

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В БИОФИЗИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ

Ткаченко А.Л.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского
ул. Степана Разина, 26, г. Калуга, 248023, РФ; e-mail: tkachenkoal@tksu.ru
Поступила в редакцию 25.06.2022. DOI: 10.29039/rusjbpс.2022.0493

Аннотация. Медицинская биофизика совершенно особенный раздел медицины, изучающий физические процессы, происходящие в организме человека, его строение и функцию в норме и патологии, методы диагностики патологических состояний. На протяжении всего развития этой науки она была теснейшим образом связана с новейшими IT разработками. Различные программные средства ежедневно используются как для обучения новых специалистов, так и для работы уже состоявшихся ученых. В процессе обучения происходит всестороннее изучение человеческого организма на различных уровнях. За столетия изучения человеческого тела накопилось огромное количество информации, ни один ученый не смог бы освоить такой объем данных даже за всю жизнь, если бы все знания не были бы систематизированы и не представлены в удобной форме. Большую роль в выполнении задачи такой обработки информации играют различные информационные технологии, специальные приложения для наглядного изучения человека.

Ключевые слова: информационные приложения, искусственный интеллект, *biodigital*, генетический алгоритм.

На протяжении всего развития этой науки она была теснейшим образом связана с новейшими IT разработками. Различные программные средства ежедневно используются как для обучения новых специалистов, так и для работы уже состоявшихся ученых [1,2]. В процессе обучения происходит всестороннее изучение человеческого организма на различных уровнях. За столетия изучения человеческого тела накопилось огромное количество информации, ни один ученый не смог бы освоить такой объем данных даже за всю жизнь, если бы все знания не были бы систематизированы и не представлены в удобной форме. Большую роль в выполнении задачи такой обработки информации играют различные информационные технологии, специальные приложения для наглядного изучения анатомии человека. Анатомия - одна из сложнейших в понимании и запоминании дисциплин, для помощи студентам и для популяризации науки было создано приложение *biodigital*. Порой при чтении книг по анатомии дается неподъемный пласт сырой, непонятной информации, а потому не представляется возможным понять, как выглядит тот или иной орган, что в свою очередь сильно осложняет обучение и тем более применение знаний на практике, при работе с живым человеком. *biodigital* решает эти проблемы, оно дает визуальное представление о строении частей тела человека и тем самым помогает использовать знания. Приложение представляет собой интерактивную 3d модель человеческого организма с подробной прорисовкой и описанием всех элементов от частей органов до связок, сосудов и лимфатических узлов. Для удобства можно выбрать отдельную область тела, интересующий орган или все тело в целом. Отдельно рассматриваются женский и мужской организм, что дает возможность выделить анатомические особенности. Модели мультимедийны, пользователь может повернуть их различными сторонами, это позволяет лучше понять расположение и форму частей организма [3,4]. Также крайне интересен со стороны микробиологии одноименный раздел в приложении. Вы сможете почти на уровне клеток рассмотреть самые сложные и интересные элементы органов такие, как нефрон, ткань печени, слои клеток сетчатки. И наконец приложение дает возможность изучения не только нормальной, но и патологической анатомии, потому любой человек сможет увидеть, как выглядят кожные заболевания, расслоение аорты или рак. Безусловно приложение способно не только облегчить освоение информации о теле человека, но и расширить кругозор людей, никак не связанных с естественными науками, что способно увеличить количество ученых.

Но не стоит забывать о второй, но не по значению, важной части - генетике. Эта наука занимается всесторонним изучением геномов различных организмов от вирусов до человека. ДНК существ нашей планеты в пересчете на компьютерное исчисление объемов информации составляет миллионы терабайт данных. Еще в 2015 году в одном из академических изданий было предсказано, что к 2025 году суммарный объем геномной информации в несколько раз превысит объем данных, который будет накоплен в астрономии и в социальных сетях. В настоящее время становится понятным, что темпы накопления генетической информации превысили все ожидания. К примеру, объем хранилища генетических данных одного только Broad Institute (США) превышает объем хранилища Facebook.

Однако проводить анализ этой библиотеки вручную даже с материалами, полученными от одного человека, проблематично. С этим помогают информационные технологии, а именно новые алгоритмы для

определения исходного положения генов. Немаловажно и то, что современным катализатором в развитии технологий обработки больших данных являются методы и технологии искусственного интеллекта [5,6]. В современных условиях извлечь из данных полезную информацию традиционными методами достаточно сложно. Потому методы и технологии искусственного интеллекта приобретают теперь стратегическое значение для обработки генетических данных и их приложений. И наконец составление генетических алгоритмов, которые симулируют процесс эволюции, позволяет формировать следующие поколения на основе скрещивания и мутаций. Все это совершенно невозможно реализовать без использования инновационных технологий.

В то же время стоит отметить, что различные информационные технологии позволяют связать обычную жизнь человека с невероятной высотой науки. Для реализации этого ежегодно создаются приложения для упрощения изучения мира и себя. Ярким примером такого приложения является GenePlaza. Оно представляет собой магазин генетических приложений, которым легко и увлекательно пользоваться. Здесь можно найти программы, которые делают все – от расчета вашей предрасположенности к депрессии до прогнозирования ваших математических способностей. Также Пользователи GenePlaza могут разрешить использование своих генетических результатов для биологических исследований. Все это позволит как продвинуть науку в изучении генома человека, так и поспособствует большей медицинской осознанности обычных людей.

Но, безусловно, стоит отметить и российские разработки. Одной из таких является компания «Генотек». Организация позволяет людям провести ДНК тест и узнать о своем происхождении, получить рекомендации по особенностям образа жизни на основе генома [7,8]. И информационные технологии играют ключевую роль в этом. Клиент совершает заказ через сайт компании, через некоторое время ему присылают почтой набор для забора материала, а после материал доставляется в лабораторию. Анализ, как уже упоминалось выше, происходит с помощью сложных программ для секвенирования ДНК. Результат получается в форме электронного файла, а консультации могут проводиться в формате видеосвязи. Работа этой компании – яркий пример применения биомедицины и генетики в сочетании с новейшими технологиями.

Другой компанией, разработки которой являются основополагающими для огромного числа ученых, в том числе и для нас в будущем, служит «SPAdes» под руководством Павла Певзнера. Компания была основана в центре алгоритмической биологии при СПбГУ в 2011 году. Сотрудники лаборатории создали универсальную платформу в виде ассемблера, на основе которой можно разрабатывать программное обеспечение для решения ряда смежных задач [9,10]. Параллельно с развитием самого ассемблера в лаборатории шла разработка различных утилит, предназначенных для решения сопутствующих задач. Например, утилита QUAST помогает ученым сравнивать и визуализировать результаты работы ассемблеров, предназначенных для разных целей. Это важно для конечных пользователей продукта при выборе программы для анализа данных. Эта невероятная разработка, плод труда большого числа инженеров и программистов, безусловно, поможет в будущем биомедикам и генетикам России и всего мира совершать новые открытия и помогать людям.

Если же говорить в целом о научной и учебной деятельности в сфере биомедицины и генетики, ни один ученый или даже студент не обходится без написания работ с упоминанием того или иного вида растения или животного. Но с этим связан ряд проблем. Во-первых, все названия видов и таксономических групп, к которым относится организм, должны указываться на достаточно сложном для полного освоения латинском языке. Это необходимо для понимания учеными, говорящими на разных языках, друг друга. Во-вторых, система названий имеет массу требований. В-третьих, на данный момент известно огромное количество видов, знать которые не под силу никому. На помощь работникам науки приходят различные электронные базы данных таксономических названий, например, GBIF (Global Biodiversity Information Facility). База содержит огромное количество описанных видов растений и животных с описанием их таксономического положения. Данная система защищает биологов от крайне унизительных ошибок в научных работах и способствует качественному учету биоразнообразия нашей планеты.

Еще одна область применения биотехнологий – создание бионических протезов. На данный момент в мире широко развиваются такие направления как кибернетика и нанотехнологии, появляются современные материалы и методы изготовления самих протезов и их деталей - все это поспособствует возникновению протезов, полностью моделирующей функциональную способность конечности человека. Такие протезы называют бионическими. Они представляют собой искусственные роботизированные модели рук или ног, которые как эстетически, так и функционально приближены к собственным рукам и ногам человека. С помощью таких протезов человек может выполнять как некую грубую, требующую силы, работу, так и мелкую, которая требует особой точности при ее выполнении. Бионика (от др.-греч. βίον «живущее») — прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть форм живого в природе и их промышленных аналогах. Таким аналогами стали современные электронные протезы, способные на взаимодействие с нервными клетками человека.

Бионический протез устанавливается следующим образом: на травмированную конечность происходит установка гильзы, которая существует в единичном экземпляре, так как изготавливается для конкретного человека. Сверху гильза имеет DLC- покрытие (Diamond-Like Carbon — алмазоподобное покрытие), которое обеспечивает наилучшую биосовместимость гильзы с тканями человека. В гильзу помещены специализированные датчики — мио-датчики, который отвечает за мышечную активность. С помощью электродов они соединяются с мышцами конечности и за счет этого улавливают мышечные импульсы. Мио-датчики осуществляют передачу мышечных сигналов в микропроцессор, там происходит обработка полученной информации при помощи компьютерных алгоритмов. После обработки информации микропроцессор формирует и направляет сигнал в серводвигатели, которые и приводят в действие подвижные части бионического протеза. На данный момент бионический протез может выполнять два основных действия: «хват» и «щуп». «Хват» позволяет выполнять тяжелые работы, «щуп» соответственно предназначен для мелкой аккуратной работы.

Ряд ведущих компаний мира по производству бионических протезов: Freedom Innovation (США), Endolite (Великобритания), Ottobock (Германия), Ossur (Исландия), Steeper (Великобритания). Каждая из этих компаний вносит существенный вклад в развитие возможностей бионических протезов. Так в современные модели начали встраивать гаджеты, датчики, банковские карты, чипы и многое другое, что также позволяет существенно облегчить жизнь человеку. Стоит предположить, что в будущем бионические протезы станут более функциональными чем природные органы тела. Но на данный момент используется всего 10-20 % возможностей. Для полноценного использования бионических протезов необходимо научиться передавать осязательные чувства протеза, для этого нужно будет связать два пути передачи и обработки информации - от желания совершить движение до стимуляции соответствующего участка коры головного мозга, воспроизводящей осязательные ощущения, чтобы при прикосновении протеза к горячему предмету или при уколе, или ударе током бионический протез автоматически отдергивался. Таким образом, бионические протезы позволяют значительно улучшить качество жизни человека, перенесшего ампутацию. Современные технологии биопротезирования позволяют воссоздавать искусственные пальцы, кисть, локтевую часть, коленные шарниры, тазобедренные шарниры и плечевые шарниры, и многие другие части тела.

Подводя итог всему вышесказанному, хочется отметить, что развитие биотехнологий во многом взаимосвязано с развитием информационных технологий. Без различных программ, разработанных специально для генетиков и биологов, работа в целом невозможна. Это связано с тем, что возможности человеческого ума сильно ограничены, тогда как, если смотреть на темпы развития искусственного интеллекта, различных способов программирования, возникает ощущение, что возможности «механического ума» безграничны.

Список литературы / References:

1. Нефедов Е.И., Протопопов А.А., Хадарцев А.А., Яшин А.А. *Биофизика полей и излучений и биоинформатика*. Тула: Тульский государственный университет, 1998, 333 с. [Nefedov E.I., Protoporov A.A., Khadartsev A.A., Yashin A.A. *Biophysics of fields and radiations and bioinformatics*. Tula: Tula State University, 1998, 333 p., ISBN 5-7679-0149-X. (In Russ.)]
2. Орлов, О.Ю. Биофизика и биоинформатика. *Известия ТРТУ*, 2000, № 2 (16), с. 356-358. [Orlov O.Yu. *Biophysics and bioinformatics*. *Izvestiya TRTU*, 2000, no. 2 (16), pp. 356-358. (In Russ.)]
3. Петров Е.Г., Деркач Л.С., Коваленко Е.В. Интенсификация учебного процесса по курсу биофизика в медицинском вузе. *Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции*, 2008, т. 16, № 4, с. 51-52. [Petrov E.G., Derkach L.S., Kovalenko E.V. Intensification of the educational process in the course of biophysics at a medical university. *Collection of scientific papers based on the materials of the international scientific-practical conference*, 2008, vol. 16, no. 4, pp. 51-52. (In Russ.)]
4. Турсыматова О.И., Ибадуллаева С.Ж. Пути повышения познавательной деятельности студентов при изучении курса «биофизика». *Наука и мир*, 2019, № 4-2 (68), с. 59-60. [Tursymatova O.I., Ibadullaeva S.Zh. Ways to improve the cognitive activity of students in the study of the course "biophysics". *Science and Peace*, 2019, no. 4-2 (68), pp. 59-60. (In Russ.)]
5. Ткаченко А.Л., Лыкова О.М., Шаронов Е.И., Кузнецова В.И. Имитационное моделирование демографических показателей роста и убыли населения. *Modern Economy Success*, 2021, № 3, с. 110-116. [Tkachenko A.L., Lykova O.M., Sharonov E.I., Kuznetsova V.I. Simulation modeling of demographic growth and population decline. *Modern Economy Success*, 2021, no. 3, pp. 110-116. (In Russ.)]
6. Самойлов В.О. Разработка инновационных медицинских технологий на базе достижений квантовой биофизики. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета*, 2007, № 2 (50), с. 747-781. [Samoilov V.O. Development of innovative medical technologies based on the achievements of quantum biophysics. *Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State Polytechnic University*, 2007, no. 2 (50), pp. 747-781. (In Russ.)]

7. Фрисман Е.Я., Жданова О.Л., Неверова Г.П. Эколого-генетические модели в популяционной биофизике. *Биофизика*, 2020, т. 65, № 5, с. 949-966. [Frisman E.Ya., Zhdanova O.L., Neverova G.P. Ecological-genetic models in population biophysics. *Biophysics*, 2020, vol. 65, no. 5, pp. 949-966, doi: 10.31857/S0006302920050130. (In Russ.)]

8. Tkachenko A., Lavrentev D., Denisenko M., Kuznetsova V. Development of a simulation model for the spread of COVID-19 coronavirus infection in Kaluga region. *E3S Web of Conferences*, Almaty, 20-21 of May 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202127001003.

9. Мосалев В.И., Ткаченко А.Л. Применение методов бизнес-анализа в медицинской диагностике. *Калужский экономический вестник*, 2022, № 1, с. 60-62. [Mosalev V.I., Tkachenko A.L. Application of business analysis methods in medical diagnostics. *Kaluga Economic Bulletin*, 2022, no. 1, pp. 60-62. (In Russ.)]

10. Ткаченко А.Л., Десятков П.А. Имитационное моделирование динамики распространения ВИЧ инфекции в Калужской области. *Вызовы цифровой экономики: тренды развития в условиях последствий пандемии COVID-19: Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к Году науки и технологий в России*, Брянск, 25 мая 2021 года. Брянск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный инженерно-технологический университет", 2021, с. 282-285. [Tkachenko A.L., Desyatkov P.A. Simulation modeling of the dynamics of the spread of HIV infection in the Kaluga region. *Challenges of the digital economy: development trends in the aftermath of the COVID-19 pandemic: Collection of articles of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the Year of Science and Technology in Russia*, Bryansk, 25 May 2021. Bryansk: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State University of Engineering and Technology", 2021, pp. 282-285. (In Russ.)]

ASPECTS OF THE APPLICATION OF INFORMATION APPLICATIONS IN BIOPHYSICAL MEDICINE

Tkachenko A.L.

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky
Stepan Razin str., 26, Kaluga, 248023, Russia; e-mail: tkachenkoal@tksu.ru

Received 25.06.2022. DOI: 10.29039/rusjbpс.2022.0493

Abstract. Medical biophysics is a very special branch of medicine that studies the physical processes occurring in the human body, its structure and function in norm and pathology, methods for diagnosing pathological conditions. Throughout the development of this science, it has been closely connected with the latest IT developments. Various software tools are used daily both for training new specialists and for the work of already established scientists. In the process of learning, a comprehensive study of the human body takes place at various levels. Over the centuries of studying the human body, a huge amount of information has accumulated, no scientist would be able to master such a volume of data even in a lifetime if all knowledge were not systematized and presented in a convenient form. Various information technologies and special applications for visual study of a person play an important role in performing the task of such information processing.

Key words: *information applications, artificial intelligence, biodigital, genetic algorithm.*