

<https://doi.org/10.29296/25877305-2020-05-19>

## Дружественный искусственный интеллект на службе у здравоохранения

**О.С. Брусов**<sup>1</sup>, кандидат биологических наук,

**А.В. Кузнецова**<sup>2</sup>, кандидат биологических наук,

**О.В. Сенько**<sup>3</sup>, доктор физико-математических наук

<sup>1</sup>Научный центр психического здоровья РАН, Москва

<sup>2</sup>Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва

<sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр

«Информатика и управление» РАН, Москва

**E-mail:** azforus@yandex.ru

*Разработанная коллективная модель по группе методов распознавания позволяет достаточно точно прогнозировать исход инсульта уже в первые сутки при поступлении в клинику. Методика может быть полезна при выборе схемы лечения и оптимизации воздействия на состояние системы свертывания крови.*

**Ключевые слова:** неврология, инсульт, диагностика, выбор схемы лечения, искусственный интеллект.

**Для цитирования:** Брусов О.С., Кузнецова А.В., Сенько О.В. Дружественный искусственный интеллект на службе у здравоохранения. Врач. 2020; 31 (5): 80–84. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-05-19>

Развитие медицины в последние десятилетия связано с внедрением в практику новых способов обследования пациентов, включая разнообразные лабораторные и инструментальные методы. Увеличение информации, несомненно, должно способствовать повышению точности диагностики и адресному выбору наиболее эффективного способа лечения. Однако практикующему врачу все сложнее ориентироваться в огромных объемах информации, особенно если у него не слишком много практики или конкретный случай далек от его профессионального опыта. На помощь врачу в последние годы начинает приходиться искусственный интеллект (ИИ). Алгоритмы, настроенные по базам данных, содержащим тысячи цифровых историй болезни, позволяют проводить компьютерную диагностику с учетом клинических показателей, результатов лабораторных исследований, генетики пациента, анамнеза и т.д. Дополнительные возможности для повышения точности диагностики дает развитие компьютерных методов распознавания изображений.

Специальные программы позволяют провести сканирование мировой медицинской периодики с целью поиска наиболее похожих случаев заболевания. Компьютерные алгоритмы могут также предложить наиболее подходящие варианты лечения с учетом особенностей каждого конкретного случая.

Следует отметить, что решения, предлагаемые с помощью методов ИИ, могут носить только рекомендательный характер, не заменяя практикующего врача, а служа лишь инструментом или помощником в деле диагностики и лечения.

Американская медицинская ассоциация (АМА) предложила рекомендации по использованию ИИ в области здравоохранения и обозначила основные направления дальнейшего развития ИИ. В их число входят привлечение фирм-разработчиков, определение приоритетов, а также решение проблем, связанных с валидацией, а также конфиденциальностью личной информации. Кроме того, АМА намерена разработать план обучения специалистов и информирования пациентов о возможностях ИИ.

### СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В качестве примера конкретного использования ИИ можно привести разрабатываемое фирмой Uber на базе ИИ интеллектуальное приложение Uber of doctors, предназначенное для получения рекомендаций о действительной необходимости получения срочной платной медицинской помощи. Последнее является актуальным в связи с высокой стоимостью медицинского обслуживания, в том числе услуг скорой помощи.

Старейшей и наиболее известной системой ИИ в медицине является система Watson, разработанная фирмой IBM. Данная система основана на непрерывном сканировании мировой научной периодики с целью извлечения наиболее точной, современной и актуальной информации по вопросам, связанным с диагностикой и лечением. Полученные таким образом знания предоставляются пользователям по соответствующим запросам. Отличительной особенностью системы Watson является возможность задания ей вопросов на естественном языке. Система активно используется в онкологии, кардиологии и других областях медицины.

### СОЗДАНИЕ НОВЫХ ЛЕКАРСТВ

Методы ИИ активно используются для поиска новых лекарственных соединений. В качестве примера можно привести систему VarQuest, разработанную сотрудниками Центра алгоритмической биотехнологии Санкт-Петербургского государственного университета. Для того чтобы определить возможную биологическую активность некоторого нового химического соединения, его химическая структура сравнивается с таковой известных биологически активных природных соединений. Система VarQuest, в частности, может быть использована для поиска новых антибиотиков.

### КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЛЕЧЕНИЯ

В качестве примера использования компьютерного зрения может быть представлена интеллектуальная система, предназначенная для автоматического плани-

рования операций на сетчатке глаза, проводимых для сохранения зрения у пациентов с диабетической ретинопатией.

Одним из эффективных способов лечения диабетической ретинопатии является лазерная хирургия — нанесение множества дозированных микроскопических ожогов (коагулятов) в области возникновения макулярного отека, вызванного поражениями мелких кровеносных сосудов сетчатки глаза.

Эффективность такой процедуры зависит от опыта и квалификации конкретного хирурга-офтальмолога, точности расстановки им коагулятов. При подготовке к операции специалист совмещает данные оптической когерентной томографии и глазного дна пациента, на основании которых разрабатывает план лазерного воздействия на пораженные области.

Однако ручная расстановка не всегда оказывается достаточно оптимальной и точной. Для планирования используются стандартные шаблоны, которые не соответствуют разнообразию форм отека и расположению сосудов. Неравномерность расстановки точек прижигания создает либо риск увеличения травматичности в зонах избыточной коагуляции, либо снижает эффективность лечения на участках, где воздействие было недостаточным. К тому же на планирование такой операции уходит много времени.

Применение ИИ позволяет точно сегментировать сетчатку конкретного пациента, обеспечить расстановку коагулятов исключительно в области пораженного участка глаза, а главное — дозировать мощность лазерного воздействия для каждой точки прижигания.

Департамент здравоохранения Москвы (ДЗМ) объявил о выделении из городского бюджета субсидий на общую сумму 147,3 млн руб. в рамках эксперимента по применению технологий компьютерного зрения для анализа медицинских изображений. Соответствующий приказ ДЗМ опубликован на сайте ведомства. Документ принят в рамках реализации постановления Правительства Москвы №1543-ПП от 23 ноября 2019 г. «О проведении эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы». Срок проведения эксперимента — до 31 декабря 2020 г. Эксперимент будет проводиться в режиме взаимодействия с Департаментом информационных технологий Москвы (ДИТ) и подразумевает внесение дополнительных настроек и доработок в облачный Единый радиологический информационный сервис (ЕРИС) в составе автоматизированной ГИС «Единая медицинская информационно-аналитическая система Москвы».

### ДИАГНОСТИКА В ПСИХИАТРИИ

Авторами статьи получены положительные результаты по возможности использования электроэн-

цефалографии для оценки тяжести деменции. Наши исследования показали, что методы машинного обучения позволяют по сигналу электроэнцефалографа эффективно различать случаи деменции от таковых при нормальном физиологическом старении. Также было показано, что после проведенного лечения оценки компьютерной диагностики для пациентов с легкой формой деменции в среднем смещаются в сторону отсутствия деменции. У пациентов с тяжелой и умеренной формами деменции такого смещения не наблюдается. Последнее позволяет предположить возможность использования алгоритмов машинного обучения для оценки динамики заболевания.

### МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Также при непосредственном участии авторов построена прогностическая модель, позволяющая оценить риск возникновения неблагоприятных исходов в первые полгода после перенесенного обострения ИБС. Анализируемые данные, на основе которых строилась модель, собирались в течение 7 лет в 16 клиниках 7 городов России, содержат широкий набор клинических, биохимических и генетических показателей.

### ПРОБЛЕМА «ЧЕРНОГО ЯЩИКА»

Одной из важнейших проблем, связанных с применением современных методов машинного обучения в медицине, несомненно, является так называемая проблема «черного ящика». На вход алгоритма подаются данные. Алгоритм производит скрытые от пользователя вычисления, а затем выдает прогноз, диагностическое решение или рекомендацию. При этом причины, по которым выходное решение оказывается именно таковым, являются недоступными для пользователя. В настоящее время существует целый ряд подходов для преодоления проблемы непрозрачности. Авторами предложен подход, в котором работа алгоритма визуализируется с помощью одномерных и двумерных диаграмм, на которых статистически достоверно выделяются области, соответствующие различным направлениям исхода.

### МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗА ИСХОДА ИНСУЛЬТА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СИСТЕМЫ СВЕРТЫВАЕМОСТИ КРОВИ

Согласно медицинским статистическим отчетам, >10 млн человек каждый год во всем мире умирают или становятся инвалидами вследствие инсульта. Врачу-неврологу необходим оперативный и точный прогноз исхода инсульта по показателям системы свертываемости крови. Он может стать одним из важнейших инструментов помощи. Применение прогностического подхода при выборе схемы лечения и оптимизации воздействия на состояние системы свертывания крови поможет врачам в принятии правильных решений.

Как пациент в остром состоянии перенесет инсульт, могут надежно предсказать методы машинного обуче-

ния, которые разработали по реальным базам данных российские исследователи.

Доктор биологических наук, профессор Олег Сергеевич Брусов – заведующий лабораторией нейробиологии ФГБНУ «Научный центр психического здоровья» много лет занимается исследованиями системы гемостаза плазмы крови и оценкой рисков микротромбозов сосудов мозга [1]. Данные по состоянию системы свертываемости крови при инсульте начали анализировать в 2019 г. методами машинного обучения, созданными в Вычислительном центре РАН. По имеющимся ретроспективным данным исследователи находят важные закономерности, отражающие то, какие пациенты могут быть более подвержены риску инсульта, к какой стадии они относятся при поступлении в клинику и каков прогноз исхода заболевания при инсульте. Исследование факторов системы свертываемости крови с помощью методов машинного обучения, которые популярно называются ИИ, позволило сделать прогноз исхода инсульта у пациента при первом поступлении в клинику с достоверностью около 100%.

Специалисты компании «Азфорус» по результатам анализа и полученному решающему правилу создали программу «Прогноз-М», которая позволяет врачу видеть на мониторе «ближайших соседей» вновь поступившего пациента. Это дает возможность докторам комплексно использовать опыт и информацию о лечении, которое проводили ранее другим больным с близкими параметрами, и, соответственно, вовремя принять превентивные меры в случае неблагоприятного прогноза. Чем быстрее данная программа станет достоянием докторов на местах, тем быстрее они освоюют новые навыки использования ИИ и смогут улучшить результаты оказания помощи своим больным.

Конечно, прогноз, который дает машина, ни в коей мере нельзя считать «приговором», даже при 100% достоверности. Этот прогноз приводит к своевременным активным действиям для предотвращения летального исхода, то есть неблагоприятный прогноз – это сигнал чрезвычайной ситуации, при которой надо собрать все возможные в данной ситуации силы и средства для ее преодоления. В программе есть специальный инструмент выделения набора показателей, которые должны быть изменены в определенную сторону до необходимой границы для того чтобы для конкретного пациента прогноз исхода заболевания стал благоприятным.

#### **ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ИСХОДА ИНСУЛЬТА**

Разнообразные технологии позволяют достичь высокого уровня прогноза с помощью построения коллективных решений. В настоящее время существует большое число технологий обучения, а также методов статистически корректной оценки эффективности полученных решений [2–7]. В данной работе исследовали связь исхода ишемического инсульта с состоянием

свертывающей и фибринолитической системы крови при поступлении в отделение. С этой целью оценивали эффективность различных методов машинного обучения для прогнозирования исхода инсульта уже в момент поступления больного в клинику.

Исследование проводили в рамках наблюдательного (не интервенционного) клинического испытания. В результате был выявлен набор значимых предикторов клинического исхода лечения больных с ишемическим инсультом. Больных обследовали дважды: в остром состоянии при поступлении в отделение и через 2–3 нед лечения при выписке из больницы. На входе были определены показатели общего и биохимического анализа крови, а также показатели тромбодинамики в режимах коагуляции и фибринолиза. При определении клинического исхода инсульта больных распределили на 2 группы в зависимости от набранного числа баллов по модифицированной шкале Ренкина:

- $\leq 3$  баллов (хороший исход);
- $\geq 4$  баллов – плохой исход.

В исследование не были включены пациенты, поступившие в стационар в срок позднее 24 ч от начала заболевания; при регрессе неврологической симптоматики в течение первых 24 ч заболевания, когда пациенту ставили диагноз «транзиторная ишемическая атака»; при ишемическом инсульте иной уточненной этиологии (мигренозный, гемодинамический и т.п.).

Задачу прогнозирования исхода инсульта решали в виде распознавания с двумя классами (классификация с учителем). При этом задача усложняется малым размером обоих целевых классов – 18 и 32 человека соответственно. Существенным требованием является необходимость анализа информативности различных показателей, вошедших в многопараметрическую базу данных – 94 показателя.

При одномерном анализе с помощью перестановочных тестов выявлено только 9 значимых показателей общего и биохимического анализа крови, а также тромбодинамических показателей коагуляции и фибринолиза: возраст ( $p < 0,003$ ), лейкоциты\_1 ( $p < 0,031$ ), нейтрофилы\_p\_1 ( $p < 0,0000$ ), креатинин\_1 ( $p < 0,013$ ), гранулоциты ( $p < 0,082$ ), плотность сгустка (B) -D\_1 ( $p < 0,004$ ), D\_1' ( $p < 0,013$ ), время максимума сгустка (MCT) ( $p < 0,059$ ), время полного лизиса сгустка (FLT\_S) ( $p < 0,033$ ). У 5 показателей значимость была на уровне тенденции: фибринолитический индекс (FI) ( $p < 0,096$ ), потенциал коагуляции (CP\_S) ( $p < 0,071$ ), потенциал фибринолиза (FP\_S) ( $p < 0,059$ ), потенциал фибринолиза, % (FP\_S%) ( $p < 0,056$ ), потенциал гемостаза, % (HP\_S%) ( $p < 0,064$ ).

Если использовать информативность не каждого в отдельности показателя, а их пары, то можно значительно повысить эффективность. На двумерных разбиениях существенно увеличилось число значимых пар показателей, вносящих свой вклад в прогностическую



функцию. Значимых закономерностей в этом случае выявлено 112.

Для вычисления оптимальных прогнозных решений был протестирован ряд разнообразных технологий распознавания, в том числе решающие деревья, линейный дискриминантный анализ (LDA), нейронная сеть. Однако возможность получения эффективного алгоритма прогнозирования удалось показать только для следующих методов: метод опорных векторов (SVM), метод k-ближайших соседей (KNN), метод статистически взвешенных синдромов (СВС). Для оценивания результатов распознавания на методах была использована известная метрика ROC AUC.

**ПРОГРАММА «ПРОГНОЗ-М» ДЛЯ РАБОЧЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ВРАЧОМ**

После анализа данных и создания решающего правила можно использовать полученный алгоритм для распознавания вновь поступившего пациента. Для этого значения его показателей, вошедших в набор решающего правила, вводятся в программу «Прогноз-М», созданную специально для данной прогностической задачи. Программа отнесет нового пациента в один из двух классов: с неблагоприятным (1-й класс) или с благоприятным прогнозом (2-й класс) исхода инсульта (рис. 1).

Но главным преимуществом данного программного комплекса является то, что можно наглядно видеть, как расположены значения нового пациента в базовых множествах обучающей выборки (значений, на которых создавалось решающее правило). Диаграммы рассеяния могут быть двух видов: одномерные и двумерные.

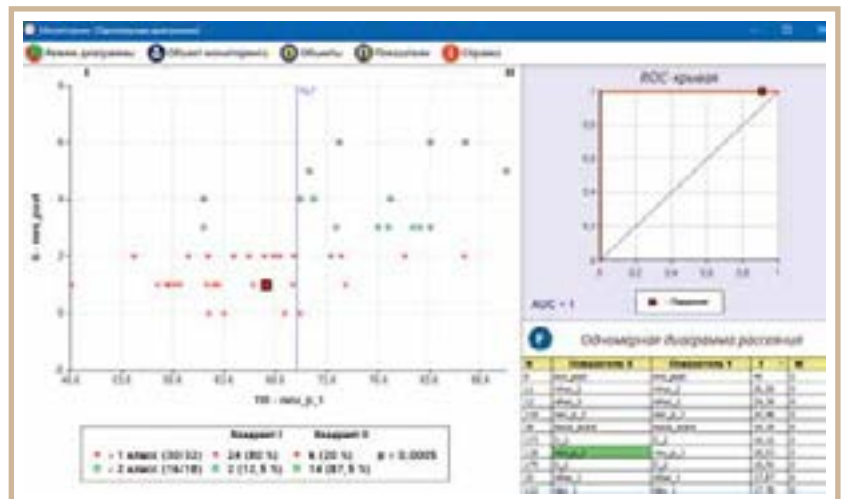
На одномерных можно видеть одну границу разбиения, поставленную таким образом, что значения пациентов одного класса преобладают с одной стороны от границы, а объекты другого класса – с другой стороны. В основу данных разбиений положен метод оптимальных валидных разбиений. Граница разбиения оптимально ставится с помощью метода  $\chi^2$ . На рис. 2 новый объект обозначен красным квадратиком.

На рис. 2 под диаграммой рассеяния в таблице можно видеть, что в первом базовом множестве (ниже) границы преобладает 1-й класс (80%), а во втором базовом множестве (выше границы) преобладает 2-й класс (87,5%). Значимость данного разбиения, полученная с помощью перестановочного теста, –  $p < 0,0005$ . Справа под ROC-кривой – таблица со списком показателей по осям X и Y. Значение F показывает значимость показателя по оси X по критерию  $\chi^2$ . По нему можно ранжировать показатели таким образом, чтобы первыми были показаны самые значимые

показатели, на которые нужно обратить внимание. Именно по этим наиболее информативным показателям пациента можно попытаться перевести в класс с благоприятным прогнозом, изменяя те из них, которые модифицируются внешними воздействиями (лекарственным путем, изменением образа жизни и др.). При успешном изменении важных с точки зрения деления на классы показателей точка расположения нашего пациента на ROC-кривой будет постепенно сдвигаться от верхнего правого угла в левый нижний. Но главное, чтобы она перешла зону неопределенности и вошла в зону 2 (благоприятного класса).



**Рис. 1.** Ввод данных для вновь поступившего пациента по набору показателей, вошедших в решающее правило; МП – изменяемые показатели  
**Fig. 1.** Data entry for a newly admitted patient by a set of indicators included in the decision rule; МП (Vs) – variables



**Рис. 2.** Одномерная диаграмма рассеяния (слева) показывает расположение вновь поступившего пациента (красный квадратик) в окружении «ближайших соседей». ROC-кривая (справа) показывает 100% результат прогноза. Красный квадратик показывает на ней, что распознаваемый пациент будет отнесен к группе с неблагоприятным прогнозом  
**Fig. 2.** The one-dimensional scattering plot (left) indicates the location of the newly admitted patient (red little box) surrounded by the nearest neighbors. The ROC curve (right) indicates a 100% prognostic result. The red little square shows in it that the recognized patient will be assigned to a unfavorable prognosis group



**Рис. 3.** Для показателя *lym\_p\_2* зеленой стрелкой показано направление изменения его значения в сторону границы, отделяющей базовое множество с неблагоприятным прогнозом от базового множества с благоприятным прогнозом. Указано расстояние до границы, которое надо преодолеть для улучшения прогноза

**Fig. 3.** The green arrow for the indicator *lym\_p\_2* indicates the direction of a change of its value towards the boundary between the unfavorable prognosis base set and the favorable prognosis one. The distance to the border to be overcome for prognosis improvement is shown

Это можно будет считать положительной динамикой в ведении больного. Таким образом, точка на ROC-кривой может быть важным индикатором состояния больного, своего рода мониторинг.

На рис. 3 слева показано зеленой стрелкой рекомендуемое движение к границе, разделяющей базовые множества с неблагоприятным и благоприятным классами. Ниже картинки указано «расстояние», которое требуется преодолеть до границы и название показателя. Справа список наиболее информативных, важных показателей, ранжированных по функционалу F.

Разработанная коллективная модель по группе методов распознавания позволяет достаточно точно прогнозировать исход инсульта уже в первые сутки при поступлении в клинику. Методика может быть полезна при выборе схемы лечения и оптимизации воздействия на состояние системы свертывания крови.

Итак, исследование показало, что более высокой эффективностью обладают метод опорных векторов, метод k-ближайших соседей и метод статистически взвешенных синдромов. Доказана достоверная связь состояния свертывающей и фибринолитической системы крови с исходом инсульта.

Для дальнейшего совершенствования данной методики необходимо собрать больше данных по состоянию системы свертываемости при инсульте, чтобы повысить надежность полученного решающего правила, а также для помощи практикующим врачам, не имеющим неврологической подготовки в прогнозировании исхода инсульта.

\* \* \*

Конфликт интересов не заявлен.

## Литература/Reference

1. Морозова М.А., Бениашвили А.Г., Рупчев Г.Е. и др. Эффекты антихолинэстеразного препарата – нейромидина у больных шизофренией с выраженными признаками шизофренического дефекта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова*. 2008; 108 (11): 28–35 [Morozova M.A., Beniashvili A.G., Rupchev G.E. et al. Effects of the anticholinesterase drug neuromidin in patients with schizophrenia with marked neurocognitive deficits. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2008; 108 (11): 28–35 (in Russ.)].

2. Кузнецов В.А., Сенько О.В., Кузнецова А.В. и др. Распознавание нечетких систем по методу статистически взвешенных синдромов и его применение для иммуногематологической нормы и хронической патологии. *Химическая физика*. 1996; 15 (1): 81–100 [Kuznetsov V.A., Sen'ko O.V., Kuznetsova A.V. et al. Raspoznavanie nechetkikh sistem po metodu statisticheskii vzveshennykh sindromov i ego primenenie dlya immunogematologicheskoi normy i khronicheskoi patologii. *Khimicheskaya fizika*. 1996; 15 (1): 81–100 (in Russ.)].

3. Kuznetsova A.V., Kostomarova I.V., Senko O.V. Modification of the method of optimal valid partitioning for comparison of patterns related to the occurrence of ischemic stroke in two groups of patients. *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2014; 24 (1): 114–23. DOI: 10.1134/S105466181401009X

4. Кузнецова А.В., Сенько О.В., Кузнецова Ю.О. Преодоление проблемы черного ящика при использовании методов машинного обучения в медицине. *Врач и информационные технологии*. 2018; 7: 74–80 [Kuznetsova A.V., Senko O.V., Kuznetsova Ju.O. Black box problem overcoming in

medical applications of machine learning. *Vrach i informatsionnye tekhnologii*. 2018; 7: 74–80 (in Russ.)].

5. Доровских И.В., Сенько О.В., Чучупал В.Я. и др. Исследование возможности диагностики деменции по сигналам ЭЭГ с помощью методов машинного обучения. *Математическая биология и биоинформатика*. 2019; 14 (2): 543–53 [Dorovskikh I.V.1, Senko O.V.2, Chuchupal V.Ya. et al. On Possibility of Machine Learning Application for Diagnosing Dementia by Eeg Signals. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*. 2019; 14 (2): 543–53 (in Russ.)]. DOI: 10.17537/2019.14.543

6. Кузнецова А.В., Костомарова И.В., Сенько О.В. Логико-статистический анализ связи клинико-лабораторных показателей с возникновением нарушения мозгового кровообращения у пациентов пожилого возраста с хронической ишемией головного мозга. *Математическая биология и биоинформатика*. 2013; 8 (1): 182–224 [Kuznetsova A.V., Kostomarova I.V., Senko O.V. Logical and Statistical Analysis of Relationship Between Clinical and Laboratory Indices and Disturbances of Cerebral Blood Circulation in Elderly Patients with Chronic Ischemia of the Brain. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*. 2013; 8 (1): 182–224 (in Russ.)]. URL: [http://www.matbio.org/2013/Kuznetsova\\_8\\_182.pdf](http://www.matbio.org/2013/Kuznetsova_8_182.pdf)

7. Senko O.V., Kuznetsova A.V., Malygina N. et al. Method for Evaluating of Discrepancy between Regularities Systems in Different Groups. *International Journal «Information Technologies & Knowledge»*. 2011; 5 (1): 46–54.

## FRIENDLY ARTIFICIAL INTELLECT IN THE BETTERMENT OF PUBLIC HEALTH

**O. Brusov<sup>1</sup>**, Candidate of Biological Sciences<sup>1</sup>; **A. Kuznetsova<sup>2</sup>**, Candidate of Biological Sciences; **O. Senko<sup>3</sup>**, Phys-Math.D

<sup>1</sup>Mental Health Research Center, Russian Academy of Sciences, Moscow

<sup>2</sup>N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow

<sup>3</sup>Federal Research Center «Informatics and Management», Russian Academy of Sciences, Moscow

The developed collective model in a group of recognition methods allows accurate prediction of the outcome of stroke just on the first day of admission to the clinic. The procedure may be useful in choosing a treatment regimen and optimizing the effect on the blood coagulation system.

**Key words:** neurology; stroke; diagnosis; choice of treatment regimen; artificial intelligence.

**For citation:** Brusov O., Kuznetsova A., Senko O. Friendly artificial intellect in the betterment of public health. *Vrach*. 2020; 31 (5): 80–84. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-05-19>