

УДК 004.9, 614.253

## 1.4. Цифровизация сферы здравоохранения: тенденции развития и биоинформационная web-платформа компании Онко Генотест

Костина Т.А., Ноакк Н.В., Ларин С.Н., ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

*В настоящее время актуальной задачей во всех сферах жизнедеятельности общества является создание отраслевых цифровых платформ на основе различных экономических методов обработки больших массивов информации. От ее решения во многом зависит успех реализации целевой программы «Цифровая экономика РФ» в целом, а значит, и переход отраслей российской экономики к цифровизации. Сфера здравоохранения сегодня находится в числе лидеров не только по созданию, но и практическому применению цифровых платформ для комплексного лечения широкого спектра заболеваний на основе инновационных подходов. В ходе проведенных исследований определены перспективные направления развития мирового рынка цифровизации сферы здравоохранения в сфере медицинской диагностики и фармакогенетики, а также деятельности его основных участников в области онкологии. Показаны инновационные преимущества биоинформационной web-платформы компании ООО «Онко Генотест», обеспечивающие конкурентоспособность ее деятельности. Полученные результаты нашли свое практическое применение в развитии деятельности компании ООО «Онко Генотест» по подбору методов персонализированной терапии в области онкологических заболеваний.*

### Введение

Дефицит технологического оборудования и цифрового инструментария для быстрой автоматизированной интерпретации клинико-диагностических данных врачами онкологами и принятия ими решений по выбору методов лечения больных онкологией долгое время являлся одной из ключевых проблем развития персонализированной терапии онкологических заболеваний.

Однако в последние 5-10 лет в этом направлении происходят качественные изменения к лучшему. Фундаментальным достижением последних лет стало признание многими ведущими специалистами в онкологии того факта, что наиболее эффективный метод лечения опухоли заключается в изучении ее молекулярно-генетического профиля через получение набора генетических, экспрессионных, иммунологических и прочих биомаркеров (количественных оценок физиологических, поведенческих или биологических показателей). Для этого необходимо ежедневно получать и обрабатывать данные результатов разнообразных высокотехнологических исследований. Тем не менее, общее число биомаркеров в области онкологии постоянно растет. Подтверждением этого обстоятельства служат ежегодно выходящие сотни статей, посвященных разработке новых и перепроверке существующих биомаркеров, обсуждению протоколов лечения, учитывающих молекулярный портрет опухолей.

Одновременно с ростом числа биомаркеров расширяется и профиль выполняемых исследований. Информационный поток данных и результатов проведения таких исследований ежедневно нарастает. Для его адекватной оценки от врачей-онкологов требуются глубокие познания в разных и новых для них областях знаний, включая молекулярную и клеточную биологию, генетику, статистику и другие.

Высокие темпы и динамичность развития современной онкологии основываются на ускоренной трансляции высокопроизводительных технологий в конкретные клиники. В числе таких технологий сегодня ведущее место занимает секвенирование следующего поколения (next generation sequencing - NGS) [Мардис, 2017], [Гудвин, Макферсон и Маккомби, 2016]. Их практическое применение требует от врачей-онкологов знания биоинформатики, навыков и умения обработки данных больших объемов (big data)<sup>1,2</sup>. Одним из сдерживающих факторов внедрения NGS является то обстоятельство, что данный раздел биоинформатики в настоящее время не стандартизован и требует значительного времени для освоения даже квалифицированными специалистами.

Очевидно, что в ежедневной практике врачу-онкологу просто не хватает времени на переработку многократно увеличившихся потоков информации, поскольку основное время он уделяет лечению пациентов, а не сбору, обработке и оценке данных по отдельно взятым случаям заболевания. Таким образом, отсутствие у врачей-онкологов универсального цифрового инструментария для интерпретации молекулярно-генетического профиля пациента приводит не только к снижению скорости внедрения современных научных знаний в практику, но и, в конечном итоге, к недостаточной обоснованности принимаемых клинических решений.

В условиях дефицита многопрофильных специализированных центров, при котором пациент вынужден обращаться за услугами в разные учреждения, уходит много времени на получение нужных

<sup>1</sup> Big data на страже здоровья: как и зачем медицинские организации собирают и хранят данные. – URL: <https://hightech.fm/2018/09/21/bigdata-med> (дата обращения: 06.07.2020).

<sup>2</sup> Big data. Большие данные в медицине. – URL: <https://medspecial.ru/news/1/28048/>. Дата обращения: 26.01.2024.

результатов и их передачу от одного специалиста к другому. При наличии дефицита профильных специалистов, перспективным направлением оптимизации работы представляется создание единых цифровых информационных платформ, объединяющих все большие массивы данных по всем действующим центрам с целью их последующей передачи врачам обычных лечебных учреждений.

#### Современные тенденции развития мирового рынка цифровизации сферы здравоохранения

В ходе проведенных исследований было установлено, что к числу современных тенденций развития сферы здравоохранения в области медицинской диагностики и фармакогенетики относятся следующие.

1. Увеличение объема мирового рынка биомедицины. Прогнозируется, что к 2035 г. объем мирового рынка биомедицины (в том числе фармакогенетики) составит около 9 трлн долларов США. При этом ожидается, что доля России на этом рынке составит 3,6 %. По прогнозу аналитической компании «Evaluate Pharma» почти 20% мирового рынка составят препараты для лечения онкологических заболеваний (см. рис.1), среднегодовые темпы роста (CAGR – compound annual growth rates) которых ожидаются в пределах 11,4-11,8% [1].

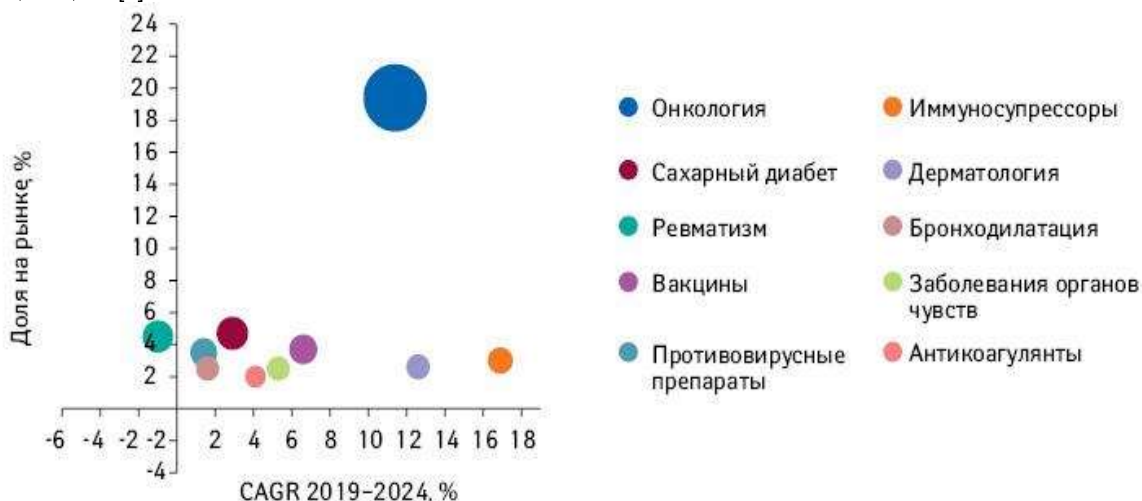


Рис.1. Прогнозируемый рейтинг топ-10 терапевтических областей по объему продаж лекарственных препаратов.

2. Развитие мирового рынка диагностики (in Vitro), включая рынок молекулярной диагностики, по темпам роста вдвое превосходит развитие рынка фарминдустрии, которая в настоящее время также развивается достаточно быстрыми темпами. По прогнозу аналитической компании «Evaluate Pharma», максимальный объем инвестиций фармацевтических и биотехнологических компаний на проведение клинических исследований также будет направлен на разработку препаратов для лечения онкологических заболеваний (см. рис.2 [1]).

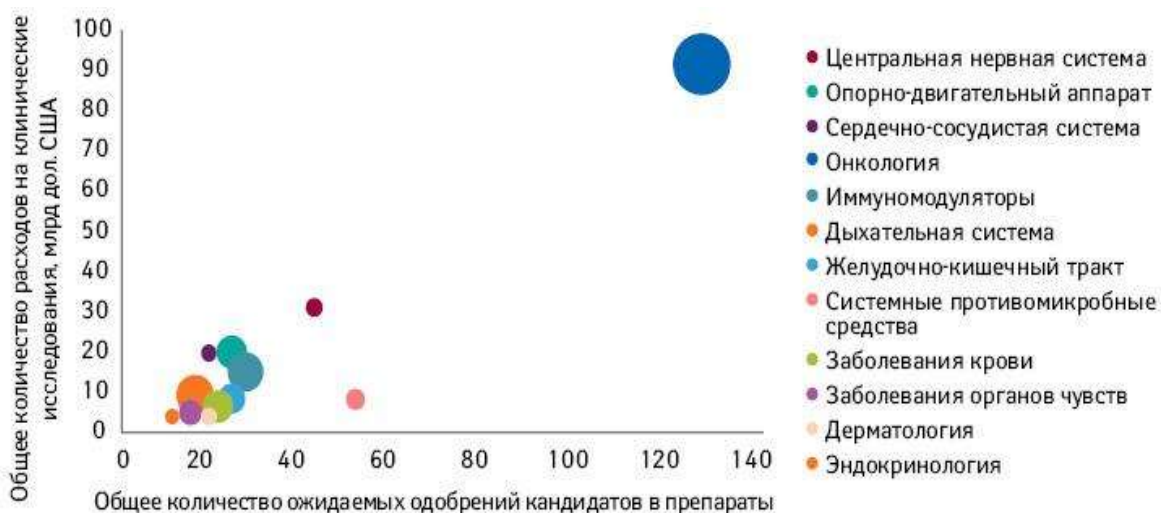


Рис.2. Объем расходов на проведение клинических исследований с использованием препаратов, находящихся на поздних стадиях исследования.

Мировой рынок фармацевтики сегодня относится к числу наиболее быстро развивающихся и динамичных рынков (см. рис.3 [2]). Объем мирового фармацевтического рынка в 2022 году оценивался в 1,60

триллиона долларов США, и ожидается, что к 2032 году он превысит около 3,70 триллиона долларов США. При этом ожидаемый среднегодовой темп роста составит 8,80% с 2023 по 2032 год. В числе ключевых игроков мирового фармацевтического рынка будут выступать Индия, Китай, Южная Африка, Бразилия, Россия, Индонезия и Турция [2]. Фармацевтические рынки США и развивающихся стран также останутся в числе драйверов, демонстрируя темпы среднегодового роста 4-7% и 5-8%, соответственно.



Рис.3. Объем фармацевтического рынка 2022–2032 в трлн. долл. США [2].

3. Глобальный фармацевтический рынок является одним из самых емких и инновационных потребительских рынков планеты - объем мирового фармацевтического рынка в 2022 году составил 1,5 трлн долларов (для сравнения: объем мирового рынка Oil&Gas - 2,1 трлн долларов). Наиболее быстро растущими сегментами рынка в ближайшие 5-7 лет станут вакцины, лекарства для лечения онкологии, иммунотерапевтические препараты. Наибольшая часть клинических исследований в мире на данный момент сфокусирована на онкологии (~30%), затем следуют заболевания нервной системы (~11%).

Мировой рынок фармацевтики плавно реализует технологический переход на третье поколение лекарственных средств (генетические, РНК, клеточные платформы). На данный момент доля таких технологий на рынке ограничена (не считая мРНК вакцин). Но учитывая огромные инвестиции со стороны фармкомпаний и государств, данные технологии займут видимую долю рынка к 2030 году и обеспечат лечение ранее неизлечимых заболеваний (онкология), хронических заболеваний, ускоренную разработку вакцин и решение других нерешенных медицинских задач [4].

4. Модель развития рынка, ориентированная на массовый выпуск лекарственных препаратов, становится все менее эффективной и востребованной. Более эффективной становится модель, ориентированная на внедрение персонализированной медицины, которая влечет за собой развитие рынка цифровой и молекулярной диагностики, трансформацию рынков фармакологии и предоставления медицинских услуг.

В развитии мирового рынка фармацевтики стала преобладать тенденция смещения локализации основных производителей из развитых стран (США, Япония, Франция, Германия, Италия, Великобритания, Испания, Канада), в государства с развивающимся или переходным типом экономики (Китай, Бразилия, Россия, Индия, Мексика, Турция) [5]. Кроме того, с целью снижения затрат растет число производителей, которые предпочитают передавать значительную часть исследований и разработок новых технологий и лекарственных препаратов на аутсорсинг.

#### Современное состояние цифрового здравоохранения в России

В условиях ужесточения санкционных ограничений стран Запада российский фармацевтический рынок динамично развивается. В 2023 году его участники успешно решали такие задачи, как развитие импортозамещения, внедрение современных цифровых платформ и технологий, оптимизация логистических цепочек, переход на производственное оборудование российских производителей и надежных зарубежных поставщиков. Объем фармацевтического рынка России в 2022 году составил 2573 млрд руб., что на 11,9% выше, чем показатель 2021 года. При этом общий прирост фармрынка за последние 5 лет составил около 53%, а общий объем рынка вырос на 890 млрд руб.

Для развития проекта цифровизации российского здравоохранения является очень важным отслеживание и анализ ключевых трендов рынка, одним из которых является динамика венчурного инвестирования (см. рис. 4). Суммарные объемы инвестиций в разрезе секторов рынка представлены на рисунке 5.



Рис. 4. Инвестиции в российское здравоохранение.

Развитие цифровых технологий становится ключевым драйвером развития фармацевтической отрасли российского здравоохранения. Главное достижение цифровизации – принципиальное упрощение, ускорение и снижение расходов на разработку и производство новых медицинских препаратов. Это обеспечивается за счет широкого внедрения цифровых платформ и технологий нового поколения, прежде всего, искусственного интеллекта и BigData.

Для России новые перспективы, которые открывает на рынке фарминдустрии использование цифровых технологий, это возможность дать мощный импульс развитию малого бизнеса и решить целый комплекс социальных вопросов. Системным государственным подходом может стать разработка и реализация в России программы «Фармацевтика 3.0». Ее основной целью станет формирование и развитие критически важных для отрасли цифровых технологий лечения больных онкологией и другими заболеваниями. Эти технологии обеспечат лидерство российских компаний в «новой фармацевтике» на мировых рынках.



Рис. 5. Инвестиции в российское здравоохранение.

#### Мировые тренды развития цифровизации сферы здравоохранения

В исследовании Екатерины Цапиевой<sup>3</sup> выделяются десять ключевых трендов развития цифровых медицинских технологий в мире, которые будут актуальны в ближайшие годы.

Они приведены на рис. 6. Сегодня указанные тренды уже перестраивают российскую медицину.

Рассмотрим кратко наиболее известные примеры практической реализации этих трендов в отечественной системе здравоохранения.

<sup>3</sup> <https://vc.ru/u/1318010-capieva-ekaterina/779193-trendy-cifrovogo-zdravoohraneniya-2023?ysclid>



Примерами внедрения инструментария аналитики медицинских данных являются: платформа прогнозной аналитики и управления рисками в здравоохранении на основе машинного обучения Webiomed<sup>4</sup> и платформа по автоматизации выявления патологий в рентгенологических исследованиях, КТ и МРТ, а также маммограммах Botkin.ai<sup>5</sup>.

В качестве примера использования технологий облачного хранения медицинских данных можно привести облачную ИТ-платформу для взаимодействия участников рынка частной медицины: клиник, лабораторий, страховых компаний, аптек, разработчиков медицинских информационных систем и онлайн-сервисов N3.Health<sup>6</sup>.

Цифровизация медицинских карт позволяет улучшить функциональную совместимость, а также значительно упростить доступ к данным пациентов и обмен информацией между различными системами, используемыми разными поставщиками медицинских услуг. Примером электронных медицинских карт является сервис РТ МИС<sup>7</sup>, который позволяет хранить в онлайн-пространстве все сведения о здоровье пациента.

Примером медицинских носимых устройств являются уже ставшие для многих людей обыденными смарт-часы и другие «умные» гаджеты. Они легко синхронизируются со смартфоном при замерах медицинских показателей и передают их в приложения, используемые поставщиками медицинских услуг.



Рис. 6. Ключевые тренды развития цифровых медицинских технологий в мире.

Специализированный медицинский мессенджер Medsenger.AI<sup>8</sup> позволяет лечащим врачам дистанционно следить за состоянием здоровья пациента с использованием возможностей искусственного интеллекта.

Использование методов цифровой терапии реализуется в мобильном приложении Ментальный наставник HD<sup>9</sup>. В нем представлены инструменты в виде медитаций и расслабляющих техник, направленных на решение проблем с бессонницей.

Первым в России порталом всесторонней поддержки пациентов с сахарным диабетом является Диабетология Онлайн<sup>10</sup>. На нем представлены актуальные материалы и инструменты, помогающие пациентам лучше разбираться в заболевании и эффективно его контролировать.

<sup>4</sup> <https://webiomed.ru/>

<sup>5</sup> <https://botkin.ai/>

<sup>6</sup> [https://cloud.mts.ru/partners/partnerskie\\_resheniya/n3-health/](https://cloud.mts.ru/partners/partnerskie_resheniya/n3-health/)

<sup>7</sup> <https://rtmis.ru/gosudarstvu/products/elektronnaya-medicinskaya-karta/>

<sup>8</sup> <https://medsenger.ai/>

<sup>9</sup> <https://mymentalmentor.net/>

<sup>10</sup> <https://www.diabet.ru/>

Пациенты с ограниченной подвижностью или проживающие в отдаленных районах могут получать медицинскую помощь путем организации клиник на дому. Наглядным примером является Клиника Инвитро<sup>11</sup>. Она предлагает проведение лабораторных исследований, ЭКГ, УЗИ в домашних условиях.

Цифровые биомаркеры (количественные оценки физиологических, поведенческих или биологических показателей) позволяют отслеживать изменения в состоянии пациента после приема лекарств или медицинских процедур. Их использование значительно повышает эффективность лечения.

Сегодня стремительно распространяются различные технологии мобильного здравоохранения (mHealth). Они открывают новые возможности для использования мобильных приложений, текстовых сообщений и других форм цифровой связи для предоставления медицинских услуг. Мобильные приложения отслеживают физическую активность пользователей, следят за их питанием и составляют персональные рекомендации по здоровью. Это делает mHealth более удобным и доступным, чем традиционные медицинские услуги.

Таким образом, сферы применения цифровых технологий в медицине в последние годы быстро расширяются. В ближайшее время процессы роста продолжатся, поскольку рынок цифровых технологий в медицине еще далек от своего насыщения.

#### **Основные участники мирового рынка цифровизации в области онкологии**

Кратко рассмотрим ключевые особенности деятельности основных участников мирового рынка цифровизации в области онкологии.

*Компания «Атлас – Онкодиагностика»<sup>12</sup>.*

Компания преимущественно специализируется на предоставлении услуг на российском рынке. Российский рынок характеризуется относительно высокими показателями ежегодно вновь выявляемых онкологических больных в расчете на 100 тыс. чел. (200,5 случаев) смертности от злокачественных новообразований (124,4 ежегодных смертей на 100 тыс. чел.).

В сервисе Solo используют панель для NGS, покрывающую 48 генов. Плюсом сервиса Solo является проведение дополнительного комплекса анализов, позволяющего увеличить точность диагностики (иммуногистохимия (ИГХ) и флуоресцентная гибридизация in situ (FISH)). Результат сервиса Solo предоставляется в виде напечатанного заключения<sup>13</sup>.

*OncoDNA<sup>14</sup>.*

Услуги OncoDNA наиболее представлены на европейском рынке. Злокачественные новообразования представляет собой вторую по важности причину смертности и заболеваемости в Европе, на которую ежегодно приходится 1,9 млн. смертей. Ежегодно в Европе регистрируется около 3,7 млн. новых пациентов.

Компания OncoDNA предлагает комплексные молекулярно-генетические исследования на основе солидной и жидкостной биопсии. OncoDNA первыми представили анализ, сочетающий применение солидной и жидкостной биопсии. Также анализируются белковые маркеры с применением ИГХ и других методов. Компания предлагает решения OncoDEEP (анализ солидных образцов опухоли), OncoSTART&GO (комплексный анализ солидных образцов и жидкостной биопсии) и OncoSELECT (жидкостная биопсия). Доступ к заключению осуществляется с помощью web-платформы OncoSHARE.

*OncoFinder<sup>15</sup>.*

Компания OncoFinder представлена на мировом рынке. По прогнозам, мировой рынок опухолевого профилирования будет оцениваться в 8,74 млрд долларов США в 2022 году, по сравнению с 4,75 млрд долларов США в 2016 году при уровне CAGR в 10,7%. 2016 год принят за базовый год, а прогноз сделан на период с 2017 по 2022 год. Согласно исследованиям Transparency Market Research, мировой рынок персонализированной медицины будет увеличиваться на 14,9% ежегодно в течение прогнозируемого периода, с 2017 по 2025 год (рассчитан по CAGR - Compound Annual Growth Rate). Тогда к концу 2025 года мировой рынок персонализированной медицины будет оцениваться в 25112,5 млн долларов США, по сравнению с 7243 млн долларов США в 2016 году.

Компания OncoFinder ставит задачу выявления гиперактивированных и молчащих сигнальных каскадов опухолевых клеток, а также предсказания потенциально эффективной лекарственной терапии. Подбор эффективной терапии осуществляется алгоритмом OncoFinderTM, исходными данными служат результаты транскриптомного анализа, которые интерпретируются методами машинного обучения [Buzdin A., Zhavoronkov A., Korzinkin M. and etc., 2014].

*Caris Molecular Intelligence<sup>16</sup>.*

Компания оперирует на рынках Северной Америки, Австралии и Новой Зеландии, Европы (Западной и Восточной) и Азии (Китай, Япония, Корея, Сингапур и Индия). Данные рынки характеризуются высоким

<sup>11</sup> <https://www.invitro.ru/moscow/vnd/>

<sup>12</sup> Официальный сайт Медицинского центра «Атлас». URL: <https://atlas.ru/clinic/> Дата обращения 14.01.2024.

<sup>13</sup> Онкодиагностика «Атлас», сервис Solo. URL: <https://intalent.pro/company/gruppa-kompaniy-atlas.html> Дата обращения 14.01.2024.

<sup>14</sup> OncoDNA. URL: <https://www.oncodna.com/en/main/home/> Дата обращения 14.01.2024.

<sup>15</sup> OncoFinder. URL: <https://www.oncofinder.com/> Дата обращения 14.01.2024.

<sup>16</sup> Caris Molecular Intelligence. URL: <https://www.carismoleculairintelligence.com/> Дата обращения 14.01.2024.

уровнем ежегодно вновь выявленных онкологических больных (в особенности в Океании и Западной Европе).

Тестирование молекулярного профиля опухоли Caris Molecular Intelligence заключается в определении биомаркеров с помощью ряда методов, включая ИГХ, FISH, хромогенную гибридизацию in situ (CISH), прямое секвенирование по Сенгеру, секвенирование следующего поколения (Next Generation Sequencing), определение микросателлитной нестабильности (MSI). Объем исследования зависит от типа опухоли. Доступ к результатам осуществляется с помощью Mi Portal<sup>17</sup>.

*FoundationOne<sup>18</sup>.*

Компания FoundationOne является лидером мирового рынка онкогенетики для развитых стран. Данный рынок характеризуется высокими значениями ежегодно выявляемых онкологических больных в расчете на 100 тыс. чел. При этом развитые страны характеризуются относительно низкой смертностью от злокачественных опухолей.

Анализ FOUNDATIONONE CDx™ лаборатории FoundationOne одобрен FDA для применения при немелкоклеточном раке легкого, колоректальном раке, раке молочной железы, раке яичников и меланоме. Каждый результат теста включает оценку микросателлитной нестабильности (MSI) и мутационной нагрузки опухоли (TMB) для определения показаний к назначению иммунотерапии<sup>19</sup>.

### **Биоинформационная web-платформа компании ООО «Онко Генотест»**

*Основные направления деятельности компании ООО «Онко Генотест»*

Компания ООО «Онко Генотест» намерена в ближайшей перспективе и (или) в будущем развивать следующие направления своей деятельности.

#### **1. Генетическое исследование для частных лиц и клиник в России.**

Основной источник прибыли - оказание информационной услуги по молекулярно-генетическому и гистологическому анализу с целью выявления наиболее подходящего метода терапии злокачественных опухолей. По итогу исследования заказчик получает обоснованное интерактивное заключение, где указаны потенциально эффективные и неэффективные методы лечения для конкретного случая.

#### **2. Информационный сервис для медицинских лабораторий и клиник.**

Биоинформационная платформа компании ООО «Онко Генотест» позволяет проводить обработку и интерпретацию результатов NGS и других молекулярно-генетических анализов опухоли. Подобный сервис будет полезен для медицинских лабораторий, научно-исследовательских групп и медицинских организаций, ведущих диагностику и лечение пациентов с онкологическими заболеваниями.

Биоинформационная платформа компании ООО «Онко Генотест» обеспечивает ей дополнительные конкурентные преимущества за счет наличия англоязычной версии и возможностей для быстрой локализации под любые иностранные языки и рынки.

#### **3. Генетические исследования для частных лиц и клиник в Европе и Азии.**

В данный момент компания ООО «Онко Генотест» активно развивает партнерские отношения с лабораториями в Европе. В этом направлении международного сотрудничества компания ООО «Онко Генотест» будет использовать лабораторию для проведения лабораторных анализов для клиентов из Европы с целью дальнейшей обработки их результатов на своей биоинформационной платформе. Следующим шагом после заключения сотрудничества с европейскими лабораториями будет налаживание партнерского взаимодействия с местными клиниками для привлечения пациентов к прохождению анализа. После успешного построения партнёрской сети с клиниками и лабораториями в Европе компания ООО «Онко Генотест» планирует выход на рынок Азии - в частности Японии, Китая, Южной Кореи, Сингапура.

С целью создания универсального инструмента для помощи врачам-онкологам, а также их пациентам, Компания ООО «Онко Генотест» разрабатывает биоинформационную платформу со множеством интегрированных аналитических модулей. Прежде всего – это база данных, в которую включена информация о тысячах терапевтически значимых биомаркеров на доказательной основе. Междисциплинарная команда сотрудников Компании ООО «Онко Генотест» (онкологи разного профиля, молекулярные и клеточные биологи, генетики и т.д.) постоянно работает над оптимизацией функциональных возможностей платформы. Платформа позволяет загружать, а затем анализировать в автоматическом и ручном режимах множество разнообразных данных о пациенте, которые поступают из любых источников, включая анамнез, эпикриз, другие медицинские выписки, инструментальные исследования и лабораторные исследования. Таким образом, платформа Компании ООО «Онко Генотест» способна оперативно обрабатывать не только собственные данные, но и результаты сторонних исследований, которые были ранее получены пациентом в других медучреждениях.

*Факторы инновационности цифровой биоинформационной платформы*

К инновационным факторам цифровой биоинформационной платформы относятся:

- дружественный интерфейс, понятный врачам;

<sup>17</sup> Caris Molecular Intelligence. CMI-overview. URL: <https://www.carislifesciences.com/cmi-overview/> Дата обращения 14.01.2024.

<sup>18</sup> FoundationOne. URL: <https://www.foundationmedicine.com/genomic-testing/foundation-one-cdx> Дата обращения 14.01.2024.

<sup>19</sup> FoundationOneMEDICINE. Genomic Testing. URL: <https://corpsite.foundationmedicine.com/genomic-testing> Дата обращения 14.01.2024.

- возможность тонкой настройки для каждого пользователя;
  - возможность оптимизации цифровой биоинформационной платформы для ее использования с применением мобильных устройств;
  - биоинформационная поддержка разных NGS-технологий (Ion Torrent, Illumina);
  - возможность доступа к «сырым» данным для контроля результатов автоматической обработки;
  - автоматическое обновление базы данных о клинической значимости биомаркеров, возможность ре-анализа имеющихся случаев в свете новых данных;
  - поддержка и автоматическая интерпретация разных типов данных молекулярных анализов (NGS, FISH, MSI и т.д.);
  - хранение расширенных клинических данных о пациенте, включая сбор катамнеза;
  - обработка и анализ всей информации с учетом требований ФЗ-152 по защите персональных данных.
- В совокупности указанные выше факторы обеспечивают для компании ООО «Онко Генотест» возможность получения дополнительных конкурентных преимуществ.

#### *Конкурентные преимущества цифровой биоинформационной платформы*

Кроме инновационных факторов, конкурентные преимущества цифровой биоинформационной платформы Компании ООО «Онко Генотест» достигаются за счет:

- ее доступности из любой точки мира через Интернет;
- возможности проведения повторного анализа имеющихся данных, учитывая последние сведения о клинически значимых биомаркерах;
- надежного хранения всех личных данных пациентов;
- возможности проведения удаленного консультирования и оценки результатов анализа другими онкологами при помощи развития телемедицины;
- возможности подключения нескольких экспертов для проведения онлайн-консилиума.
- интерактивности и онлайн-доступа: пользователь привязан к интерактивной платформе посредством личного кабинета и может следить за выполнением собственных анализов. Веб-интерфейс при этом обеспечивает быстрый и удобный для пользователя доступ к результатам молекулярных анализов и их интерпретации. Только у немногих компаний результаты представлены в виде веб-интерфейса, который зачастую неудобен для пользователя.

- гибкой модульной структуры онлайн-платформы, которая:

- а) поддерживает интеграцию всевозможных типов молекулярно-генетических и клинических данных;
- б) позволяет в автоматическом режиме получать интерпретацию для любых типов биомаркеров, включая составные биомаркеры (например, мутация в гене А + экспрессия гена В);
- в) может проводить перекрестный анализ данных разных типов;
- г) унифицирует обработку данных, повышая точность и глубину исследования. Подобный подход не реализован в других компаниях, деятельность которых рассматривалась в предыдущем разделе.

Конкурентные преимущества цифровой биоинформационной платформы Компании ООО «Онко Генотест» достигаются также за счет:

хранения данных анализов на облачном сервере внутри РФ и их надежной защиты. Надежное хранение и доступ к данным позволяют обеспечить безопасный канал передачи информации. Большинство наших конкурентов - зарубежные компании, и данные пользователей, в том числе и российских, они хранят за рубежом;

- возможности интеграции с любыми IT-решениями, что позволяет развивать B2B-направление и бизнес в области IT-решений в медицине. Следует отметить, что основные конкуренты компании не поддерживают развитие B2B-направления.

- ежедневного обновления базы данных по клинической значимости биомаркеров в автоматическом режиме, а также ее курирования экспертами.

Это решение позволяет автоматически обновлять результаты всех проведенных исследований, загруженных на платформу, дополняя анализ самими последними научными данными.

#### **Заключение**

В результате проведенного исследования были выявлены основные тенденции развития мирового рынка цифровизации сферы здравоохранения. Показано, что область внедрения цифровых технологий в отрасль медицины в ближайшее время продолжит расти вследствие недостаточного насыщения рынка.

Обосновано, что цифровая биоинформационная платформа компании ООО «Онко Генотест» обладает рядом инновационных конкурентных преимуществ, а именно:

- 1) предлагает удобный подход и для врача-онколога, и пациента, при котором любые существующие учреждения онкологического профиля (лаборатории, клиники, диспансеры, научные центры) как в РФ, так и за рубежом, могут быть виртуально интегрированы в единый интерактивный многопрофильный центр;
- 2) может работать с информацией любого происхождения и качества, поскольку в процесс обработки данных внедрены жесткие критерии оценки их достоверности;
- 3) способна автоматизировать обработку множества данных и предоставлять врачам и пациентам всю обработанную информацию в доступной и понятной форме;
- 4) имеет возможности для надежного хранения персональных данных пациентов, их обновления и накопления в процессе мониторинга терапии.



Реализация указанных конкурентных преимуществ в деятельности компании ООО «Онко Генотест» позволит ей укрепить свое положение среди участников отечественного и мирового фармацевтических рынков.

#### Литература

1. Мардис, Е.Р (2017). Технологии секвенирования ДНК: 2006-2016 гг. // Протоколы о природе, № 12(2). С.213-218.
2. Гудвин, С., Макферсон, Дж.Д. и Маккомби, В.Р. (2016). Достижение совершеннолетия: десять лет технологий секвенирования следующего поколения // Nature Reviews Genetics, №17(6). С.333-351.
3. Мамедьяров З.А. Инновационное развитие мировой фармацевтической отрасли. – М.: ИМЭМО РАН, 2019. – 145 с.
4. Buzdin A., Zhavoronkov A., Korzinkin M., Venkova L., Zenin A., Smirnov Ph., Borisov N. Oncofinder, a new method for the analysis of intracellular signaling pathway activation using transcriptomic data. Frontiers in Genetics, № 5, 2014. P. 55. DOI 10.3389/fgene.2014.00055.

#### References in Cyrillics

1. Mardis, E.R (2017). Tekhnologii sekvenirovaniya DNK: 2006-2016 gg. // Protokoly o prirode, № 12(2). S.213-218.
2. Gudvin, S., Makferson, Dzh.D. i Makkombi, V.R. (2016). Dostizhenie sovershennoletiya: desyat' let tekhnologii sekvenirovaniya sleduyushchego pokoleniya // Nature Reviews Genetics, №17(6). S.333-351.
3. Mamed'yarov Z.A. Innovatsionnoe razvitie mirovoi farmatsevticheskoi otrasli. – М.: ИМЭМО РАН, 2019. – 145 с.

#### Сетевые ресурсы

1. Big data на страже здоровья: как и зачем медицинские организации собирают и хранят данные. URL: <https://hightech.fm/2018/09/21/bigdata-med> . Дата обращения: 26.01.2024.
2. Big data. Большие данные в медицине. – URL: <https://medspecial.ru/news/1/28048/> Дата обращения: 26.01.2024.
3. Доклад компании «Evaluate Pharma» «World Preview 2019, Outlook to 2024». URL: <https://www.evaluate.com/thought-leadership/pharma/evaluatepharma-world-preview-2019-outlook-2024> Дата обращения 14.01.2024.
4. Pharmerging Market (By Product: Pharmaceuticals, Healthcare; By Indication: Lifestyle Diseases, Cancer and Autoimmune Diseases, Infectious Diseases, Others; By Economy: Tier-1, Tier-2, Tier-3; By Distribution Channel: Hospitals, online Stores, Retail Pharmacies, Others) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2023-2032. URL: <https://www.precedenceresearch.com/pharmerging-market>. Дата обращения 26.01.2024.
5. The Global Use of Medicine in 2019 and Outlook to 2023. URL: <https://www.iqvia.com/institute/reports/the-global-use-of-medicine-in-2019-and-outlook-to-2023> . Дата обращения 14.01.2024.
6. The Global Use of Medicine in 2019 and Outlook to 2023. URL: <https://informatori.it/wp-content/uploads/2019/03/the-global-use-of-medicine-in-2019-and-outlook-to-2023.pdf>.
7. Официальный сайт Медицинского центра «Атлас». URL: <https://atlas.ru/clinic/> . Дата обращения 14.01.2024.
8. Онкодиагностика «Атлас», сервис Solo. URL: <https://intalent.pro/company/gruppa-kompaniy-atlas.html> . Дата обращения 14.01.2024.
9. OncoDNA. URL: <https://www.oncodna.com/en/main/home/>. Дата обращения 14.01.2024.
10. OncoFinder. URL: <https://www.oncofinder.com/> . Дата обращения 14.01.2024.
11. Caris Molecular Intelligence. URL: <https://www.carismoleculairintelligence.com/> . Дата обращения 14.01.2024.
12. Caris Molecular Intelligence. CMI-overview. URL: <https://www.carislifesciences.com/cmi-overview/> . Дата обращения 14.01.2024.
13. FoundationOne. URL: <https://www.foundationmedicine.com/genomic-testing/foundation-one-cdx> Дата обращения 14.01.2024.
14. FoundationOneMEDICINE. Genomic Testing. URL: <https://corpsite.foundationmedicine.com/genomic-testing> . Дата обращения 14.01.2024.

*Костина Татьяна Анатольевна ЦЭМИ РАН  
[kostina1@yandex.ru](mailto:kostina1@yandex.ru)*

*Ноакк Наталия Вадимовна – к.психол.н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН  
ORCID 0000-0001-8696-5767  
[n.noack@mail.ru](mailto:n.noack@mail.ru)*

Ларин Сергей Николаевич, к.техн.н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН  
ORCID 0000-0001-5296-5865  
[sergey77707@rambler.ru](mailto:sergey77707@rambler.ru)

**Ключевые слова**

Цифровизация сферы здравоохранения, цифровая платформа, тенденции развития, рынок фармакогенетики, онкология, персонализированная терапия.

*Tatiana Kostina, Natalia Noack, Sergey Larin. Digitalization of the healthcare sector: development trends and bioinformational web-platform of Onco Genotest company*

**Keywords**

Digitalization of the healthcare sector, digital platform, development trends, pharmacogenetics market, oncology, personalized therapy.

DOI: 10.33276/DE-2024-02-04

JEL classification: I11 – Анализ рынков медицинских услуг, O32 – Управление технологическими инновациями и разработками

**Abstract.**

Currently, an urgent task in all spheres of society is the creation of industry-specific digital platforms based on various economic methods for processing large amounts of information. The success of the implementation of the target program "Digital Economy of the Russian Federation" as a whole, and therefore the transition of sectors of the Russian economy to digitalization, largely depends on its solution. The healthcare sector today is among the leaders not only in the creation, but also in the practical application of digital platforms for the comprehensive treatment of a wide range of diseases based on innovative approaches. In the course of the research, promising directions for the development of the global healthcare digitalization market in the field of medical diagnostics and pharmacogenetics, as well as the activities of its main participants in the field of oncology, were identified. The innovative advantages of the bioinformational web platform of the company Onco Genotest LLC are shown, ensuring the competitiveness of its activities.