

DOI 10.34883/PI.2021.9.3.026
УДК 004.891.3

Слободин Ю.В., Руденков М.П., Климович М.И.
Республиканский клинический медицинский центр Управления делами Президента
Республики Беларусь, Минск, Беларусь

Slabadzin Yu., Rudenkov M., Klimovich M.
Republican Clinical Medical Center of the Presidential Administration of the Republic of Belarus,
Minsk, Belarus

Искусственный интеллект в медицине. Опыт работы центра с IT-компанией

Artificial Intelligence in Medicine.
Experience of Work of the Center with IT-Company

Резюме

Введение. IT-технологии сегодня все больше и больше внедряются в нашу жизнь, во все ее сферы. И конечно же, медицина не остается в стороне. Современная медицина на сегодняшний день не представляется без IT-технологий, которые уже используются при ведении медицинской документации, формировании баз данных, в диагностике, лечении и т. д. Стремлению к точности диагностики и безопасности хирургии помогает внедрение в медицинскую практику искусственного интеллекта (ИИ).

Цель исследования. Показать эффективность и успехи совместной работы IT-компании и специалистов ГУ «Республиканский клинический медицинский центр» Управления делами Президента Республики Беларусь (ГУ «РКМЦ» УдПРБ) во внедрении ИИ в клиническую практику.

Материалы и методы. IT-компания Aibolit Technologies разработала и создала хирургическую систему Aibolit для помощи хирургам до, во время и после операции. Главная цель Aibolit – помочь уменьшить возможные осложнения и облегчить работу хирургов, используя возможности ИИ и других инноваций. На этапах «обучения» различных направлений данной системы активное участие принимали специалисты ГУ «РКМЦ» УдПРБ.

Результаты. На базе ГУ «РКМЦ» УдПРБ начато тестирование и клиническое использование хирургической системы Aibolit по различным направлениям. На сегодняшний день имеется продукт, позволяющий работать по заданным темам.

Выводы. Развитие современных IT-технологий и внедрение их в хирургическую практику с активным применением ИИ является новым шагом в высокотехнологической хирургии. Необходимо продолжение и углубление совместной работы IT-компаний с профессиональным медицинским миром с целью разработки и более значимого внедрения ИИ во всех отраслях медицины.

Ключевые слова: искусственный интеллект, медицина, диагностика, хирургия.

Abstract

Introduction. Today, IT technologies are being introduced more and more into our life and in all its spheres. In addition, of course, medicine does not remain on the sidelines. Modern medicine today

is not possible without IT technologies that are already used in the management of medical records, formation of databases, diagnostics, treatment, etc. The introduction of artificial intelligence (AI) into medical practice helps to strive for the accuracy of diagnostics and safety of surgery.

Purpose. To show the effectiveness and success of the joint work of the IT company and specialists of the "Republican Clinical Medical Center" of the Presidential Administration of the Republic of Belarus ("RKMC") in the implementation of AI in clinical practice.

Materials and methods. IT Company "Aibolit Technologies" has developed the surgical system "Aibolit" to help surgeons before, during and after surgery. The main goal of Aibolit is to help to reduce possible complications and facilitate the work of surgeons, using the capabilities of AI and other innovations. At the stages of "training" in various areas of this system, the specialists of the "RKMC" took an active part.

Results. On the base of the "RKMC", the testing and clinical use of the Aibolit surgical system in various areas has begun. Today, the product allows you to work on specified topics.

Conclusion. The development of modern IT technologies and their introduction into surgical practice with the active use of AI is a new step in high-tech surgery. It is necessary to continue and deepen the joint work of IT companies with the professional medical world in order to develop and more significantly implement AI in all branches of medicine.

Keywords: artificial intelligence, medicine, diagnostics, surgery.

■ ВВЕДЕНИЕ

Искусственный интеллект (ИИ) является перспективным направлением развития IT-отрасли, а также и других отраслей. ИИ имеет долгую историю развития и основан на работах Тьюринга по кибернетике (начало XX века). В 1830-х годах английский математик Ч. Бэббидж предложил концепцию сложного цифрового калькулятора, который мог рассчитывать ходы для игры в шахматы. В 1914 г. Л. Торрес Кеведо создал устройство, которое могло разыгрывать простейшие шахматные партии, почти как человек [1]. С 30-х годов прошлого столетия, после публикации работ Тьюринга, к вопросам ИИ в мировом научном сообществе стали относиться более серьезно. Тьюринг предложил называть интеллектуальной ту машину, которую испытатель не сможет отличить от человека при общении. Разработанная концепция Baby Machine предполагала обучение ИИ на манер маленького ребенка, это явилось прообразом того, что сейчас называется машинным обучением. В 2005–2008 гг. в работах по ИИ произошел значимый скачок. Математический научный мир нашел новые теории и модели обучения многослойных нейронных сетей, ставших фундаментом развития теории глубокого машинного обучения [1–3]. А IT-отрасль стала выпускать высокопроизводительные и, что главное, недорогие и доступные вычислительные системы. Итогом совместных усилий математиков и инженеров стало достижение за последние 10 лет выдающихся успехов, а практические результаты в проектах ИИ стали появляться в большом количестве. Снижение стоимости ИИ-платформ и повышение их доступности позволило работать с ними не только крупным корпорациям, но и специализированным компаниям и даже стартапам [4]. В последние пару лет появилась масса небольших исследовательских команд из нескольких человек, которые не обладают гигантскими финансовыми возможностями, но тем не менее

умудряются предлагать новые и перспективные идеи и конкретные работающие решения, построенные на базе ИИ.

Сегодня к ИИ относят программные средства с набором алгоритмов и методов, которые могут решать интеллектуальные задачи так же, как это сделал бы человек [5]. К примеру, искусственный интеллект способен: прогнозировать различные ситуации; оценивать информацию и формулировать заключительную оценку; анализировать данные и искать скрытые закономерности. Сейчас компьютер еще не может моделировать сложные процессы высшей нервной деятельности (эмоции, творчество и т. д.). Это является так называемым сильным ИИ. Предполагается, что эта возможность будет достигнута не ранее 2030–2050 гг. При этом сегодня компьютер успешно решает поставленные задачи «слабого ИИ», работая по указанным человеком правилам. В последнее время отмечен рост числа успешно внедренных проектов «среднего ИИ», при котором IT-система использует адаптивное самообучение, совершенствуясь при накоплении первичных данных (реклассифицирует текстовые, фото- или видео-, аудио-, графические и т. д. данные). Для создания необходимого результата требуется большое количество «обучающей» ИИ выборки [6]. Чем больше разнородных данных будет загружено в систему на этапе «обучения», тем точнее будет результат работы ИИ. Как пример, можно привести обработку данных компьютерной томографии, когда на основании имеющегося большого числа срезов можно получить представление о структуре того или иного органа, его кровоснабжении. Вместе с большим объемом исходных данных для «обучения» только реальная постановка задачи приведет к положительному результату. В публикациях уже заявлялись полученные значения точности ИИ до 93% при обработке радиологических изображений, МРТ, маммограм; до 93% точности при обработке пренатальных УЗИ [7]. На самом деле, только два аспекта являются основными барьерами перед более массовым применением ИИ в здравоохранении: большое количество данных для обучения и профессиональный и креативный подход к тренировке ИИ. Без выверенных и качественных данных ИИ не будет работать, именно они являются первой серьезной сложностью для внедрения. Без профессионально грамотных специалистов простое применение готовых алгоритмов к подготовленным данным также не будет давать результат, так как ИИ необходимо настроить на понимание обрабатываемых данных для решения конкретной прикладной задачи. Такое направление, как медицина, – одно из наиболее перспективных в плане эффективного внедрения ИИ. Внедрение и использование ИИ в медицине повысит точность диагностических исследований, оперативных вмешательств, постановки диагноза и выбора правильной тактики ведения и лечения пациентов. При этом, независимо от того, успешно будет внедрен ИИ в медицину или по каким-либо причинам отвергнут, необходимо признать, что в XXI веке ИИ как технология будет оказывать наибольшее изменяющее медицину влияние из всех тех технологий, которые мы применяем сегодня.

Проектирование, разработка и внедрение новых технологий ИИ в различных направлениях медицины, в том числе при подготовке и проведении оперативных вмешательств, окажет большую поддержку как на этапе образования и профессионального роста хирургов, так и при

планировании и проведении сложных высокотравматичных оперативных вмешательств.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Показать эффективность и успехи совместной работы IT-компании и специалистов ГУ «РКМЦ» УдПРБ во внедрении ИИ в клиническую практику.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

IT-компания Aibolit Technologies разработала и создала хирургическую систему Aibolit для помощи хирургам до, во время и после операции.

Главная цель Aibolit – помочь уменьшить возможные осложнения и облегчить работу хирургов, используя возможности ИИ и других инноваций. Данная система имеет ряд направлений.

Aibolit 3D+ создает хирургическую модель пациента до операции для помощи хирургу при подготовке и планировании операции.

Aibolit Predict с помощью ИИ дает информацию по идентификации важных анатомических структур во время лапароскопических операций.

Aibolit Report с помощью ИИ помогает организовать и проанализировать ценную научную информацию о лапароскопических операциях.

На этапе, когда появилась необходимость «обучения» разработанной системы и работа с информацией профессионально, медицинские сотрудники ГУ «Республиканский клинический медицинский центр» Управления делами Президента Республики Беларусь (хирурги и врачи компьютерной (КТ)-диагностики) начали сотрудничество с данной IT-компанией. При работе над направлением Aibolit 3D+ врачи КТ-диагностики обрабатывают DICOM файлы, размечая по определенной программе и принципу необходимые структуры (орган, сосуды, образования и т. д.), при работе в определенном направлении (например, при образованиях печени, поджелудочной железы, кишечника, почек и т. д.) (рис. 1).

Наработка и обработка большого числа такой информации при определенной патологии позволит провести «обучение» ИИ и получить программу, позволяющую планировать проведение высокосложных оперативных вмешательств, в частности при онкологической патологии, за счет генерирования 3D-модели, построенной на основании выполненной пациенту компьютерной томографии.

Разрабатываемое направление Aibolit Predict имеет своей целью на основании ИИ помочь хирургу при выполнении оперативных вмешательств идентифицировать анатомические структуры в зоне выполняемого оперативного вмешательства (артерии, вены, протоки и т. п.). Врачи-хирурги на основании своих профессиональных знаний работают с видео оперативных вмешательств при хирургии той или иной патологии. Они размечают все трубчатые и иные важные структуры, выделяют опасные зоны, отмечая их разными цветами (артерии – красным, вены – синим, желчные протоки – желтым и т. д.) (рис. 2).

Таким образом, накопление большого количества подобной информации при выполнении одной направленности оперативных

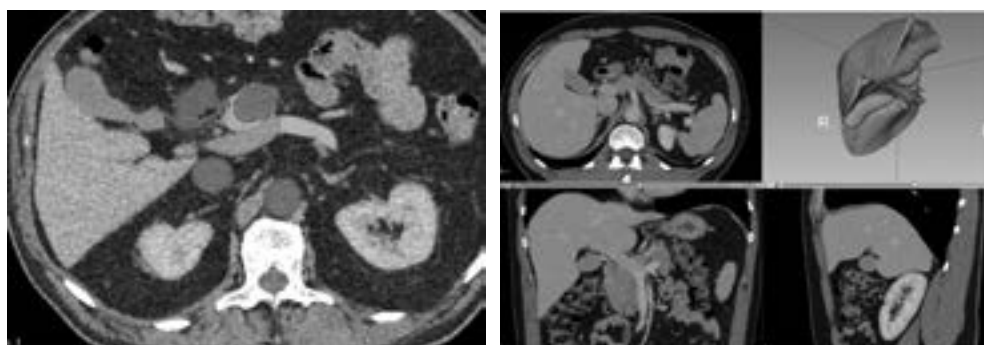


Рис. 1. Этап разметки DICOM файлов врачами компьютерной диагностики

Fig. 1. The stage of marking DICOM files by computer diagnostics doctors

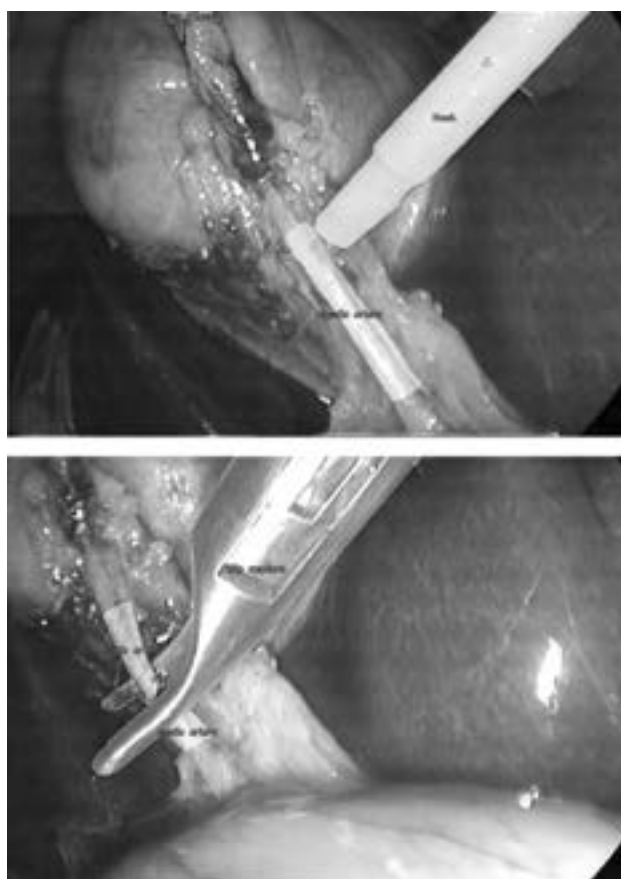


Рис. 2. Этап разметки видеофайлов врачами-хирургами

Fig. 2. The stage of marking up video files by surgeons

вмешательств позволяет «обучить» ИИ и в итоге получить программу, помогающую в сложной ситуации при оперативном вмешательстве определить хирургу важные анатомические структуры и избежать осложнений. Кроме того, использование данной программы поможет в клиническом обучении молодых хирургов и опытным хирургам при освоении оперативных вмешательств, «подсказывая» направленность хирургического вмешательства, выделяя анатомические структуры и определяя опасные зоны работы. Причем изображение операционного поля с размеченными структурами во время операции выводится на дополнительный монитор, отличный от основного. Хирург пользуется изображением на нем по мере необходимости.

Также сотрудники нашего центра проводят тестирование данных направлений в практике, работая с IT-компанией над оптимизацией разрабатываемого продукта, его совершенствованием, простотой использования.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На базе ГУ «Республиканский клинический медицинский центр» Управления делами Президента Республики Беларусь начато тестирование и использование хирургической системы Aibolit.

На сегодняшний день имеется продукт по описанным направлениям, позволяющий работать по заданным темам.

Aibolit 3D+. На сегодняшний день уже создано в тестовом режиме онлайн-приложение, позволяющее пользователю загрузить данные КТ-исследования интересующего его клинического случая, отметить при загрузке интересующую его область и структуры. После обработки пользователь получает сгенерированное и размеченное 3D-изображение заданной области и структур (рис. 3). При этом пользователь может изучить полученное изображение с различных интересующих его сторон (рис. 4).

Пользователь может самостоятельно убирать или дополнять необходимые структуры (рис. 5), делать их прозрачными (рис. 6), размечать и получать объем органа или удаляемой части органа. Это позволяет сделать меню с перечнем имеющихся структур.

Использование данного приложения позволяет: досконально изучить патологическую зону; определить возможность оперативного вмешательства при необходимости; провести планирование предстоящего хирургического вмешательства. И благодаря этому мы получаем возможность более безопасного для пациента оперативного вмешательства.

Aibolit Predict. Имеется приложение, позволяющее использовать его в реальном времени при проведении лапароскопического хирургического вмешательства. На сегодняшний день ИИ «обучен» интраоперационной дифференцировке необходимых структур при выполнении лапароскопической холецистэктомии. Во время оперативного вмешательства хирург на дополнительном мониторе видит расположение и ход пузырного протока и пузырной артерии до этапа их визуализации на основном мониторе. Это позволяет работать в направлении требуемых структур, уже зная их локализацию, что делает выполнение холецистэктомии более безопасной, защищая от интраоперационного повреждения важных структур этой зоны (рис. 7).



A



B

Рис. 3. Сгенерированные на основании КТ-данных 3D-модели: А – 3D-модель опухоли поджелудочной железы; В – 3D-модель гемангиомы печени

Fig. 3. 3D models generated on the base of CT data: A – 3D model: Pancreatic tumor; B – 3D model: Liver hemangiomas

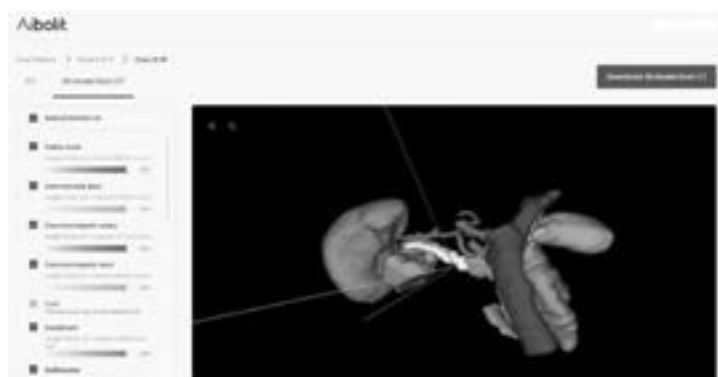


Рис. 4. Вид 3D-модели сзади

Fig. 4. Rear view of 3D model



Рис. 5. 3D-модель с «удаленными» структурами

Fig. 5. 3D model with "remote" structures



Рис. 6. 3D-модель с «прозрачной» печенью

Fig. 6. 3D model with a "transparent" liver



Рис. 7. Интраоперационное применение программы Aibolit Predict: 1 – рабочий монитор; 2 – монитор визуализации с программой Aibolit Predict

Fig. 7. Intraoperative application of the Aibolit Predict: 1 – program-working monitor; 2 – visualization monitor with Aibolit Predict program

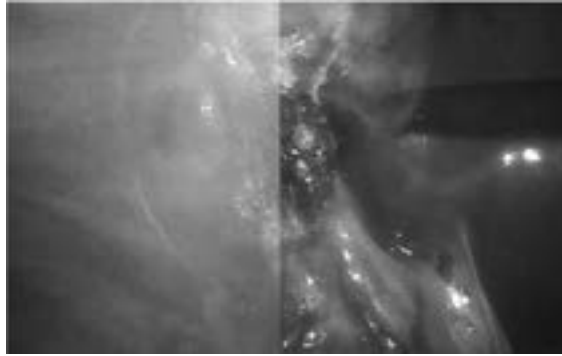


Рис. 8. Эффект дымоудаления при лапароскопическом оперативном вмешательстве

Fig. 8. The effect of smoke removal during laparoscopic surgery

На основании полученных результатов при выполнении лапароскопической холецистэктомии возможны дальнейшие разработки и «обучение» ИИ для лапароскопических операций при другой патологии (резекция кишки, желудка, поджелудочной железы, почки и т. д.).

Также данное приложение обладает функцией дымоудаления (рис. 8) – позволяет получить изображение без дыма, получаемого при оперативном вмешательстве, что улучшает качество изображения и визуализацию зоны операции, делая оперативное вмешательство более безопасным.

■ ВЫВОДЫ

Развитие современных IT-технологий и внедрение их в хирургическую практику с активным применением ИИ является новым шагом в высокотехнологической хирургии. Это позволит сделать высокотравматичную хирургию более безопасной, учитывая возможность точного предоперационного планирования оперативных вмешательств, интраоперационной визуализации анатомических структур и обозначения опасных зон. Применение ИИ позволит молодым хирургам в более короткий срок освоить выполнение оперативных вмешательств с минимизацией развития осложнений, а опытным хирургам – освоить быстрее и безопасно новые высокотравматичные хирургические вмешательства. Необходимо продолжение и углубление совместной работы IT-компаний с профессиональным медицинским миром с целью разработки и более значимого внедрения ИИ во всех отраслях медицины.

Авторы благодарят компанию Aibolit Technologies за совместную работу и предоставление определенного объема материалов при подготовке статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Вклад авторов: Слободин Ю.В. – исследование, анализ результатов, подготовка текста. Руденков М.П. – сбор материала, анализ полученных данных. Климович М.И. – сбор материала, анализ полученных данных.

Author's contribution: Slobodin Yu. – research, analysis of results, preparation of text. Rudenkov M. – collection of material, analysis of the obtained data. Klimovich M. – collection of material, analysis of the obtained data.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Gusev A., Dobridnyuk S., Poryaeva E., Evstafieva V. (2017) *Iskusstvennyj intellekt v medicine i zdavoohranenii* [Artificial intelligence in medicine and healthcare]. *Informacionnoe obshchestvo arhiv*, 4–5, pp. 78–93.
 2. Isakov Yu. (2018) Artificial intelligence. *ModernScience*, 6–1, pp. 25–27. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35277490>
 3. Demkin V., Lukov D. (2018) Istoriya i perspektivy razvitiya nejronnyh setej [History and prospects of development of neural networks]. *Vestnik sovremennyh issledovanij*, 6.1 (21), pp. 366–368. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35339567>
 4. Kak zapustit' svoj effektivnyj II-startap? (elektronnyj resurs). *Neuronus.com: portal*. Available at: <https://neuronus.com/stat/1523-kak-zapustit-svojeffektivnyj-ii-startap.html>
 5. Vadinsky O. (2018) An overview of approaches evaluating intelligence of artificial systems. *Acta informatica pragensia*, 7–1, pp. 74–103. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35423152>
 6. Alesheva L. (2018) Intellektual'nye obuchayushchie sistemy [Smart teaching systems]. *Vestnik universiteta*, no 1, pp. 149–155.
 7. Gusev A. (2017) Perspektivy nejronnyh setej i glubokogo mashinnogo obucheniya v sozdanii reshenij dlya zdavoohraneniya [Prospects of neural networks and deep machine learning in creation of solutions for healthcare]. *Iskusstvennyj intellekt v zdavoohranenii*, no 3, pp. 92–105.
-

Подана/Submitted: 12.09.2021

Принята/Accepted: 19.09.2021

Контакты/Contacts: info@vip-clinic.by, yurydoc75@gmail.com