

КОБЯКОВА О.С.,

д.м.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, Москва, Россия,
e-mail: kobyakovaos@mednet.ru

ЕРЁМЧЕНКО О.А.,

ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, Москва, Россия; РАНХиГС при Президенте РФ, Москва, Россия,
e-mail: tatrices@mail.ru

КУРАКОВА Н.Г.,

д.б.н., ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, Москва, Россия,
e-mail: idmz@mednet.ru

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ В ГЛОБАЛЬНОЙ ПАТЕНТНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ: 2000–2023 ГГ.

DOI: 10.25881/18110193_2024_1_44

Аннотация. Всемирная организация здравоохранения фиксирует беспрецедентное увеличение глобальных расходов на здравоохранение с тенденцией дальнейшего роста до 2050 г. В качестве важного инструмента повышения эффективности этих расходов рассматриваются технологии искусственного интеллекта. Одним из источников информации, дающим представление о масштабах и интенсивности развернутых исследований, найденных решениях, их концепциях и глобальных технологических лидерах, является мировой портфель патентных документов. В данном исследовании был выполнен патентный анализ технологической области «Искусственный интеллект в здравоохранении», результаты которого позволили охарактеризовать направление как один из самых динамично развивающихся научных и технологических трендов последнего десятилетия. Показано, что ключевыми тематическими кластерами направления являются использование алгоритмов машинного обучения для создания прогнозных и диагностических моделей, а также разработки в области больших языковых моделей (LLM). Россия входит в топ-15 стран мира по патентной активности в направлении «Технологии языковых моделей в медицине», но сохраняет некоторое отставание от стран-лидеров по числу патентных семейств.

Ключевые слова: искусственный интеллект; большие языковые модели; здравоохранение; патентная активность; информационные технологии в медицине; машинное обучение.

Для цитирования: Кобякова О.С., Ерёмченко О.А., Куракова Н.Г. Технологии искусственного интеллекта в здравоохранении в глобальной патентной экосистеме: 2000–2023 гг. Врач и информационные технологии. 2024; 1: 44–59. doi: 10.25881/18110193_2024_1_44.

KOBYAKOVA O.S.,

DSc, Central Research Institute of Organization and Informatization of Healthcare of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia, e-mail: kobyakovaos@mednet.ru

YEREMCHENKO O.A.,

Central Research Institute of Organization and Informatization of Healthcare of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia, RANEPА, Moscow, Russia, e-mail: tatricks@mail.ru

KURAKOVA N.G.,

DSc, Central Research Institute of Organization and Informatization of Healthcare of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia, e-mail: idmz@mednet.ru

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN HEALTHCARE IN THE GLOBAL PATENT ECOSYSTEM: 2000–2023

DOI: 10.25881/18110193_2024_1_44

Abstract. *The World Health Organization records an unprecedented increase in global health care spending with a trend of further growth until 2050. Artificial intelligence (AI) technologies are considered one of the key tools for increasing the efficiency of these expenses. One of the information sources that gives an idea of the scale and intensity of extensive research, the solutions found, their concepts and global technology leaders is the world portfolio of patent documents. In this study, a patent analysis of the technological field “Artificial Intelligence in Healthcare” was performed. The results of this analysis proved the research direction to be one of the most dynamically developing scientific and technological trends of the last decade. It has been shown that two key thematic clusters of this direction are the use of machine learning algorithms to create predictive and diagnostic models, and developments in the field of large language models (LLM). Russia is among the top 15 countries in the world in terms of patent activity in the direction of “Technology of language models in medicine,” but remains somewhat behind the leading countries in the number of patent families.*

Keywords: *artificial intelligence; large language models; healthcare; patent activity; information technology in medicine; machine learning.*

For citation: *Kobyakova O.S., Yeremchenko O.A., Kurakova N.G. Artificial intelligence technologies in healthcare in the global patent ecosystem: 2000–2023. Medical doctor and information technology. 2024; 1: 44–59. doi: 10.25881/18110193_2024_1_44.*

ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным отчета Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), опубликованного в 2022 г., общемировые расходы на здравоохранение в 2020 г. составили 9,0 трлн долл., что на 6,3% больше, чем в 2019 г. (8,5 трлн долл.). Объем глобальных расходов на здравоохранение в виде доли мирового ВВП достиг 10,8% в 2020 г., тогда как в 2019 г. этот показатель находился на уровне 9,8% [1]. Новый глобальный доклад ВОЗ указывает на беспрецедентный рост расходов на здравоохранение: в 2021 г. этот показатель достиг пикового значения в 9,8 трлн долл. [2].

По оценкам аналитической компании Statista, объем глобального рынка технологий искусственного интеллекта (ИИ) для здравоохранения в 2021 г. составил около 11 млрд долл., и к 2030 г. эта цифра вырастет до 188 млрд долл. [3]. Применение в здравоохранении систем на основе ИИ рассматривается как один из самых перспективных подходов к повышению эффективности использования ограниченных ресурсов, включая, в первую очередь, финансовое и кадровое обеспечение. Системы искусственного интеллекта (СИИ) могут применяться для решения широкого круга задач, таких как проведение предварительных консультаций, диагностика, [4], формирование рекомендаций пациентам по профилактике [5], лечению заболеваний [6] и оказанию первой помощи [7]. Наряду с клиническими задачами, СИИ могут быть эффективны в области управления здравоохранением, например, для прогнозирования событий и процессов [8]. Одной из наиболее востребованных технологий в клинической практике являются системы принятия поддержки врачебных решений (СППВР). Развитие отдельных направлений ИИ, таких как машинное обучение, большие языковые модели и других, в совокупности с ростом вычислительных мощностей позволили вывести подобные разработки на новый уровень.

Как свидетельствуют данные отчета Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) «WIPO Trends 2019», 12% общемирового числа изобретений, связанных с технологиями ИИ и его функциональными приложениями, приходится на науки о жизни и медицинские науки [9]. При этом из 20 проанализированных в докладе ВОИС областей техники с науками о жизни и медицинскими науками

связано максимальное число направлений применения технологий ИИ (11), тогда как на другие области приходится от 1 до 6 направлений. Наибольшее число патентных документов, включающих применение алгоритмов ИИ в здравоохранении, приходилось на биоинформатику, биоинженерию, биомеханику, поиск новых лекарств, генетику, медицинскую визуализацию, медицинскую информатику, нейронауки и нейроробототехнику, питание, мониторинг физиологических параметров, общественное здравоохранение.

Решения, связанные с имплементацией технологий ИИ в национальные системы здравоохранения, обладают огромным коммерческим потенциалом, их разработчики, как правило, не торопятся, а чаще, не имеют прав отражать эти решения в сегменте общедоступных научных публикаций, поскольку права интеллектуальной собственности принадлежат инвесторам. Поэтому одним из наиболее информативных источников информации, дающим представление о масштабах и интенсивности развернутых исследований, найденных решениях, их концепциях и глобальных технологических лидерах, является мировой портфель патентных документов, включающий как уже выданные патенты, так и заявки на патенты на изобретения.

В 2020 г. авторами настоящей статьи был выполнен наукометрический и патентный анализ технологической области «Искусственный интеллект в здравоохранении», результаты которого позволили охарактеризовать направление как один из самых динамично развивающихся научных и технологических трендов последнего десятилетия [10]. По прошествии трех лет представлялось важным проследить ключевые векторы развития этого тренда, что и явилось целью настоящего исследования. Для ее достижения было необходимо решить следующие исследовательские задачи:

- 1) выявить страны и компании, являющиеся глобальными технологическими лидерами направления;
- 2) определить новые тренды области техники «ИИ в здравоохранении» в ходе сопоставления данных за два временных промежутка: 2000–2019 гг. и 2020–2023 гг.;
- 3) проанализировать эволюцию и динамику развития так называемого генеративного

ИИ, в частности – больших языковых моделей (Large Language Models, LLM);

- 4) выполнить патентный обзор развития технологий ИИ в здравоохранении в России за период с 2020 по 2023 г.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

Информационную базу исследования сформировали документы, опубликованные всеми национальными патентными ведомствами мира за период 2000–2023 гг., отраженные в БД Orbit Intelligence. Этот информационный ресурс, созданный компанией Questel, представляет собой платформу, аккумулирующую более 55 млн патентных документов. FamPat – основная база Orbit Intelligence, содержит данные 95 патентных ведомств всех регионов мира, которые дополнены информацией из около 100 других баз данных. Помимо зарегистрированных патентов, а также документов от стадии заявки до регистрации, платформа Orbit Intelligence включает программное обеспечение для сбора данных об интеллектуальной собственности, предназначенное для патентных исследований и анализа.

Для сопоставимости данных о патентной активности в рассматриваемой области техники использовался поисковый образ, разработанный и примененный в исследовании, выполненном в 2020 г. [10], коррекции подвергся лишь период формирования патентного портфеля (до конца 2023 г.): *((medic+ or health+ or diseas+ or illness+ or (patient+ 10d (diagnos+ or treat+)) or wellness+ or (well-being)) and ((deep+ w learn+) or (machin+*

w learn+) or (artificial+ w intelligen+) or ((intelligen+ or smart+) d (robot+ or system+)) or (artificial+ w neur+ w network+) or (machin+ w intelligen+) or (hybrid+ w intelligen+ w system+) or (natural+ w languag+ w process+) or (general+ w intelligen+) or (computer+ w vision+) or (speech w process+) or (distribut+ w AI)))/ TI/AB/CLMS AND PD = 2000-01-01:2023-22-12.

Дополнительно отметим, что в соответствии с поисковыми алгоритмами Orbit Intelligence в рамках настоящего исследования объектом изучения будут выступать патентные семейства (патентные семьи) – совокупность всех патентов и патентных заявок в различных странах в отношении одного изобретения. Такой подход видится полностью оправданным, поскольку является более информативным, чем анализ национальных или региональных регистраций.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Глобальный патентный ландшафт

С использованием разработанного поискового образа по состоянию на 22.12.2023 г. было найдено суммарно 44 496 патентных семейств. Экспоненциальный рост объема запатентованных технических решений в области технологий ИИ в здравоохранении отображен на рисунке 1 (распределение патентных семейств по году публикации).

Выделить страны, внесшие наибольший вклад в развитие области техники «ИИ в здравоохранении», позволяет рисунок 2. Согласно представленным данным, к числу стран-технологических лидеров направления на сегодняшний день следует отнести Китай, США, Индию и Южную Корею.

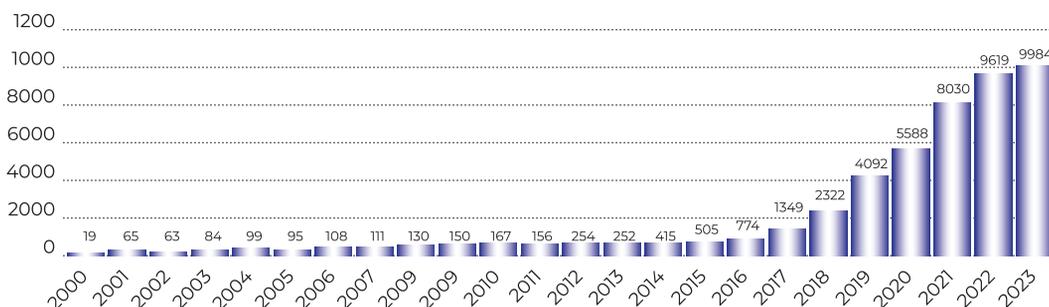


Рисунок 1 — Динамика патентной активности в мире по направлению «ИИ в здравоохранении», 2000–2023 гг. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

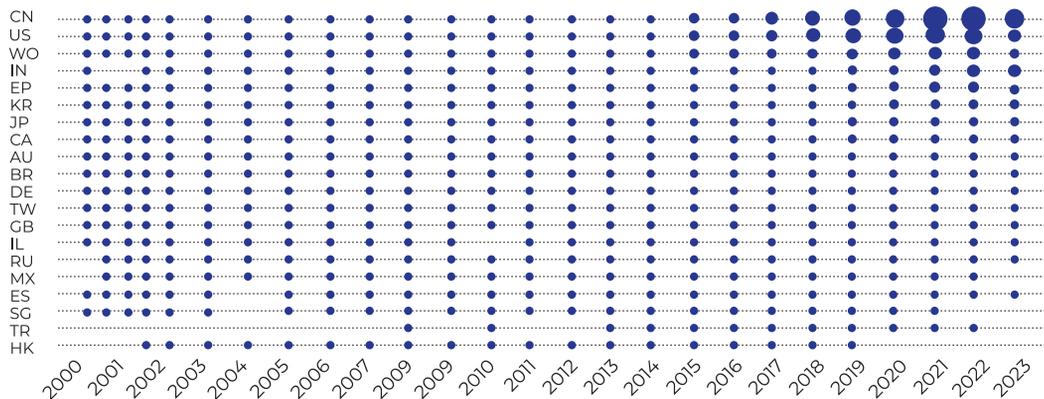


Рисунок 2 — Динамика патентования в топ-20 странах по направлению «ИИ в здравоохранении», 2000–2023 гг. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

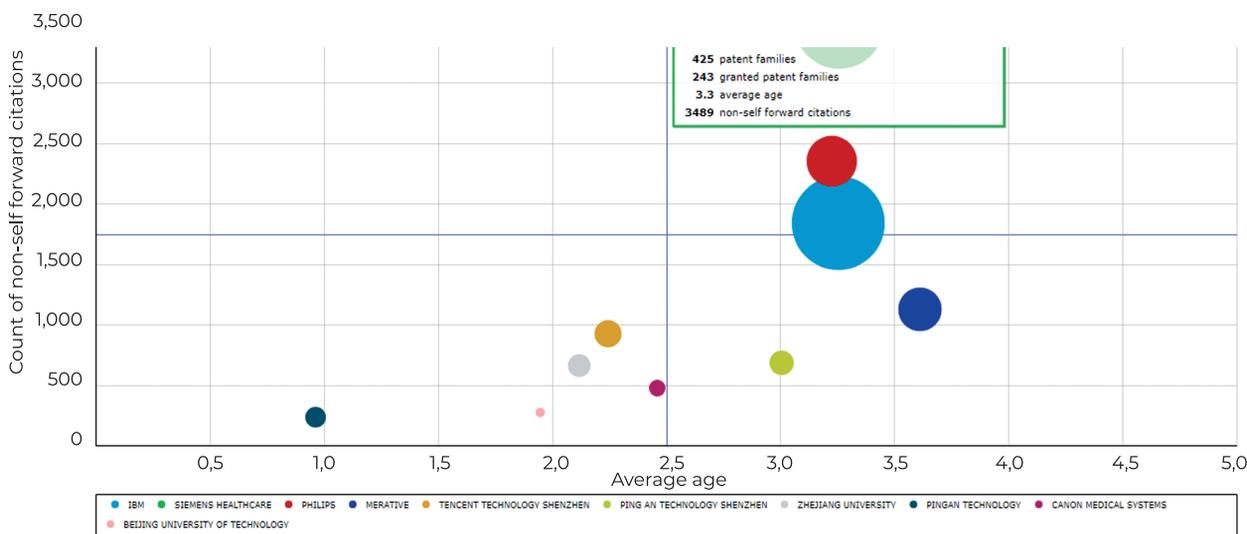


Рисунок 3 — Технологические лидеры направления «Технологии ИИ в здравоохранении», 2000–2023 гг. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

Аналитические инструменты Orbit Intelligence позволяют визуализировать распределение ведущих патентообладателей в виде матрицы с четырьмя квадратами, где по оси абсцисс отложен средний возраст действующих патентных семейств компании или организации, а по оси ординат – количество цитирований патентных семейств без учета самоцитирования. Каждая компания или организация представлена на матрице в виде шара, диаметр которого соответствует числу действующих патентных семейств. Такое распределение позволяет сопоставить основных патентообладателей и выделить тех

игроков рынка, которые обладают большим числом изобретений, поскольку ссылки на ранее опубликованные патенты со стороны других заявителей являются свидетельством востребованности технических решений и продолжением научно-технического поиска. Ведущей компанией, которая по совокупности показателей патентной активности идентифицирована аналитическими приложениями БД Orbit Intelligence как глобальный технологический лидер за весь рассматриваемый период (2000–2023 гг.), является Siemens Healthcare (зеленый шар в правом верхнем квадрате на рисунке 3). Патентные

семейства, принадлежащие Siemens Healthcare, получили максимальное число цитирований в патентных документах других заявителей (почти 3,5 тысяч ссылок), средний возраст патентных семейств составил лишь 3,3 года, что свидетельствует о потенциале удержания лидерства в течение ближайшего десятилетия.

Для анализа трендов в области разработки новых технических решений и применения технологий ИИ в здравоохранении были сопоставлены данные за два временных промежутка: 2000–2019 гг. и 2020–2023 гг.

Ведущие патентообладатели

Анализ топ-30 патентообладателей демонстрирует существенное обновление состава основных игроков на рынке технических решений в области ИИ, 13 из 30 ведущих патентообладателей отсутствовали в рейтинге 2000–2019 гг. При этом большая часть новых участников рейтинга

представляет академический сектор, а именно: частные и государственные индийские, китайские, корейские университеты и университетские фонды; за неполные четыре года они зарегистрировали десятки изобретений в области применения технологий ИИ в здравоохранении. Изменился и лидер рейтинга: с большим отрывом им стала китайская компания Pingan Technology, на порядок нарастившая активность в 2020–2023 гг. (557 патентных семейств в 2020–2023 гг. против 51 в 2000–2019 гг.).

В таблице 1 представлены ведущие патентообладатели мира в области применения технологий ИИ в здравоохранении за 2000–2019 и 2020–2023 гг. Оранжевым цветом выделены компании и организации – новые участники рейтинга, зеленым и красным шрифтом – патентообладатели, соответственно улучшившие и ухудшившие свои позиции в 2020–2023 гг. по сравнению с местом в рейтинге по итогам 2000–2019 гг.

Таблица 1 — Топ-30 патентообладателей мира по направлению «Технологии ИИ в здравоохранении» в 2000–2019 и 2020–2023 гг.

| Ранг | 2000–2019 гг. | | 2020–2023 гг. | |
|------|------------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| | Ведущие патентообладатели | Число патентных семейств | Ведущие патентообладатели/ изменение места в рейтинге по отношению к 2000-2019 гг. | Число патентных семейств |
| 1 | Siemens Healthcare | 244 | Pingan Technology / +8 | 557 |
| 2 | IBM | 199 | Philips /+1 | 438 |
| 3 | Philips | 173 | Siemens Healthcare / -2 | 425 |
| 4 | Microsoft Technology Licensing | 88 | IBM / -2 | 354 |
| 5 | Merative | 79 | Tencent Technology Shenzhen / +7 | 215 |
| 6 | General Electric | 77 | Zhejiang University / +1 | 193 |
| 7 | Zhejiang University | 57 | Beijing Baidu Netcom Science & Technology / +12 | 180 |
| 8 | Samsung Electronics | 56 | Ping An Technology Shenzhen / Новый участник рейтинга | 174 |
| 9 | Pingan Technology | 51 | Merative / -4 | 165 |
| 10 | Fujifilm | 43 | Fujifilm | 133 |
| 11 | Siemens Medical Solutions | 43 | Beijing University Of Technology / +8 | 127 |
| 12 | Tencent Technology Shenzhen | 42 | Canon Medical Systems / Новый участник рейтинга | 124 |
| 13 | United Imaging Healthcare | 38 | Shenzhen Ping An Smart Healthcare Technology / Новый участник рейтинга | 115 |
| 14 | Hunan Vitar Technology | 37 | Ge Precision Healthcare / Новый участник рейтинга | 102 |
| 15 | Foshan Yunmi Electrical Technology | 35 | Samsung Electronics / +7 | 101 |
| 16 | Google | 33 | University of Electronic Science & Technology Of China / +7 | 100 |

Таблица 1 — Топ-30 патентообладателей мира по направлению «Технологии ИИ в здравоохранении» в 2000–2019 и 2020–2023 гг. (продолжение)

| Ранг | 2000–2019 гг. | | 2020–2023 гг. | |
|------|--|--------------------------|---|--------------------------|
| | Ведущие патентообладатели | Число патентных семейств | Ведущие патентообладатели/ изменение места в рейтинге по отношению к 2000-2019 гг. | Число патентных семейств |
| 17 | Tsinghua University | 33 | Tsinghua University | 95 |
| 18 | Sun Yat Sen University | 31 | West China Hospital / Новый участник рейтинга | 95 |
| 19 | Beijing University of Technology | 29 | Chandigarh University / Новый участник рейтинга | 92 |
| 20 | South China University of Technology | 29 | Fudan University / +4 | 92 |
| 21 | Cerner | 28 | LPU - Lovely Professional University / Новый участник рейтинга | 92 |
| 22 | Cochlear | 26 | General Electric / -16 | 84 |
| 23 | University of Electronic Science & Technology of China | 26 | Kang Jian Information Technology / Новый участник рейтинга | 82 |
| 24 | Fudan University | 25 | Yonsei University Industry Academic Cooperation Foundation / Новый участник рейтинга | 80 |
| 25 | SGCC - State Grid Corporation of China | 25 | Sichuan University / Новый участник рейтинга | 79 |
| 26 | Siemens | 25 | Shanghai Jiao Tong University / Новый участник рейтинга | 78 |
| 27 | 3m Innovative Properties | 24 | Beihang University of Aeronautics & Astronautics / Новый участник рейтинга | 73 |
| 28 | HeartFlow | 24 | Harbin Institute of Technology / Новый участник рейтинга | 73 |
| 29 | Ping An Medical & Healthcare Management | 24 | Microsoft Technology Licensing / -25 | 73 |
| 30 | Regents of The University of California | 24 | Shenzhen Ping An Medical & Health Technology Service / -1 | 73 |

Источник: составлено по данным Orbit Intelligence на 20.12.2023 г.

Технологические лидеры направления

Сравнение числа, среднего возраста и показателей цитирования патентных семейств направления «Технологии ИИ в здравоохранении» в 2000–2019 и 2020–2023 гг. выявило, что борьба за лидерство в этой нише нарастает и в нее включаются все новые игроки рынка. На рисунке 4 представлено распределение топ-10 компаний-лидеров направления «Технологии ИИ в здравоохранении» за период с 2000 по 2019 гг.

Обладателем самого объемного портфеля выданных патентных семейств (granted patent families) в 2000–2019 гг. являлась немецкая компания Siemens Healthcare (198 семейств). На долю этих патентов пришлось и максимальное число цитирований (4852 ссылки). Несколько

меньше цитирований получили патентные семейства компании Microsoft Technology Licensing (4661 ссылки на 83 изобретения), однако их средний возраст составляет 10,8 лет, что почти в два раза больше, чем у других патентообладателей. Это дает основание предположить, что Microsoft Technology Licensing сворачивает активность разработок в данном направлении несмотря на высокий уровень предложенных ранее технических решений. Еще одна компания, находящаяся в правом верхнем квадрате – Philips, имеет высокие показатели по всем трем критериям сравнения (122 выданных патентных семейства, 6,7 – средний возраст патентных семейств, 3623 – число ссылок без учета самоцитирования) и, вероятно, останется в числе

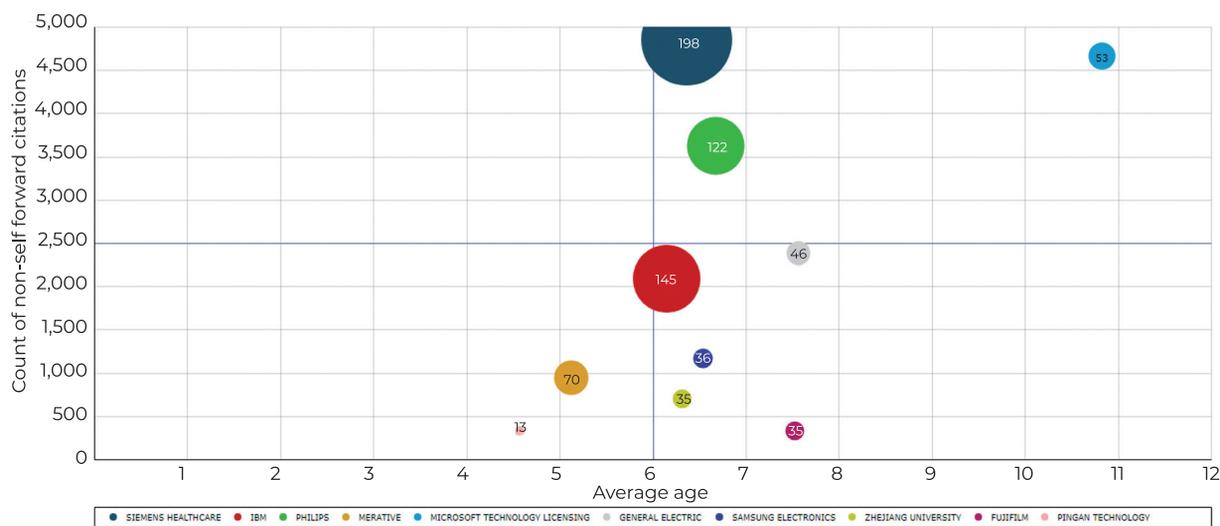


Рисунок 4 — Технологические лидеры направления «Технологии ИИ в здравоохранении», 2000–2019 гг. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

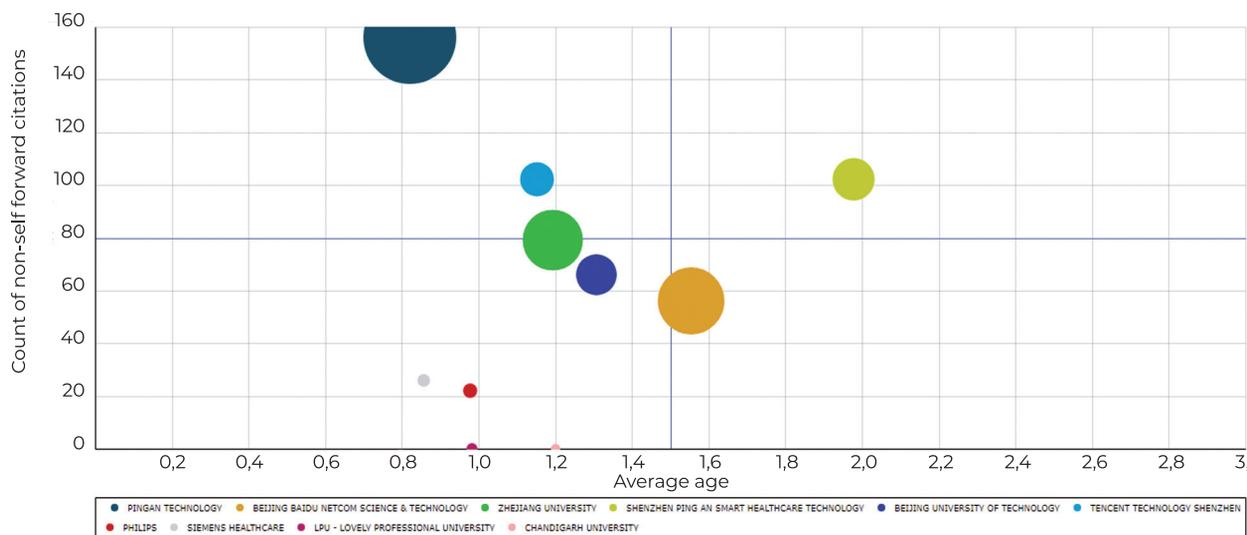


Рисунок 5 — Технологические лидеры направления «Технологии ИИ в здравоохранении», 2020-2023 гг. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

лидеров по меньшей мере в кратко- и среднесрочной перспективе.

Распределение ведущих патентообладателей за 2020–2023 гг. представлено на рисунке 5. Следует отметить, что ограничения Orbit Intelligence не позволяют использовать одинаковые цвета шаров для одной и той же компании или организации на разных диаграммах, поэтому на рисунках 3–5 одна и та же компания может отображаться разными цветами.

Для второго анализируемого временного промежутка (2020–2023 гг.) средний возраст патентных семейств компаний существенно ниже, поддерживается более 95% полученных патентов, поэтому этот параметр не является информативным в анализе и обобщении результатов сравнения. Абсолютным лидером по двум другим параметрам – уровню цитирования и объему патентной семьи, является китайская компания Pingan Technology, на ее патентные документы

уже приходится 156 ссылок со стороны других заявителей. По 102 ссылки получили Tencent Technology Shenzhen и Shenzhen Ping An Smart Healthcare Technology, на третьем месте Zhejiang University с 79 ссылками от других заявителей.

Ключевые направления развития технологий ИИ в здравоохранении

На рисунке 6 представлена визуализация ключевых технологий и подходов патентных документов в области применения технологий ИИ в здравоохранении. Распределение патентных документов свидетельствует о высокой перспективности машинного обучения, при этом четко обозначился переход от традиционного машинного обучения с активным участием человека в отборе исходных данных для построения моделей к глубокому машинному обучению (deep learning model) с минимальным участием человека и использованием нейросетей. Необходимо подчеркнуть, что алгоритм Orbit Intelligence может отнести патентную семью одновременно к нескольким технологиям и подходам, поэтому доли отдельных секторов на круговых диаграммах не дают в сумме 100%.

Более детальный анализ удельных долей ключевых технологий и подходов выявил, что в 2000–2019 гг. в 63,8% от общего количества патентных семейств были использованы алгоритмы машинного обучения, 52,2% обеспечивали охраной изобретения, основанные на обучающих, валидационных или тестовых наборах данных. На третьем месте по удельной доле в 2000–2019 гг. находился кластер семейств, предлагавших использование ИИ для диагностики различных патологических состояний (40,1%), однако в 2020–2023 гг. именно это направление вышло на первое место по объему патентного портфеля, и на него пришлось уже 63,5% от общего числа патентных семейств во втором анализируемом периоде. На втором и третьем местах по охватам в 2020–2023 гг. оказались глубокое машинное обучение и наборы данных (47,3 и 40,4% соответственно).

Приведем также топ-3 патентных семейства, опубликованных в течение последних четырех лет (2020–2023 гг.) и получивших максимальное число цитирований. Все пять патентных семейств принадлежат высокотехнологичным

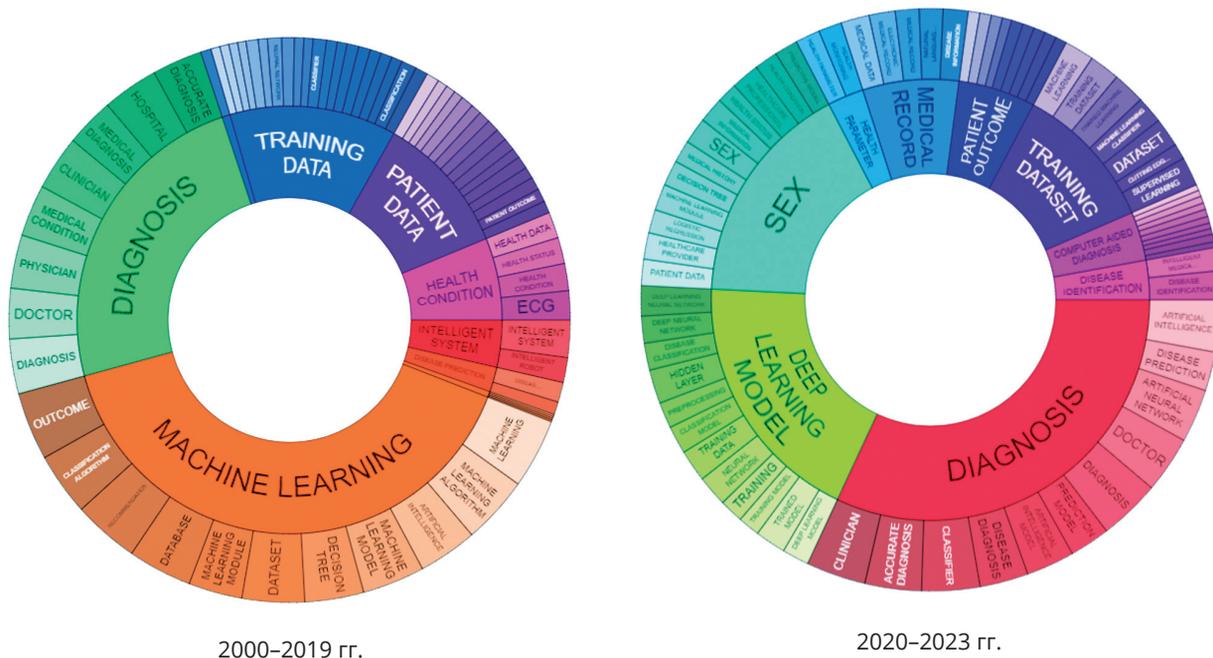


Рисунок 6 — Ключевые технологии и подходы патентных документов направления «Технологии ИИ в здравоохранении», 2000–2023 гг. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

компаниям США, специализирующимся на создании ИТ-решений и продуктов, в том числе в области здравоохранения:

- US11705226 (165 ссылок) – Системы и методы исследования и лечения рака, основанные на данных (Data based cancer research and treatment systems and methods), патентообладателем является биотехнологическая компания Tempus Labs;
- EP3920791 (144 ссылки) – Объединение нескольких функций данных количественных ЭКГ для оценки уровня седации, независимо от лекарств, с использованием машинного обучения (Combining multiple qeeg features to estimate drug-independent sedation level using machine learning), патентообладателем является медицинская компания Masimo Corporation;
- US20210104173 (134 ссылки) – Персонализированная система коучинга по здоровью (Personalized health coaching system), патентообладателем является компания Cercacor, которая является поставщиком технологий для лечебных учреждений по всему миру под лицензией Masimo Rainbow SET.

Сопоставление основных векторов развития технологий ИИ в здравоохранении за два анализируемых периода (2000–2019 гг. и 2020–2023 гг.) позволило выявить 2 ключевых направления патентной активности:

- 1) использование алгоритмов машинного обучения для создания прогнозных и диагностических моделей;
- 2) разработки в области больших языковых моделей (LLM).

Патентная активность в области машинного обучения для создания прогнозных и диагностических моделей

Для патентного анализа этого направления в базе данных Orbit Intelligence был сформирован поисковый запрос (*((machine learning)/ti/ab/obj/adb/iclm and ((predicative model+) or (prediction model+) or (diagnosis model+) or (diagnostic model+))/ti/ab/obj/adb/iclm*), по которому по состоянию на 06.02.2024 г. суммарно было найдено 11008 патентных семейств. Следует отметить, что при незначительном изменении запроса, а именно – при использовании слов «прогнозный/диагностический» и «модель» в виде отдельных

терминов, а не устойчивых словосочетаний, число патентных семейств, соответствующих запросу, составило около 45 тысяч документов, то есть порознь эти слова встречаются в названии, аннотации, описании и формуле изобретения почти всех патентных семейств в области технологий ИИ в здравоохранении.

Анализ результатов основных поисковых запросов по двум запросам показал, что в целом они повторяют итоги патентного исследования, проведенного по более общему поисковому образцу. Основные отличия вышеизложенных итогов от результатов с использованием словосочетаний «прогностическая модель» и «диагностическая модель» состоят в незначительном изменении рейтинга ведущих патентообладателей, а также более выраженном росте темпов наращивания патентной активности в области машинного обучения для создания прогнозных и диагностических моделей по сравнению с динамикой патентования технологии ИИ в здравоохранении в целом.

Патентная активность в области технологических языковых моделей в медицине

Инвестиции и научные исследования в области больших языковых моделей (LLM) являются относительно новым, но самым быстрорастущим направлением ИИ. Согласно CB Insights, по итогам 2023 г. 48% всех глобальных инвестиций в ИИ пришлось на развитие технологий LLM. Для сравнения: в 2022 г. на это направление пришлось лишь 8% мировых инвестиций [11]. Приложения на основе LLM в здравоохранении находят самое широкое применение от цифровых ассистентов для врачей и пациентов, клинических исследований до цифровой трансформации образовательных процессов и поддержки принятия решений в сфере здравоохранения [12].

Поиск по ключевому термину (поисковый запрос: *large and language and models)/bi/sa/keyw/in/pa*) по состоянию на 28.12.2023 г. в Orbit Intelligence обнаружил 15323 патентных семейства, из которых более 75% являются действующими. Вместе с тем, поскольку в этих результатах значительное число патентов относится к энергетике, химии и иным областям, не связанным с медициной, для идентификации изобретений в области медицины и здравоохранения

поисковый запрос был дополнительно усечен по ключевым словам «*medic**» и «*health**». Так как в профессиональной литературе встречается также термин «большие модели», итоговый поисковый запрос приобрел следующий вид: *((language and models)/ti/ab/obj/adb/iclm and (medic+ or health+)/ti/ab/obj/adb/iclm)*. В результате по состоянию на 29.12.2023 г. было найдено 1446 патентных семейств, включая 1168 (или 80%) действующих патентных семейств. Распределение по первому году публикации за период с 2000 по 2023 гг. представлено на рисунке 7.

Анализ странового распределения патентования по направлению «Технологии языковых моделей в медицине» за 2000–2023 гг. иллюстрирует наращивание патентной активности во всех юрисдикциях. Лидерами по патентной активности являются Китай, США и страны Европейского союза.

Ключевыми подклассами Международной патентной классификации (МПК), которым соответствуют изобретения в области технологий языковых моделей в медицине, являются:

- G06F – Обработка цифровых данных с помощью электрических устройств (609 патентных семейств);
- G16H – Информация о здравоохранении, то есть информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), специально предназначенные для манипулирования медицинскими данными или обработки медицинских данных, или данных о здравоохранении (449 патентных семейств);

- G06N – Компьютерные устройства, основанные на специфических вычислительных моделях (360 патентных семейств);
- G06Q – ИКТ, специально предназначенные для административных, коммерческих, финансовых, управленческих или надзорных целей; системы или способы, специально предназначенные для административных, коммерческих, финансовых, управленческих или надзорных целей, не предусмотренные в других подклассах (184 патентных семейства);
- A61K – Лекарства и медикаменты для терапевтических, стоматологических или гигиенических целей (способы и устройства, специально предназначенные для придания лекарственным препаратам определенной физической или иной, удобной для употребления формы (156 патентных семейств) (рисунок 8).

На рисунке 9 отображено распределение ключевых технологий и подходов по анализируемому направлению. Поскольку, как было указано выше, одно и то же патентное семейство может быть отнесено одновременно к нескольким технологиям, а размер сектора не соответствует числу патентных семейств, приведем данные о числе патентных семейств ключевых технологий: гендерные различия (985 патентных семейств), тренинг/обучение (947), клиническая практика (845), машинное обучение (757), здравоохранение (624), электронные медицинские записи (512), болезнь Паркинсона (475), информационный массив (398), модель BERT (270).

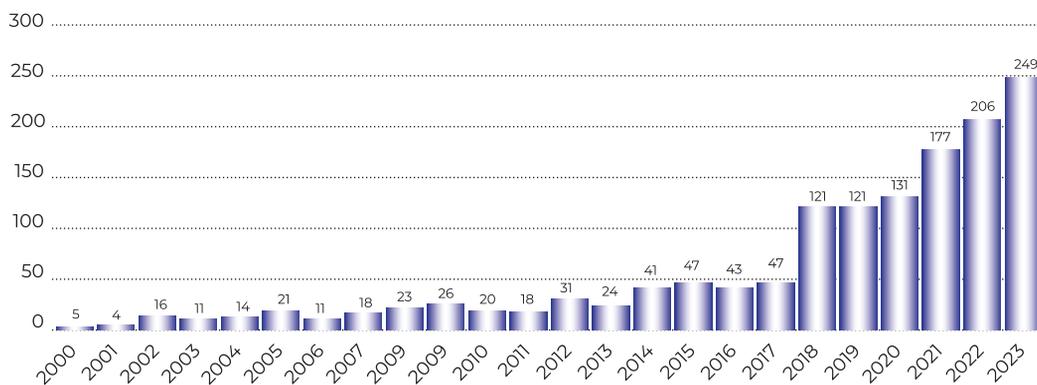


Рисунок 7 — Динамика патентной активности в мире по направлению «Технологии языковых моделей в медицине», 2000–2023 гг. Источник: Orbit Intelligence, данные на 29.12.2023 г.

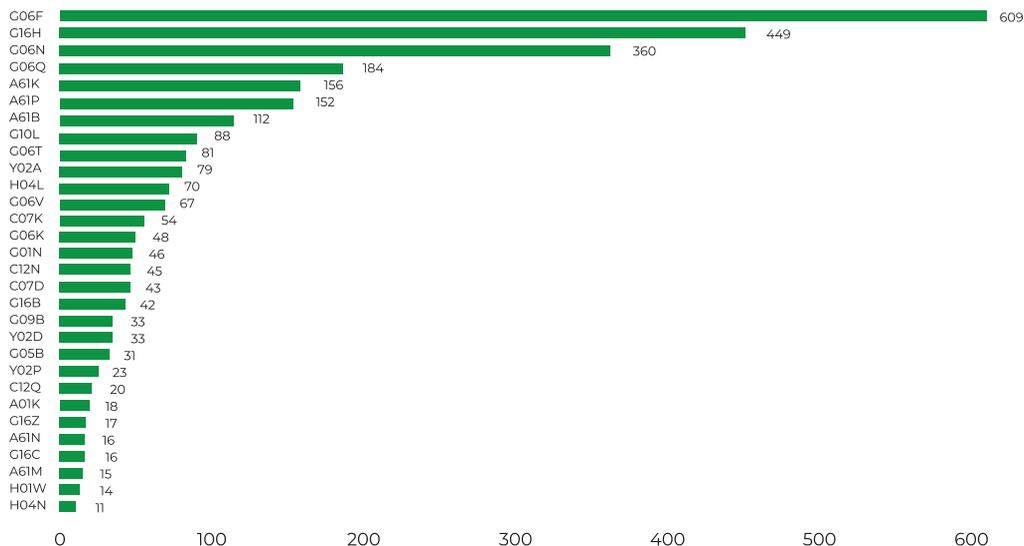


Рисунок 8 — Ключевые подклассы МПК по направлению «Технологии языковых моделей в медицине», 2000–2023 г. Источник: Orbit Intelligence, данные на 29.12.2023 г.



Рисунок 9 — Ключевые технологии и подходы патентных документов по направлению «Технологии языковых моделей в медицине», 2000–2023 г. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

Распределение массива найденных патентных семейств по странам публикации показало, что Россия входит в топ-15 стран по направлению «Технологии языковых моделей в медицине» с показателем в 45 патентных семейств (рисунок 10).

Патентный ландшафт России

Усечение результатов первого этапа исследования по стране публикации позволило

выполнить анализ отечественного патентного ландшафта по направлению «Технологии ИИ в здравоохранении». Согласно данным Orbit Intelligence, за 2020–2023 гг. в Российской Федерации опубликовано 265 патентных семейств, 107 из которых имеют приоритет России (рисунок 11).

На первом месте среди стран, имеющих приоритет на изобретения, получивших охрану на территории нашей страны, находятся США, на

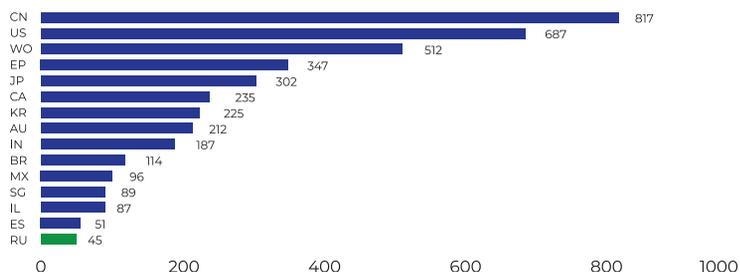


Рисунок 10 — Топ-15 стран по направлению «Технологии языковых моделей в медицине», 2000–2023 гг. (распределение по стране публикации)
Источник: Orbit Intelligence, данные на 29.12.2023 г.

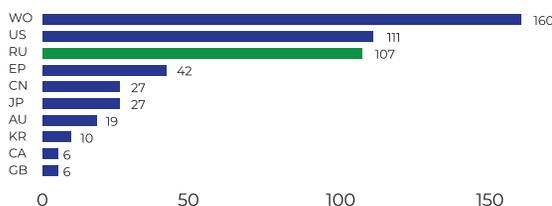


Рисунок 11 — Распределение патентных семейств направления «Технологии ИИ в здравоохранении», опубликованных в России в 2020–2023 гг., по стране приоритета
Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

них приходится 111 патентных семейств. В российском рынке медицинских изобретений, использующих технологии ИИ, также заинтересованы компании стран Европейского союза, Китая, Японии, Австралии, Южной Кореи, Канады и Великобритании.

Лидирующую позицию по числу патентных семейств, получивших охрану на территории России в 2020–2023 гг., с большим отрывом и показателем в 30 патентных семейств занимает компания Philips (штаб-квартира компании зарегистрирована в Нидерландах). На второй позиции рейтинга – шведская Elekta (6 патентных семейств), на третьей строке с показателем в 5 патентных семейств – российская компания по разработке программного обеспечения в области здравоохранения ООО «К-Скай». В таблице 2 представлены патентообладатели трех и более патентных семейств, получивших патентную охрану на территории России по направлению «Технологии ИИ в здравоохранении» в 2020–2023 гг.

Распределение запатентованных в России технических решений по концепциям демонстрирует совпадение с глобальными трендами разработок в анализируемой области, а именно – активное использование технологий машинного

обучения и баз данных для диагностики различных патологических состояний (рисунок 12).

Из 107 патентных семейств, имеющих приоритет России, 15 вышли за пределы российской юрисдикции, получив патентную охрану в странах ЕС, США Китае и других государств (рисунок 13).

Отдельного внимания, на наш взгляд, заслуживает перечень правообладателей патентных семейств направления «Технологии ИИ в здравоохранении», опубликованных в 2020–2023 гг. и имеющих приоритет России. В таблице 3 представлен перечень компаний и организаций, найденных в БД Orbit Intelligence по этому запросу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В совместном докладе Всемирного экономического форума и консалтинговой компании ZC 2024 г., посвященном изменениям оказания медицинской помощи в условиях внедрения генеративного искусственного интеллекта [13], подчеркивается широкий круг задач, которые могут помочь решить технологии ИИ: от распространения достоверной медицинской информации до обеспечения пациентов необходимым уровнем ухода и помощи при конкретных заболеваниях.

Таблица 2 — Топ-9 патентообладателей патентных семейств, получивших патентную охрану на территории России по направлению «Технологии ИИ в здравоохранении», 2020–2023 гг.

| № | Патентообладатель | Число патентных семейств |
|---|--------------------------------|--------------------------|
| 1 | Philips | 30 |
| 2 | Elekta | 6 |
| 3 | К-Скай | 5 |
| 4 | Illumina | 4 |
| 5 | Интеллоджик | 4 |
| 6 | Samsung Electronics | 4 |
| 7 | Кардио Маркер | 3 |
| 8 | Microsoft Technology Licensing | 3 |
| 9 | СберМедИИ | 3 |

Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

Artificial intelligence (53) | Assessment (28) | Bluetooth (38) | Camera (28) | Classification (44) | Computing device (34) | Correlation (36) | Data processing (30) | Database (46) | Dataset (27) | Diagnosis (41) | Imaging (27) | Likelihood (33) | Machine learning (78) | Machine learning algorithm (36) | Machine learning model (29) | Microphone (31) | Neural network (35) | Nonvolatile memory (33) | Physician (36) | Probability (36) | Processor (41) | Recommendation (29) | Smartphone (30) | Storage medium (43) | Threshold value (29) | Training (37) | User input (29) | User interface (28) | Wireless communication (32)

Рисунок 12 — Концепции патентных семейств направления «Технологии ИИ в здравоохранении», опубликованных в России в 2020–2023 гг. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

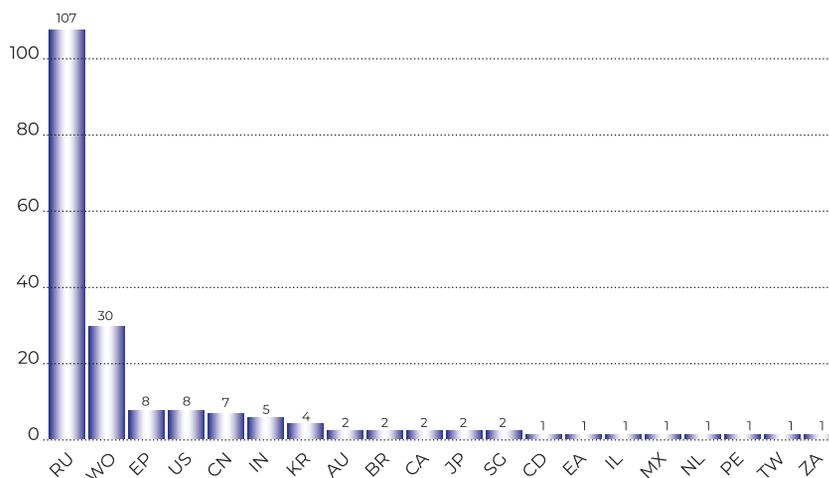


Рисунок 13 — Распределение патентных семейств направления «Технологии ИИ в здравоохранении», опубликованных в 2020–2023 гг. и имеющих приоритет России, по странам публикации. Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

Согласно опросу, проведенному компанией Statista в 2021 г., каждая пятая медицинская организация во всем мире, находится на раннем этапе внедрения систем на основе ИИ, еще 18% респондентов отметили, что рассматривают такую возможность в ближайшем будущем. В

целом рост востребованности решений, основанных на ИИ, в здравоохранении в значительной степени связан с высокими трудозатратами медицинского персонала на выполнение задач по анализу данных, документированию и отчетности. По оценкам медицинских организаций,

Таблица 3 — Топ-12 правообладателей патентных семейств направления «Технологии ИИ в здравоохранении», опубликованных в 2020–2023 гг. и имеющих приоритет России

| № | Патентообладатель | Число патентных семейств |
|----|---|--------------------------|
| 1 | К-Скай | 5 |
| 2 | Интеллоджик | 4 |
| 3 | Samsung Electronics | 4 |
| 4 | Кардио Маркер | 3 |
| 5 | СберМедИИ | 2 |
| 6 | Atlas Biomed | 2 |
| 7 | Digital Vision Solutions | 2 |
| 8 | Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева | 2 |
| 9 | Производственная компания Альтоники | 2 |
| 10 | Сколковский институт науки и технологий | 2 |
| 11 | Ставропольский государственный аграрный университет | 2 |
| 12 | Zelenograd Kinesitherapy Center (Центр Кинезитерапии «Доктор Остеохондроз») | 2 |

Источник: Orbit Intelligence, данные на 22.12.2023 г.

до 50% рабочего времени врача наряду с лечением занимает выполнение рутинных функций, при этом использование ИИ позволит сократить затраты времени на административную деятельность на 20% у врачей и на 8% у медсестер [14].

Выполненный в рамках настоящего исследования анализ патентных ландшафтов по направлению «ИИ в здравоохранении» показал, что зафиксированный по состоянию на конец 2019 г. рост изобретательской активности в этой области только усилился. Подавляющее большинство полученных охранных документов (95,8% патентных семейств, полученных с 2020 г.) поддерживаются, что свидетельствует о высоком потенциале коммерциализации запатентованных технологий и их инвестиционной привлекательности.

Страной-лидером данного направления по объему патентного портфеля остается Китай, укрепивший свои позиции в разработке коммерциализируемых технических решений с использованием элементов ИИ в области медицины и здравоохранения. Среди отдельных компаний лидирующие позиции по объему созданного в 2020–2023 гг. портфеля патентов является китайская Pingan Technology, специализирующаяся на технологиях с использованием ИИ. Компания основана в 2008 г., за 2008–2019 гг. получила права на 61 изобретение в анализируемой области, а за 2020–2023 гг. патентный портфель компании вырос на 528 патентных семейств. Для сравнения:

на втором месте по объему патентования в 2020–2023 гг. находится компания Philips, на нее пришлось 160 патентных семейств за неполные три года.

Выполненный нами анализ основных технологий и подходов патентных семейств по направлению «Технологии ИИ в здравоохранении» позволил идентифицировать два ключевых направления: использование алгоритмов машинного обучения для создания прогнозных и диагностических моделей и разработки в области больших языковых моделей (LLM).

Россия входит в топ-15 стран мира по патентной активности в направлении «Технологии языковых моделей в медицине», однако по числу патентных семейств заметно отстает от стран-лидеров. При этом распределение патентных семейств за 2020–2023 гг. по стране приоритета свидетельствует о том, что российские и американские заявители получили права на почти равное число патентных семейств (107 и 111 патентных семейств соответственно). Максимальный интерес к российскому рынку технологий ИИ в здравоохранении демонстрирует компания Philips, получившая за неполные 4 года права на 30 изобретений. Из 107 патентных семейств, имеющих приоритет России, лишь 15 вышли за пределы российской юрисдикции, получив патентную охрану в странах ЕС, США, Китае и других государствах.

Росту патентной активности российских компаний будет способствовать реализация Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Одним из факторов ускоренного наращивания изобретательской активности в области технологий ИИ в здравоохранении в ближайшие годы станут экспериментальные правовые режимы в сфере цифровых инноваций, установленные Постановлением Правительства РФ от 09.12.2022 г. № 2276 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по направлению медицинской деятельности

с применением технологий сбора и обработки сведений о состоянии здоровья и диагнозов граждан в отношении реализации инициативы социально-экономического развития Российской Федерации «Персональные медицинские помощники» и Постановлением Правительства Российской Федерации от 18.07.2023 г. № 1164 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по направлению медицинской деятельности, в том числе с применением телемедицинских технологий и технологий сбора и обработки сведений о состоянии здоровья и диагнозах граждан».

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Global spending on health. Rising to the pandemic's challenges. Geneva: World Health Organization; 2022. 154 p.
2. Global spending on health. Rising to the pandemic's challenges. Geneva: World Health Organization; 2023. 88 p.
3. Stewart C. Artificial intelligence (AI) in healthcare market size worldwide from 2021 to 2030: Statista; 2023. [cited 2024 Jan 15] Available from: <https://www.statista.com/statistics/1334826/ai-in-healthcare-market-size-worldwide>.
4. Yang R, Tan T, Lu W, et al. Large language models in health care: development, applications, and challenges. *Health Care Science*. 2023; 2(4): 255-263. doi: 10.1002/hcs2.61.
5. Sarraju A, Bruemmer D, Iterson E et al. Appropriateness of Cardiovascular Disease Prevention Recommendations Obtained From a Popular Online Chat-Based Artificial Intelligence Model. *Journal of the American Medical Association*. 2023; 329(10): 842-844. doi: 10.1001/jama.2023.1044.
6. Chen S, Kann B, Foote M, et al. Use of Artificial Intelligence Chatbots for Cancer Treatment Information. *Journal of the American Medical Association Oncology*. 2023; 9(10): 1459-1462. doi: 10.1001/jamaoncol.2023.2954.
7. Birkun A, Gautam A. Large language model-based chatbot as a source of advice on first aid in heart attack. *Current Problems in Cardiology*. 2023; 1(59): 102048. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2023.102048.
8. Jiang L, Liu X, Nejatian N. Health system-scale language models are all-purpose prediction engines. *Nature*. 2023; 619(7969): 357-362. doi: 10.1038/s41586-023-06160-y.
9. WIPO Technology Trends 2019 - Artificial Intelligence: World Intellectual Property Organization; 2020. [cited 2024 Jan 9] Available from: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf.
10. Куракова Н.Г., Цветкова Л.А., Черченко О.В. Технологии искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении: позиции России на глобальном патентном и публикационном ландшафте // *Врач и информационные технологии*. – 2020. – №2. – С.81-100. [Kurakova NG, Tsvetkova LA, Charchenko OV. Artificial intelligence technologies in medicine and healthcare: Russia's position on the global patent and publication landscape. *Medical Doctor and Information Technologies*. 2020; 2: 81-100. (In Russ.)] doi: 10.37690/1811-0193-2020-2-81-100.
11. State of AI 2023 Report: CBInsights; 2024. [cited 2024 Feb 1] Available from: <https://www.cbinsights.com/research/report/ai-trends-2023>.
12. Андрейченко А.Е., Гусев А.В. Перспективы применения больших языковых моделей в здравоохранении // *Национальное здравоохранение*. 2024. [Andreichenko AE, Gusev AV. Prospects for the use of large language models in healthcare. *National health*. 2024. (In Russ.)]
13. Patient-First Health with Generative AI: Reshaping the Care Experience. Geneva: World Economic Forum; 2024. 17 p.
14. Stewart C. What is the stage of AI adoption in your organization?: Statista; 2021. [cited 2024 Jan 15] Available from: <https://www.statista.com/statistics/1225955/stage-of-ai-adoption-in-healthcare-worldwide>.