

## Data Science – глубокое обучение нейросетей и их применение в здравоохранении

И. О. Грицков<sup>2</sup>, А. В. Говоров<sup>1,3</sup>, А. О. Васильев<sup>1,3,4</sup>, Л. А. Ходырева<sup>1,3,4</sup>, А. А. Ширяев<sup>1,3</sup>, Д. Ю. Пушкарь<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, 127473, Российская Федерация, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Российская Федерация, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

<sup>3</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С. И. Спасокукоцкого» Департамента здравоохранения города Москвы, 127206, Российская Федерация, Москва, ул. Вучетича, д. 21

<sup>4</sup> ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», 115184, Российская Федерация, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9

### Аннотация

**Введение.** Искусственный интеллект, представляющий собой набор алгоритмов, на сегодняшний день выполняет впечатляющий объем работы, связанный с анализом и обработкой информации. Применение вычислительной мощности большого числа простых процессоров, а также составление для их совместной работы математической модели по принципу организации нейронных сетей клеток живых организмов составляет искусственную нейросеть. Подобная система не программируется на этапе разработки в конечный потребляемый продукт (как это обычно происходит, например, с программным обеспечением того или иного устройства), а обучается на протяжении всего своего функционирования. Обучение представляет из себя нахождение процентного взаимоотношения между нейронами и вводными данными, что в конечном итоге приводит к выявлению сложных взаимосвязей между предоставляемыми данными. Данные свойства обучения нейросетей уже сегодня помогают в работе врачей, облегчая их труд, предоставляя более удобные для восприятия данные. **Цель исследования:** актуализировать информацию о применении современных технологий обучения нейронных сетей в сфере здравоохранения. **Задачи:** рассмотреть терминологию и обозначить технологии в Data Science, применяемые в здравоохранении; найти на рецензированных ресурсах информацию о современных подходах в анализе аккумулированной информации и изложить ее общедоступным языком; продемонстрировать преимущества и недостатки использования глубокого обучения нейросетей; детализировать будущее глубокого обучения нейросетей в здравоохранении. **Результаты:** сложная система взаимосвязи между нейронами нейросети с корректно написанным программным кодом, совместно с актуальной и верифицированной информацией позволит с большой точностью находить корреляции многих статистических показателей в сфере здравоохранения, что в конечном итоге приведет к улучшению оказания медицинской помощи. Нейросеть гораздо быстрее и точнее справляется с большим объемом информации, что является огромным шагом в сторону персонализированной медицины. Это стало возможным благодаря накоплению достаточного количества данных в цифровом виде, а также достижению достаточного технического прогресса в области глубокого обучения нейросетей.

**Ключевые слова:** нейросеть; глубокое машинное обучение; персонализированная медицина.

**Для цитирования:** Грицков, И. О., Говоров, А. В., Васильев, А. О., Ходырева, Л. А., Ширяев, А. А., Пушкарь, Д. Ю. Data Science – глубокое обучение нейросетей и их применение в здравоохранении // Здоровье мегаполиса. – 2021. – Т. 2. – № 2. – С. 109-115. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i2;109-115

## Data Science – deep learning of neural networks and their application in healthcare

I. O. Gritskov<sup>2</sup>, A. V. Govorov<sup>1,3</sup>, A. O. Vasiliev<sup>1,3,4</sup>, L. A. Khodyreva<sup>1,3,4</sup>, A. A. Shiryaev<sup>1,5</sup>, D. Yu. Pushkar<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov of the Ministry of Health of Russian Federation, 20, bild. 1, Delegatskaya st., 1127473, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

<sup>3</sup> S. I. Spasokukotsky City Clinical Hospital of Moscow Healthcare Department, 21, Vuchetich st., 27206, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> State Budgetary Institution "Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department", 9, Sharikopodshipnikovskaya str., 115088, Moscow, Russian Federation

### Abstract

**Introduction:** Artificial intelligence, which is a set of algorithms, currently does an impressive amount of work related to its analysis and processing. The use of the computing power of a large number of simple processors, as well as the compilation of a mathematical model for their joint operation based on the principle of organizing neural networks of cells of living organisms, constitutes an artificial neural network. Such a system is not programmed at the development stage into a final consumer product (as is usually the case, for example, with the software of a device), but "teaches" throughout its entire operation. "Teaching" is about finding the percentage relationship between neurons and input data, which ultimately leads to the identification of complex relationships between the provided data. These properties of training neural networks are already helping doctors in their work, making it easier and providing more readable data. **Purpose of the study:** to update information about the use of modern technologies for teaching neural networks in the healthcare sector. **Tasks:** to consider the terminology and designate technologies in Data Science used in healthcare; to find on peer-reviewed resources information about modern approaches to the analysis of accumulated information and present it in a public language; to demonstrate the advantages and disadvantages of using deep teaching of neural networks; detail the "future" of deep teaching of neural networks in healthcare. **Results:** a complex system of interconnection between neurons of a neural network with a correctly written program code, together with relevant and verified information, makes it possible to accurately find correlations of many statistical indicators in the field of healthcare. This fact will ultimately lead to improved medical care. A neural network can handle large amounts of information much faster and more accurately, which is a huge step towards personalized medicine. This became possible due to the accumulation of a sufficient amount of data in digital form, as well as the achievement of sufficient technical progress in the field of deep teaching of neural networks.

**Key words:** in neural network; deep machine learning; personalized medicine.

**For citation:** Gritskov IO, Govorov AV, Vasiliev AO, Khodyreva LA, Shiryaev AA, Pushkar D.Yu. Data Science – deep learning of neural networks and their application in healthcare. *City Healthcare*. 2021;2(2):109-115. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i2;109-115

## Введение

Одной из наиболее известных экспертных систем, в основе которых были заложены данные, полученные в ходе наблюдения за пациентами, является система MYCIN, разработанная в Стэнфорде в начале 1970-х гг. для диагностики септического шока. Внедрение алгоритма позволило обнаружить сепсис в 100% случаев. Примером другой эффективной программы диагностики служит алгоритм диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, разработанный фирмой RES Informatica совместно с Кардиологическим центром «Монзино» (Милан). Основанная на анализе распознавания различных спектров тахограмм программа позволяла анализировать интервалы между сердцебиениями, а детализация баланса активности симпатической и парасимпатической нервной системы человека коррелировала с изменениями при различных заболеваниях сердечно-сосудистой системы [1].

## Что такое глубокое обучение нейросетей?

Одним из стремительно развивающихся направлений в статистическом анализе является глубокое обучение нейросетей. Данный принцип основывается на двух основополагающих понятиях: знание и опыт. База «знаний» нейросетей представлена серверами с большим объемом статистической информации, которую вносят врачи-исследователи и программисты Data Science (раздел информатики, который занимается анализом, обработкой и представлением данных в цифровом поле). «Опыт» нейросетей, в свою очередь, основывается на анализе готовой базы данных и сопоставлении его с новой информацией, которая поступает на сервер после начала работы алгоритма. Знаниями для нейросетей могут служить любые данные – от клинических рекомендаций и рецензированных публикаций до статистических данных, собранных с целью изучить взаимосвязь большого числа показателей одновременно. «Опытом» для нейросетей также являются результаты лечения пациентов, данные лабораторных исследований и лучевых методов диагностики.

Большим преимуществом нейросетей перед человеком является отсутствие ограничения объема вводимых данных в короткий промежуток времени. Это означает, что нейросеть, в отличие от человека, гораздо быстрее и точнее справляется с большим объемом информации. Таким образом, накопленная годами информация о пациентах может формировать тот самый «опыт» нейросетей, на который последние могут

опираться в своих вычислениях. Формирование этого «опыта» при помощи программных алгоритмов способно за короткие сроки произвести сложнейшие вычисления, которые человек не сможет сделать за всю свою жизнь. Так, например, в течение 40 лет практики врач-радиолог способен просмотреть и описать примерно 225 000 МРТ/КТ снимков, тогда как искусственный интеллект за довольно короткий срок способен отсканировать миллионы изображений, с каждым разом повышая точность своих вычислений.

## Искусственная нейронная сеть и способы машинного обучения

Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, основанная на моделировании нелинейных статических данных, в которых возникают сложные взаимосвязи между входными и выходными данными. Такая структура расчетов позволяет установить причинно-следственные связи при обработке нескольких типов информации, а также создать шаблоны для использования их в процессе принятия решений через нейронные сети. Машинное обучение искусственных нейросетей – это способность программного обеспечения к самообучению на основе вводимых новых данных, а также к самостоятельному модифицированию обработки поступающей информации на основе ранее полученных данных.

Принято рассматривать **два метода машинного обучения**. Первый метод построения алгоритма обучения предполагает наличие знания о возможных результатах запросов. Например, исследователи хотят знать о наличии в пуле клинических или лабораторных данных (показатели жизнедеятельности, общий или биохимический анализ крови и т. д.) конкретных взаимосвязей с целью прогнозирования смертности в отделении реанимации и интенсивной терапии. В данном конкретном случае известным результатом для обучения нейросети является летальный исход или выздоровление пациента, а данные для анализа представлены набором клинических симптомов и результатами лабораторных исследований.

Второй метод обучения нейросетей является неконтролируемым, что подразумевает выявление естественных закономерностей или группировку данных без нацеливания на конкретный результат. Применение подобного типа обучения нейросетей нашло отражение в лечении пациентов клиники Медицинского университета Цинциннати (Огайо, США). Преследуя цель персонализированного подхода к лечению сепсиса

и выявления реакции на применение кортикостероидов конкретного организма, использовались данные анамнеза, результаты клинико-диагностических и лабораторных показателей. Одна из главных задач исследователей состояла в обнаружении биомаркеров для оценки общей летальности от септического шока. Для этого в алгоритм нейросети была введена информация о 100 генах мРНК с профилем экспрессии, которые отображали адаптивную функцию организма рецепторов к глюкокортикоидам. Созданная нейросеть помогла исследователям классифицировать пациентов по признаку реакции организма на предлагаемое лечение во время сепсиса [2].

Безусловно, используя данный тип обучения нейросетей, можно открыть совершенно новые закономерности там, где человеку понадобятся десятилетия для их обнаружения. В центре интенсивной легочной терапии Intermountain Medical Center (Солт-Лейк-Сити, США) исследователи применили нейросеть для анализа накопленной информации о пациентах и выявили четыре субфенотипа синдрома полиорганной недостаточности при сепсисе. Используя для исследования клинические данные, информацию о цитокинах в двух рандомизированных исследованиях, исследователями были выявлены различия субфенотипов течения воспаления, ответа на стратегию лечения при помощи ИВЛ и последующих клинических результатов течения заболевания. Результаты исследования привели авторов к дифференциации каждого пациента к одному из четырех субфенотипов с целью улучшения оказания медицинской помощи при сепсисах [3].

### **Типы построения нейросетей: Convolution neural network (CNN, свёрточная нейронная сеть), recurrent neural networks (RNN, рекуррентная нейронная сеть) и принцип глубокого обучения нейросетей**

**Свёрточная нейронная сеть** – специфичный тип искусственной нейросети, основанный на нескольких алгоритмах глубокого обучения, где каждый алгоритм имеет свою спецификацию и отвечает за свой пласт данных. Отношения между разными пластами более сложные, чем прямая зависимость, из-за чего при программном обучении неизбежно создаются другие, более глубокие слои корреляции данных.

**Рекуррентная нейронная сеть** – аналогична свёрточной, однако имеет дело с данными, динамически меняющимися во времени. Данная особенность нейросети привела к ее использованию в анализе речи и рукописного текста. В ме-

дицине же данный тип нейронной сети также имеет свой спрос. Компанией MaxQ-Ai Ltd. (Израиль) была разработана платформа, способная во время операции обнаружить открывшееся внутричерепное кровоизлияние и предупредить хирургов в режиме реального времени. Алгоритм глубокого машинного обучения использует для диагностики трехмерное изображение, которое компьютер получает с КТ-аппарата в режиме онлайн. В случае обнаружения нарушения целостности сосуда он подает сигнал для хирургов на мониторе.

**Глубокое машинное обучение** – более развитый алгоритм обработки данных, который на данный момент является наиболее приближенным к деятельности человеческого мозга, способный обрабатывать несколько потоков данных одновременно. Так, например, если вводимая информация – фотография глаз человека, то первым слоем ее обработки будет выделение прямых и кривых линий, а также различие цветовых оттенков радужной оболочки. На более глубоких слоях можно объединить эти линии и оттенки и выявить определенные структуры аппарата органов глаза. Принцип наложения более сложных слоев обработки изображения можно использовать в дальнейшем для решения конкретных задач. Примером такого применения нейросети служит разработка Стэнфордского университета (Калифорния, США) для выявления рака кожи по фотографии новообразования. Используя принцип компьютерного зрения, нейросеть обрабатывает каждый пиксель изображения с целью верификации и последующего анализа всего изображения. Такой пошаговый анализ пиксельной составляющей способен не только дать характеристику изображения, но и ответить на конкретные вопросы о наличии новообразования кожи [4].

### **Data Science**

С приходом цифровизации медицинских картотек лечебных учреждений появились новые возможности анализа огромного количества информации. Data Science (в том числе и Big Data Science, где используется большой объем информации) – раздел науки, изучающий обработку и интерпретацию результатов сравнения огромного числа информации, предоставленной в цифровом виде. Ее развитие произошло за счет быстрого роста вычислительной мощности процессоров и доступности инструментов для анализа. Благодаря ей становится возможным с помощью вычислительных алгоритмов определить как понимание реальных клинических проблем, так и аспекты ухода за пациентами. Data Science

помогает определить и конкретизировать результаты анализа данных для решения узких задач в здравоохранении. Чикагским медицинским университетом (Чикаго, Иллинойс, США) совместно с системой здравоохранения Университета Нортшор, включающей 5 больниц, Научно-исследовательский институт и специальный фонд (Эванстон, Иллинойс, США), реализована сложносоставная нейросеть, способная оценить риск перевода в отделение реанимации, возникновения преждевременной остановки сердца и последующего летального исхода. На основе анализа данных 269 999 клинических случаев, которые хранились в электронной библиотеке обоих университетов, исследователями была собрана и обучена нейросеть, прогнозирующая риски развития осложнений в отделении реанимации и интенсивной терапии. В оценочный пласт информации вошли многие жизненные показатели: температура, ЧСС, АД, оксигенация и др. Анализу подверглись также данные лабораторных показателей, таких как гемоглобин, тромбоциты, уровень мочевины, глюкоза, общий и прямой билирубин и другие, а также результаты психологического состояния пациента: от степени тревоги до реакции на боль и речи лечащего врача. На основе собранных материалов было создано хранилище данных NorthShore (Верона, Висконсин, США) под руководством Чикагского медицинского университета. Такое огромное количество информации послужило опытом для алгоритма нейросети, написанной специалистами Big Data Science. Выяснилось, что чувствительность метода определения возможности развития инфаркта миокарда составила 83%, вероятность перевода пациента в отделение реанимации и интенсивной терапии была предсказана с точностью до 75%, а чувствительность определения смертельного исхода составила 93% [5].

### Главные достоинства

– *Быстрота и точность вычислительной мощности алгоритма при наличии правильно подобранной базы знаний и архитектуры нейросети.* Наиболее широкое распространение искусственного интеллекта на данный момент наблюдается в области радиологии, где глубокое обучение нейросетей используется для анализа изображений, полученных при помощи лучевых методов диагностики. Это стало возможным благодаря накоплению достаточного количества данных исследований в цифровом виде, а также с достижением достаточного технического прогресса в области глубокого обучения нейросетей. Искусственный интеллект в радиологии использует

алгоритмы компьютерного зрения для ускорения диагностики и улучшения визуализации патологий, а также для оповещения о чрезвычайной ситуации и помощи в принятии врачебного решения.

– *Большая вариативность путей решения задач.* За счет большого количества способов построения и обучения нейросетей существует огромное количество комбинаций создания нейросетей. Сопоставление нескольких типов нейросетей в контексте сравнения чувствительности и специфичности метода может привести исследователей к новым, более рациональным путям решения поставленных задач.

### Главные недостатки

– *Сильное влияние выбора архитектуры нейросети и способа ее обучения на конечный результат.* В качестве примера: в ходе сравнения двух нейросетей выяснилось преимущество одной из них. Первая нейросеть была написана в соответствии с архитектурой сверточной нейросети и получила опыт по принципу контролируемого обучения. Вторая нейросеть имела похожую архитектуру, но пользовалась принципом неконтролируемого обучения. В ходе анализа исследователи выявили преимущество использования нейросетей с неконтролируемым обучением для визуализации патологий на КТ-снимках коленного сустава [6].

На сегодняшний день искусственный интеллект использует алгоритмы для ускорения диагностики и улучшения визуализации различных патологий, а также для оповещения о чрезвычайной ситуации и помощи в принятии врачебного решения. Важно понимать, что разработка искусственного интеллекта в медицине не преследует цель заменить врача. Напротив, она создана для уменьшения влияния человеческого фактора, для увеличения скорости обслуживания пациентов, а также для повышения специфичности, без снижения при этом чувствительности методов диагностики.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Funding:** the study had no sponsorship.

## Список литературы

1. Горбань, А. Н. Нейроинформатика / А. Н. Горбань, В. Л. Дунин-Барковский, А. Н. Кирдин и др. – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 296 с.
2. Wong HR., Atkinson SJ, Cvijanovich NZ, Anas N, Allen, GL, Thomas NJ, Lindsell, CJ. Combining Prognostic and Predictive Enrichment Strategies to Identify Children With Septic Shock Responsive to Corticosteroids // *Critical Care Medicine*. – 2016. – V. 44. – № 10. – P. e1000–e1003. doi:10.1097/ccm.0000000000001833
3. Knox DB, Lanspa MJ, Kuttler KG, Brewer SC, Brown SM. Phenotypic clusters within sepsis-associated multiple organ dysfunction syndrome // *Intensive Care Medicine*. – 2015. – V. 41. – № 5. – P. 814–822. doi:10.1007/s00134-015-3764-7
4. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, Thrun S. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks // *Nature*. – 2017. – V. 5. – № 42(7639). – P. 115–118. doi:10.1038/nature21056
5. Churpek MM, Yuen TC, Winslow C, Robicsek AA, Meltzer DO, Gibbons RD, Edelson DP. Multicenter Development and Validation of a Risk Stratification Tool for Ward Patients // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2014. – V. 190. – № 6. – P. 649–655. doi:10.1164/rccm.201406-1022oc
6. Litjens G, Kooi T, Bejnordi BE, Setio AA, Ciompi F, Ghafoorian M, Sánchez CI. A survey on deep learning in medical image analysis // *Medical Image Analysis*. – 2017. – № 42. – P. 60–88. doi:10.1016/j.media.2017.07.005

## References

1. Gorban AN, Dunin-Barkovskij VL, Kirдин AN, et al. *Nejroinformatika* [Neuroinformatics]. Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe predpriyatіe RAN, 1998, 296 p. (In Russ.).
2. Wong HR, Atkinson SJ, Cvijanovich NZ, Anas N, Allen GL, Thomas NJ, Lindsell CJ. Combining Prognostic and Predictive Enrichment Strategies to Identify Children With Septic Shock Responsive to Corticosteroids. *Critical Care Medicine*. 2016; 44(10):e1000–e1003. doi:10.1097/ccm.0000000000001833
3. Knox DB, Lanspa MJ, Kuttler KG, Brewer SC, Brown SM. Phenotypic clusters within sepsis-associated multiple organ dysfunction syndrome. *Intensive Care Medicine*. 2015;41(5):814–822. doi:10.1007/s00134-015-3764-7
4. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, Thrun S. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017;542(7639):115–118. doi:10.1038/nature21056

5. Churpek MM, Yuen TC, Winslow C, Robicsek AA, Meltzer DO, Gibbons RD, Edelson DP. Multicenter Development and Validation of a Risk Stratification Tool for Ward Patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2014;190(6): 649–655. doi:10.1164/rccm.201406-1022oc

6. Litjens G, Kooi T, Bejnordi BE, Setio AA, Ciompi F, Ghafoorian M, Sánchez CI. A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*. 2017;42:60–88. doi:10.1016/j.media.2017.07.005

## Информация об авторах:

**Пушкар Дмитрий Юрьевич** – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой урологии ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, главный уролог Департамента здравоохранения города Москвы и Министерства здравоохранения Российской Федерации, <https://orcid.org/0000-0002-6096-5723>.

**Ходырева Любовь Алексеевна** – доктор медицинских наук, профессор кафедры урологии ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» Минздрава России; заведующая ОМО по урологии ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», <https://orcid.org/0000-0002-0751-4982>.

**Говоров Александр Викторович** – доктор медицинских наук, профессор кафедры урологии ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, <https://orcid.org/0000-0003-3299-0574>.

**Васильев Александр Олегович** – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры урологии ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, <https://orcid.org/0000-0001-5468-0011>.

**Ширяев Арсений Александрович** – аспирант кафедры урологии ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, <https://orcid.org/0000-0003-0680-9460>.

**Грицков Игорь Олегович** – студент ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)», <https://orcid.org/0000-0002-4708-1683>.

## Information about authors:

**Dmitriy Yu. Pushkar** – MD, Professor, Academician of the RAS, Head of the Department of Urology

of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov of the Ministry of Health of the Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-6096-5723>.

**Lubov A. Khodyreva** – MD, Professor of the Department of Urology of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov of the Ministry of Health of the Russian Federation; Head of the Organizational and Methodological Department of the State Budgetary Institution “Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department”, <https://orcid.org/0000-0002-0751-4982>.

**Alexander V. Govorov** – MD, Professor of the Department of Urology of the Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov of the Ministry of Health of the Russian Federation; S. I. Spasokukotsky City Clinical Hospital of Moscow Healthcare Department, <https://orcid.org/0000-0003-3299-0574>.

**Alexander O. Vasiliev** – Candidat of Medical Sci., assistant of the Department of Urology of the Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov of the Ministry of Health of the Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5468-0011>.

**Arseniy A. Shiryaev** – Graduate Student of the Department of Urology of the Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov of the Ministry of Health of the Russian Federation; S. I. Spasokukotsky City Clinical Hospital of Moscow Healthcare Department, <https://orcid.org/0000-0003-0680-9460>.

**Igor O. Gritskov** – student of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), <https://orcid.org/0000-0002-4708-1683>.

**Для корреспонденции:**

Ходырева Любовь Алексеевна

**Correspondence to:**

Lubov A. Khodyreva

khodyreva60@mail.ru