

Электронный научный журнал "Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках" <http://mathmod.esrae.ru/>

URL статьи: mathmod.esrae.ru/42-170

Ссылка для цитирования этой статьи:

Барулина М.А., Масляков В.В., Полиданов М.А., Романов Р.А., Волков К.А.
Математические и алгоритмические методы исследования признаков возникновения осложнений при перитоните // Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках. 2023. №2

УДК 618.5:616.381-002:004.8:001.891.34(045)

DOI:10.24412/2541-9269-2023-2-39-44

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ПЕРИТОНИТЕ

М.А. Барулина¹, В.В. Масляков², М.А. Полиданов², Р.А. Романов³, К.А. Волков²

¹Саратовский научный центр РАН, Институт проблем точной механики и
управления РАН

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени
В.И. Разумовского» Минздрава России

³ФГБОУ ВО «Саратовский государственный национальный исследовательский
университет им. Н.Г. Чернышевского»

MATHEMATICAL AND ALGORITHMIC METHODS OF INVESTIGATION OF SIGNS OF COMPLICATIONS IN PERITONITIS

M.A. Barulina¹, V.V. Maslyakov², M.A. Polidanov², R.A. Romanov³, K.A. Volkov²

¹Saratov Scientific Center RAS, Institute for Precision Mechanics and Control
Problems of RAS

²Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Ministry of Health
of Russia

³Saratov State National Research University named after N.G. Chernyshev. N.G.
Chernyshevskii

Аннотация. Перитонит остаётся одной из актуальных хирургических, общеклинических и общепатологических проблем в силу стабильно высокой летальности. Целью данной работы было определение признаков возникновения осложнений при перитоните на раннем этапе классическими статистическими методами и методами искусственного интеллекта на основе исследования результатов анализов, взятых у пациентов при поступлении с диагнозом перитонит. Исследование было проведено классическими статистическими методами и моделями глубокого обучения искусственного интеллекта. Было выяснено, что важность параметров, определяемая алгоритмами глубокого обучения и статистическими методами отличается, что можно объяснить способностью алгоритмов искусственного интеллекта улавливать внутренние неявные связи между данными. При дальнейшей работе с данными и

обучении предиктивных моделей видится целесообразным использовать именно методы искусственного интеллекта для отбора важных параметров.

Ключевые слова: перитонит, диагностика, ранее выявление осложнений, прогнозирование осложнений, математические и алгоритмические методы исследования, методы искусственного интеллекта, нейронные сети

Abstract. Peritonitis remains one of the urgent surgical, general clinical and general pathological problems due to a steadily high mortality rate. The aim of this work was to determine the signs of early complications in peritonitis by classical statistical methods and artificial intelligence methods based on the study of the results of tests taken from patients on admission with the diagnosis of peritonitis. The study was conducted by classical statistical methods and deep learning artificial intelligence models. It was found that deep learning algorithms are capable of capturing internal implicit relationships between data, then in further work with data and training of predictive models it seems appropriate to use artificial intelligence methods for the selection of important parameters, rather than classical statistical approaches.

Keywords: peritonitis, diagnosis, early detection of complications, prediction of complications, mathematical and algorithmic research methods, artificial intelligence methods, neural networks

Введение. Актуальность разработки новых эффективных математических и алгоритмических методов исследования признаков возникновения осложнений при перитоните с увеличением частоты генерализации инфекции, развитием гнойно-септических осложнений и утратой трудоспособности [1-5]. В патогенезе перитонита выделяют воспаление париетального и висцерального листков брюшины, которое сопровождается тяжёлым общим состоянием организма и, требует неотложной медицинской помощи. Прогноз при несвоевременном или недостаточном лечении перитонита весьма неблагоприятный, вплоть до летального исхода [6,7]. Кроме того, вероятность возникновения послеоперационных гнойно-септических осложнений часто зависит от нерационального применения антибактериальных препаратов и прогрессирующей антибиотикорезистентности микроорганизмов [8]. Даже при адекватной системной антибактериальной терапии летальность при генерализации инфекции может достигать 50% и более. Одним из путей улучшения результатов лечения абсцессов является возможность выявления и прогнозирования возникновения осложнений на ранней стадии, что, несомненно, сможет значительно упростить построение и стратегию лечения. Зная об осложнениях, можно подготовиться к такому развитию ситуации и скорректировать схему наблюдения за пациентом, и его лечение.

Целью данного исследования было определение признаков возникновения осложнений при перитоните на раннем этапе классическими статистическими методами и методами искусственного интеллекта на основе исследования результатов анализов у пациентов при поступлении с диагнозом перитонит.

Материалы и методы. Во время обработки данных главной задачей было найти именно те показатели, которые влияли на возникновение осложнений. Были исследованы результаты анализов 18 пациентов, у 11 из которых на 3 или 5 день госпитализации возникли осложнения. Для определения степени

значимости параметров набора данных (результатов анализов, взятых при госпитализации, и назначенного лечения) на возникновение осложнений было использовано два подхода. Первый подход был основан на построении корреляционных соотношений Пирсона [9] параметров и возникновения осложнений (0 - нет осложнений, 1 – есть осложнения):

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

где n – количество объектов в наборе данных; x_i, y_i – значения параметров x и y i -й записи; \bar{x}, \bar{y} – выборочное среднее.

Второй подход использовал CatBoost - бустинг метод машинного обучения на основе решающих деревьев [10] для определения степени влияния параметров на возникновение осложнений. Одно из построенных деревьев показано на рис.1.

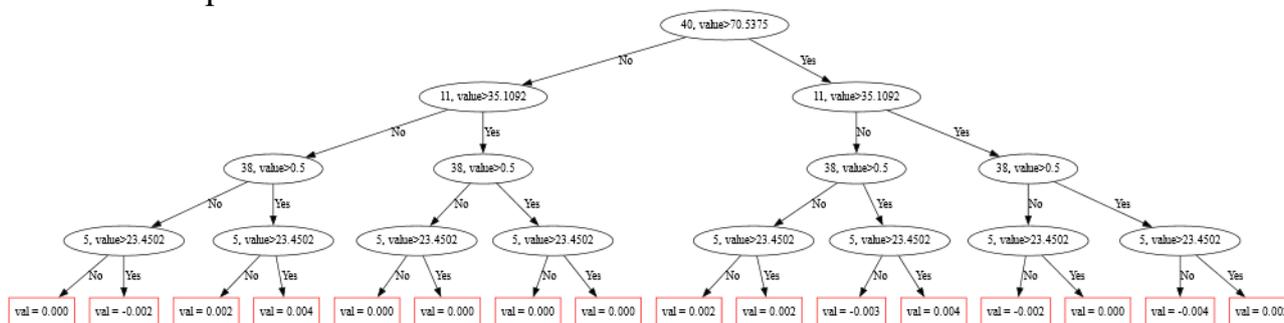
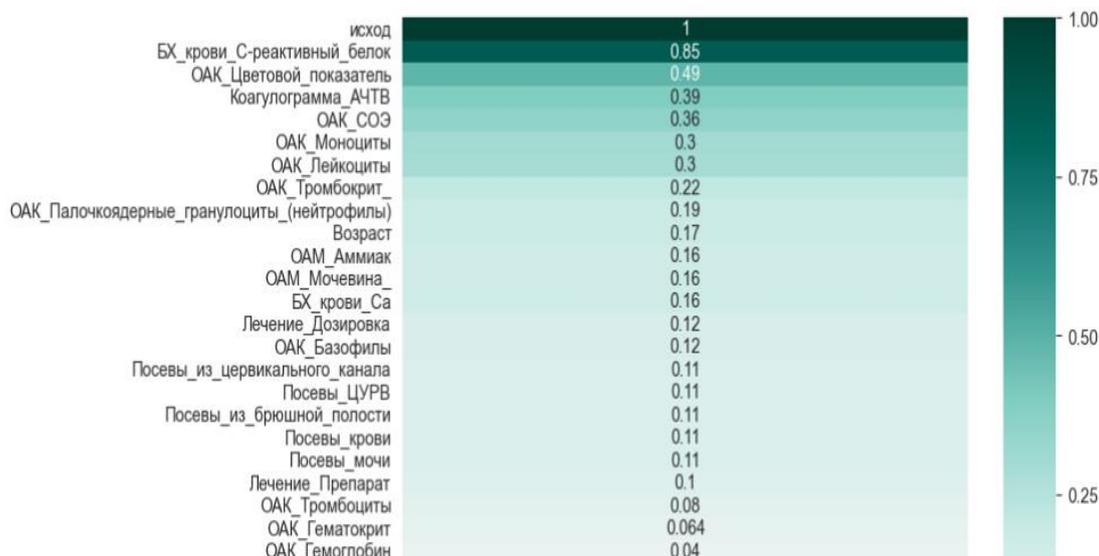
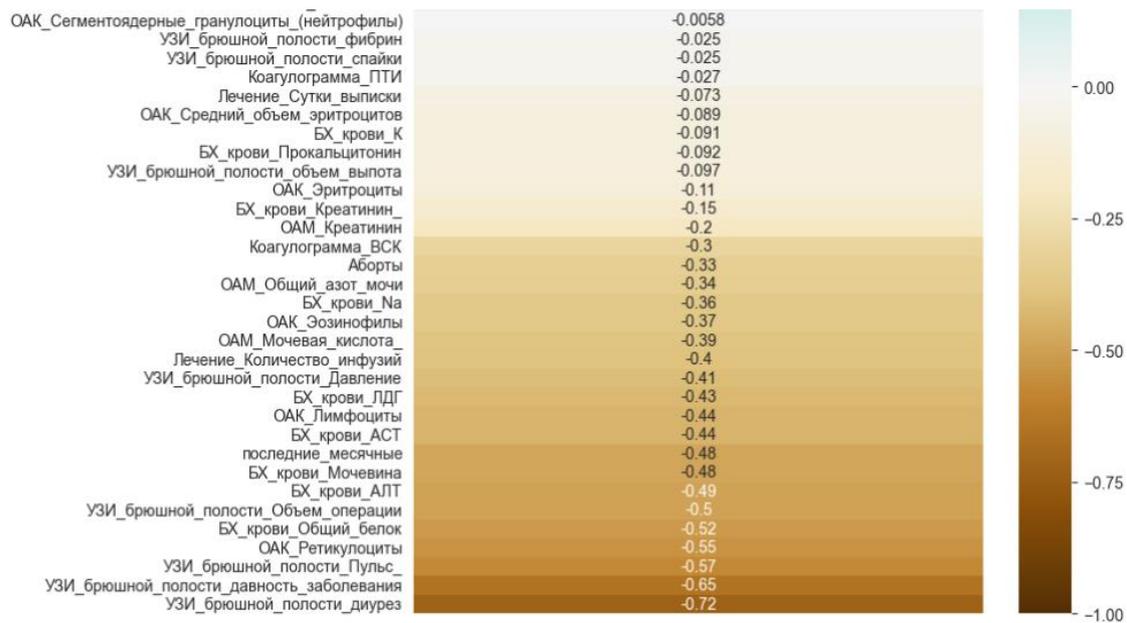


Рис. 1. Решающее дерево №3, построенное алгоритмом CatBoost

Результаты. Согласно корреляции Пирсона, было выявлено 25 параметров, коэффициент корреляции которых по модулю больше 0,3 (Рис. 2).



а)



б)

Рис. 2 Список параметров, имеющих положительное (а) и отрицательное (б) значение корреляции

Определение важности параметров с помощью CatBoost дало другие параметры. Так, были определены всего 9 параметров, важность которых была более 2,5%: С реактивный белок (биохимия крови) 19,2%, УЗИ брюшной полости (диурез 8,81%, давность заболевания 11,29%, пульс 3,47%), биохимия крови Na 3,24%, АСТВ 3,97%, ОАК (СОЭ 3,17%, цветовой показатель 3,01%, лимфоциты 2,80%) (Рис. 3).

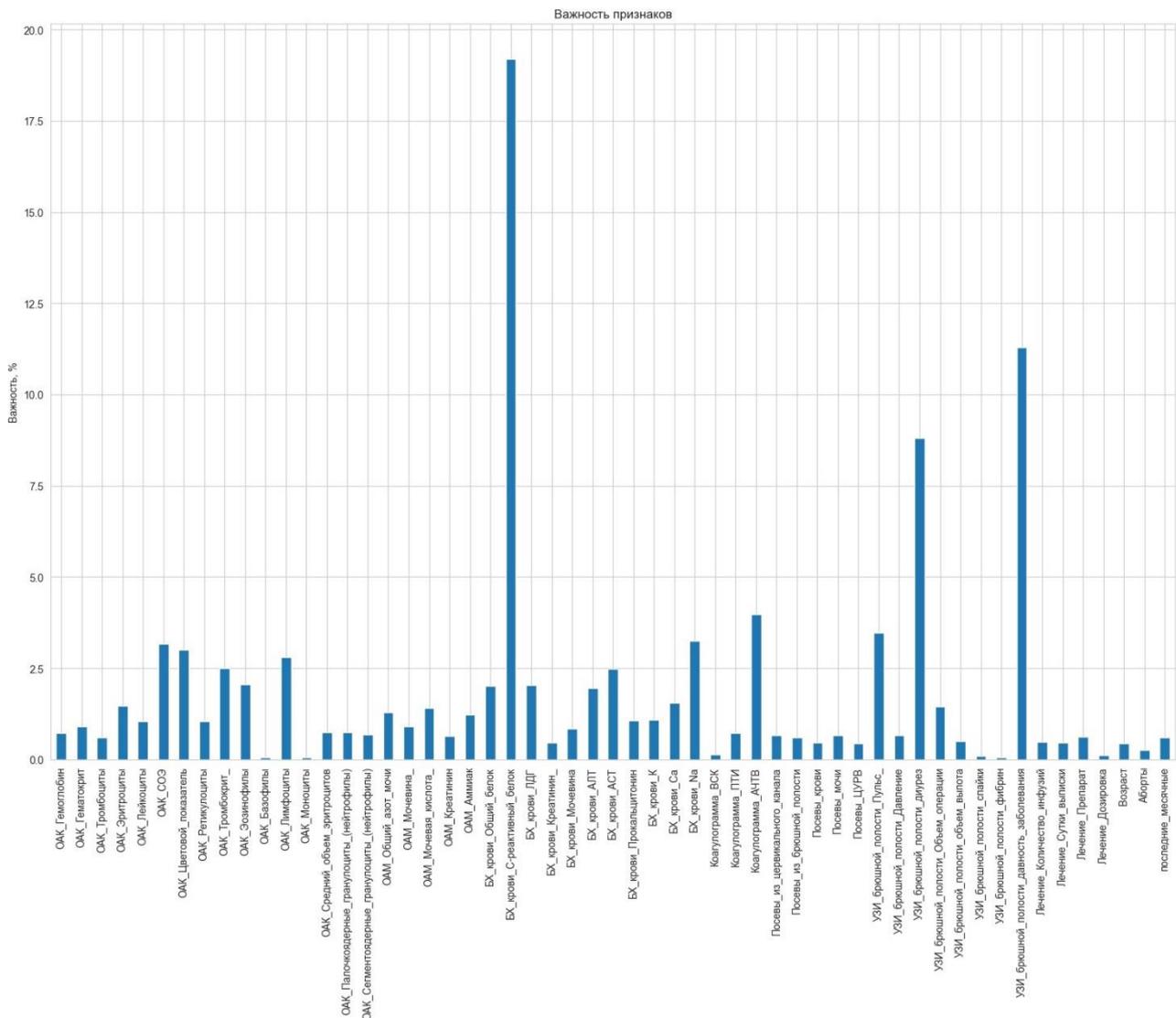


Рис. 3. Важность параметров, выявленных CatBoost

Заключение. В ходе работы были исследованы результаты анализов 18 пациентов, поступивших с диагнозом перитонит. Исследование важности параметров по влиянию на возникновение осложнений при лечении было проведено классическими статистическими методами и моделями глубокого обучения искусственного интеллекта. Было определено, что методы глубокого обучения определяют существенно меньше важных параметров, чем классические методы (9 и 25 параметров, соответственно). Так как алгоритмы глубокого обучения способны улавливать внутренние неявные связи между данными, то при дальнейшей работе с данными и обучении предиктивных моделей видится целесообразным использовать методы искусственного интеллекта для отбора важных параметров, а не классические статистические подходы.

Литература

1. Образцова А.Е., Ноздреватых А.А. Морфофункциональные особенности репаративного процесса при заживлении кожных ран с учетом возможных

- рубцовых деформаций (обзор литературы). Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. 1: 98-107.
2. Мохова О.С., Глухов А.А., Микулич Е.В. Оценка эффективности комплексного лечения ран мягких тканей с применением окситоцина и аквакомплекса глицеросольвата титана в эксперименте. Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. 1: 46.
 3. Roubelakis M.G., Trohatou O., Roubelakis A., Mili E., Kalaitzopoulos I., Papazoglou G., Pappa K.I. & Anagnou N.P. Platelet-rich plasma (PRP) promotes fetal mesenchymal stem/stromal cell migration and wound healing process. *Stem Cell Revs Reports*. 2014. 10 (3): 417-428.
 4. Алипов В.В., Тахмезов А.Э., Полиданов М.А., Мусаелян А.Г., Кондрашкин И.Е., Волков К.А., Алипов А.И. Улучшение результатов лечения и диагностики послеоперационных осложнений в абдоминальной хирургии с применением многофункционального устройства. *Медицинская наука и образование Урала*. 2023. Т.24. №1(113): 67-71.
 5. Патент РФ на изобретение 215070. 28.11.2022. Алипов В.В., Капралов С.В., Рыхлов А.С., Мареев Г.О., Тахмезов А.Э., Хохлова А.В., Лобанов М.Е., Полиданов М.А., Мусаелян А.Г., Алипов А.И., Дудина Е.В., Данилов А.Д. Устройство для мониторинга и лечения осложнений послеоперационного периода. [Электронный ресурс]. URL: <https://patents.google.com/patent/RU215070U1/ru> (дата обращения: 07.06.2023).
 6. Военно-полевая хирургия Брюсов П.Г., Нечаев Э.А. ред. М.: Геотар, 1996г.
 7. Хирургические болезни, 2-е издание М.И. Кузин ред., М. Медицина, 1995г.
 8. Савельев В.С., Гельфанд Б.Р. Абдоминальная хирургическая инфекция. Национальные рекомендации. Москва; «Боргес», 2011: 98 с.
 9. Критерий корреляции Пирсона [Электронный ресурс]. URL: <https://medstatistic.ru/methods/methods8.html?ysclid=lgce2phu7s101348257> (дата обращения: 07.06.2023).
 10. CatBoost [Электронный ресурс]. URL: <https://catboost.ai/?ysclid=lgce814u2w627918923> (дата обращения: 07.06.2023).