 212–215.

19. Medsec cyber security [Electronic resource]. URL: <https://medsec.com/index.html> (data of access: 15.08.2019).

20. Meet the EVA System // MobileODT. URL: <https://www.mobileodt.com> (data of access: 15.08.2019).

21. Petersen M. Thousands of Swedes Are Choosing to Have Microchips Inserted Into Their Bodies. Here's Why // *ScienceAlert* [Electronic resource]. 2018. URL: <https://www.sciencealert.com/here-s-why-thousands-of-swedes-are-choosing-to-have-microchips-inserted-into-their-bodies> (data of access: 15.08.2019).

22. Service Robotics Limited [Electronic resource]. URL: <https://www.genieconnect.co.uk> (data of access: 15.08.2019).

23. Shabaruddin F.H., Fleeman N.D., Payne K. Economic evaluations of personalized medicine: existing challenges and current developments. *Pharmgenomics Pers Med*. 2015. Vol. 8. P. 115–126.

24. World Well-Being Project [Electronic resource]. URL: <https://wwbp.org> (data of access: 15.08.2019).

Е.В. Брызгалина
Медицина
в оптике
искусственного
интеллекта