

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЕГКИХ

Пушкарева А.В., Тузилина Н.В., Назарян А.К.

*Самарский государственный медицинский университет, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии, г. Самара*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, заболевания легких, автоплан.

**Резюме:** в статье приведен краткий обзор научных статей по существующим программам на основе искусственного интеллекта для диагностики заболеваний легких, а также была оценена практическая значимость данных программ в современной медицине.

**Resume:** the article provides a brief overview of scientific articles on existing programs based on artificial intelligence for the diagnosis of lung diseases, and also assessed the practical significance of these programs in modern medicine.

**Актуальность.** Искусственный интеллект (ИИ) — способность вычислительной машины моделировать процесс мышления за счет выполнения функций, которые обычно связывают с человеческим интеллектом. [7]

В медицине искусственный интеллект обеспечивает помощь практикующему врачу в обработке больших объемов данных.

В большинстве программ на основе искусственного интеллекта применяются нейронные сети, основанные на попытке воссоздать примитивную модель нервной системы человека. Искусственный нейрон получает информацию с одного или нескольких входов, суммирует и обрабатывает её, затем производит выход (активацию), которая является потенциалом действия нейрона.

Заболевания легких занимают третье место после болезней сердечно-сосудистой системы и онкологических заболеваний. Актуальность темы обусловливается возрастающей сложностью дифференциальной диагностики, определения объема поражения легких и дальнейшей тактики лечения, что связано с трудностями в интерпретации результатов рентгенологических исследований органов грудной клетки.

Для повышения оперативности и достоверности клинического диагноза появляется необходимость в использовании методов искусственного интеллекта и современных информационных технологий для создания систем поддержки принятия решения.

**Цель:** изучение программ на основе искусственного интеллекта для диагностики патологии легких.

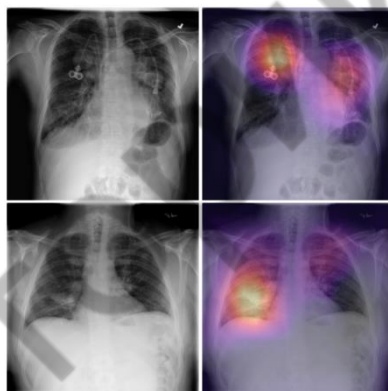
**Задачи:** 1. Изучить научные статьи по данной теме, 2. Проанализировать существующие программы на основе искусственного интеллекта для детекции патологии легких 3. Оценить практическую значимость данных программ.

**Материалы и методы исследования.** Для достижения поставленной цели был проведен обзор статей, посвященных разработке программ на основе искусственного интеллекта для детекции патологии легких.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Учеными из стэнфордской группы машинного обучения была создана программа алгоритма глубокого

обучения CheXNeXt, которая представляет собой сверточную нейронную сеть, обученную одновременно обнаруживать 14 патологий на рентгенограммах грудной клетки с фронтальным обзором. Для разработки алгоритма глубокого обучения использовался набор данных ChestX-ray14. Снимки в ChestX-ray14 были разделены на 14 различных торакальных патологий, которые были выбраны на основе частоты наблюдения и диагностики в клинической практике. Патологии на каждом изображении были отмечены с использованием автоматических методов извлечения на рентгенологических снимках, в результате чего получено 14 двоичных значений на изображение, где 0 указывает на отсутствие этой патологии и 1 обозначает наличие (несколько патологий могут присутствовать в каждом изображении). Процесс обучения состоит из обновления параметров для уменьшения ошибки предсказания, которая вычисляется путем сравнения предсказания сети с известными патологиями на каждом изображении. Выполняя эту процедуру с использованием репрезентативного набора изображений, полученная сеть может делать прогнозы на ранее невидимых рентгенограммах грудной клетки фронтального обзора.

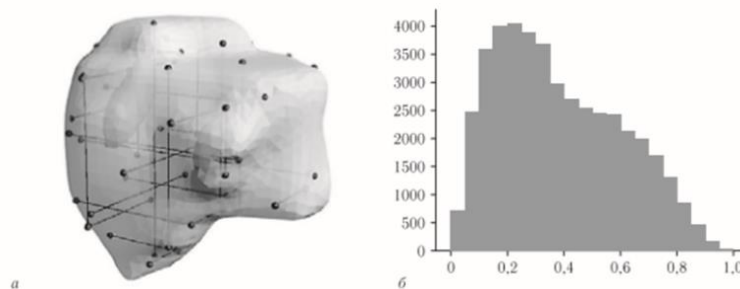
Для интерпретации прогнозов CheXNeXt создал тепловые карты, которые определяют местоположение патологии на рентгенограмме грудной клетки. [6]



*Рис.1* - Тепловые карты, созданные с помощью программы CheXNeXT [6]

Ученые из Санкт-Петербурга разработали автоматизированную систему выявления объемных образований в легких с использованием метода NEOchord. В качестве обучающей выборки использовались открытые базы данных LIDC и LIRA. В соответствии с процедурой сегментации значения пикселей в каждом изображении преобразовывались в значения рентгеновской плотности по шкале Хаунсфилда.

Для определения формы образования был использован метод хорд (NEOchord), который основан на построении большого числа отрезков (хорд), соединяющих случайные пары точек на поверхности сегментированного образования. Затем строятся гистограммы длин хорд, которые являются новым представлением признаков объекта по критерию формы с меньшей размерностью. Гистограммы подаются на вход классификатора автоматизированной системы для обучения.



**Рис.2** - Сегментированное узловое образование в легком со множеством построенных хорд [4]

Для снижения количества ложноположительных результатов в обучающую выборку было добавлено 100 компьютерных томограмм грудной клетки без патологии. Основная проблема, которая должна быть решена в этом случае, заключается в том, чтобы отличить патологические и анатомические структуры (узловое шаровидное образование и структуру вытянутой формы). [4]

Подход был усовершенствован путем «разбивания» легочного поля на «ячейки» по 30 вокселей. Далее для каждой ячейки строятся три проекции (фронтальная, аксиальная, сагиттальная). Если хотя бы на одной из проекций объект имеет замкнутый контур, то он является кандидатом в анализируемое образование. Несмотря на высокие показатели информативности разработанной системы в отношении выявления объемных образований в легких, для дифференциальной диагностики рака легкого данный метод не информативен.

Было предложено использование так называемых сиамских нейронных сетей. На первый вход подается исследуемый образец неизвестного образования, а на второй — образец из БД LIRA. Если нейронная сеть показала близость этих объектов, то принимается решение о том, что исследуемый образец близок одному из образцов из БД. В противном случае на второй вход подается следующий образец из БД, и процедура повторяется. Таким образом, сиамская нейронная сеть последовательно сравнивает новое образование со всеми образованиями из БД. [3]

Среди программ по анализу томограмм наибольшим набором функций обладает система распознавания и оценки эмфиземы лёгких от компании General Electric «Thoracic VCAR» (Visualization Computer Reading). Преимуществами данной программы являются подсчёт количественных показателей, визуализация зон эмфиземы, построение гистограммы, наличие режима сравнения, позволяющее загружать два изображения для отслеживания прогресса заболевания. К недостаткам можно отнести низкую распространенность и частоту использования, высокую стоимость, невозможность варьирования настроек программы, а также невозможность анализа срезов толщиной более 1 мм.

Учитывая вышеуказанные недостатки, на базе Института инновационного развития СамГМУ было разработано программное обеспечение по анализу легочной ткани в рамках проекта Автоплан – системы полуавтоматического планирования вмешательства. Проект «Автоплан» базируется на МПК – системе обработки и визуализации диагностических изображений в формате DICOM.

Обработка изображений легких в разрабатываемой программе состоит из следующих этапов:

1. Выделение (сегментация) легочной ткани от окружающих мягких тканей, вычитание крупных сосудов и бронхов по методу Отцу. Данный метод разделяет исходное изображение на два основных класса по интенсивности – воздух вокруг тела вместе с лёгкими и само тело. Для разделения общего класса по интенсивности на две области ставится точка в области лёгких (на трахею), тем самым определяя область интереса. Затем выбранная область обрабатывается и вычисляется объём полученного бинарного изображения легких.

2. Выделение очагов эмфиземы. Эмфизема находится в порогах интенсивности  $\sim [-1200, -950]$  по шкале Хаунсфилда, в то время как лёгкие в пределах  $\sim [-1200, -650]$ . Для сегментации очагов заболевания проходят по каждому срезу трёхмерного изображения, обрабатывая его независимо от других.

3. Расчет эмфизематозного индекса, т.е. процента вокселей с плотностью ниже установленной. Вычисляется поле локальных средних интенсивностей и если среднее значение интенсивности по окну меньше определённого порога, то окно считается очагом заболевания.

4. Расчет средней плотности сегментированной легочной ткани.

5. Представление полученных результатов в виде таблиц, диаграмм распределения, гистограмм. Затем находят оптимальные параметры алгоритма перебором параметров.



Рис.3 - Вид программы Автоплан после обработки данных

Созданное программное обеспечение является кроссплатформенным и не требует определенных диагностических станций и оборудования, так как работает лишь с сериями изображений. При проведении эксперимента на натуральных данных средняя ошибка перекрытия сегментированных изображений составила около 7,5%. [2,5]

**Выводы:** таким образом, использование алгоритмов автоматизированной диагностики на основе ИИ можно рассматривать в качестве дополнения к работе врача-диагноста как «помощника» врача для сокращения времени исследования, упрощения интерпретации полученных результатов и, в целом, для улучшения качества оказания медицинской помощи.

### Литература

1. Гусев А.В., Добридюк С.Л. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении // Информационное общество. – 2017. – №. 4-5. – С. 78-93.
2. Зельтер П. М., Устинов М. С., Смелкина Н. А. Компьютерная томография с применением системы цифрового анализа изображений у больных группы риска ХОБЛ // Аспирантский вестник Поволжья. – 2015. – №. 1-2. – С. 58-63.
3. Мелдо А.А., Уткин Л.В., Трофимова Т.Н., Рябинин М.А., Моисеенко В.М., Шелехова К.В. Новые подходы к разработке алгоритмов искусственного интеллекта в диагностике рака легкого // Лучевая диагностика и терапия. – 2019. – №. 1. – С. 8-18.
4. Моисеенко В. М. и др. Автоматизированная система обнаружения объемных образований в легких как этап развития искусственного интеллекта в диагностике рака легкого // Лучевая диагностика и терапия. – 2018. – №. 3. – С. 62-68.
5. Смелкина Н.А., Колсанов А.В., Чаплыгин С.С., Зельтер П.М., Храмов А.Г. Распознавание эмфиземы лёгких по данным компьютерной томографии // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41. – №. 5.
6. Rajpurkar P. et al. Deep learning for chest radiograph diagnosis: A retrospective comparison of the CheXNeXt algorithm to practicing radiologists // PLoS medicine. – 2018. – Т. 15. – №. 11.
7. Системы обработки информации. Термины и определения [Электронный ресурс] : Государственный стандарт СССР ГОСТ 15971-90 (утв. и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26 октября 1990 г. № 2698). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-15971-90>.