

**Технические, медицинские,  
биоэтические аспекты  
применения искусственного  
интеллекта в  
спортивной медицине**

**П.Н.Малашевич**

**РЦОП по зимним видам спорта «Раубичи»**

**Минск, 27 мая 2022 г.**

# Миф о Големе – один из образцов философского осмысления проблем создания человеком искусственной жизни



# Составляющие интеллекта

- **Восприятие**
- **Знания**
- **Рассуждения**
- **Поиск решения**
- **Обучение**
- **Выводы**
- **Общение**



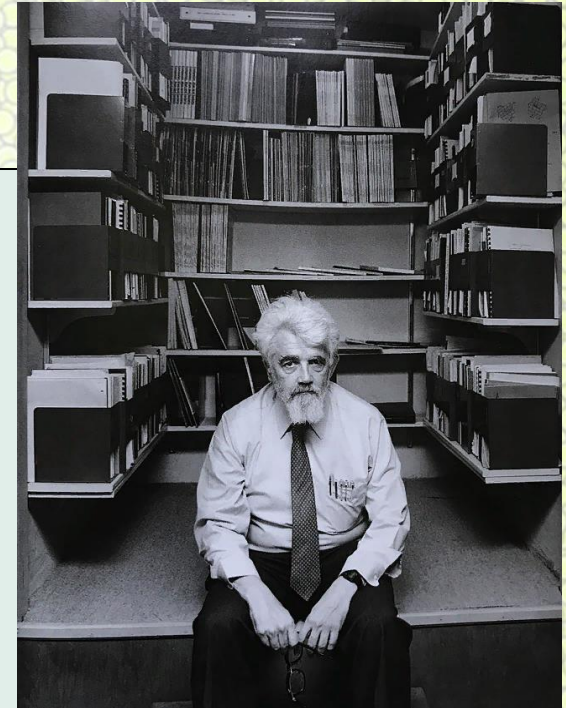
**Я убежден, что к концу  
нашего века  
употребление слов и  
мнений, разделяемых  
большинством  
образованных людей,  
изменятся настолько, что  
можно будет говорить о  
мыслящих машинах, не  
боясь, что тебя поймут  
неправильно. Более того, я  
считаю вредным скрывать  
такие убеждения.**

**Алан Тьюринг (1950)**



# Определение и субъект ИИ: от истории к современности

**Искусственный интеллект –  
это наука и техника  
создания интеллектуальных  
машин. Джон Маккарти, 1956.**

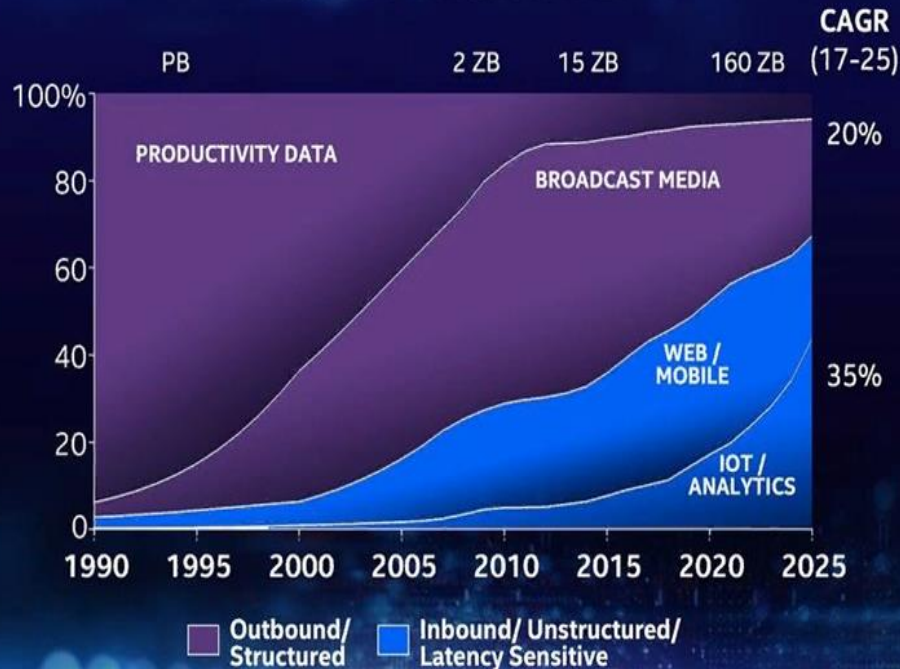


**Современный субъект ИИ –  
Машинное  
обучение нейросети**



# DRIVING FORCE OF DATA-CENTRIC TRANSFORMATION

## DIGITAL DATA GENERATED



## DATA-CENTRIC TRANSITIONS

### COMPUTE DIVERSITY

Scalar, vector, spatial - AI, graphics, media, analytics

### NETWORK CLOUDIFICATION

Compute & storage distributed across core, access, and edge networks

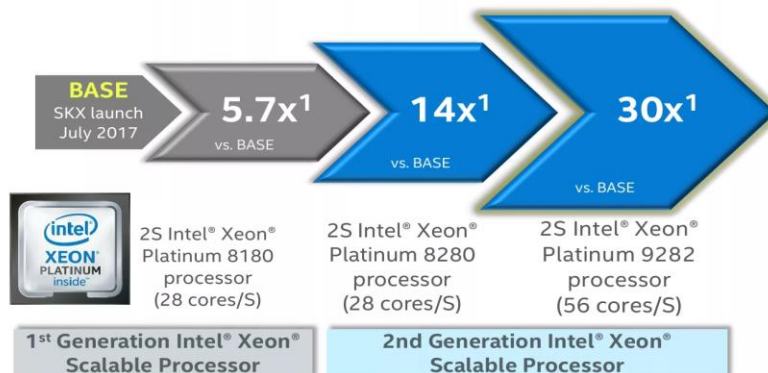
### INTELLIGENT AGENTS

Proliferation of autonomous / AI-enabled devices, things, and edge gateways

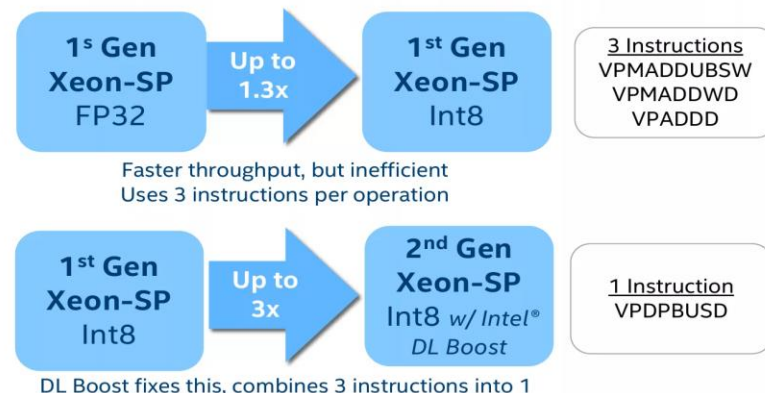
Экспоненциальный рост объёма информации, генерируемой компьютерными сетями в мире. От 2 Зеттабайтов в 2009 году до 160 Зеттабайтов к 2020 году.

# INCREASING AI PERFORMANCE ON INTEL® XEON® PROCESSORS

## Intel® Optimizations for Caffe ResNet-50 Inference Throughput Performance



## Intel® DL Boost Theoretical Throughput per core over 1st Generation Intel® Xeon® Scalable Processors



<sup>1</sup> Based on Intel internal testing: 1X, 5.7x, 14x and 30x performance improvement based on Intel® Optimization for Caffe ResNet-50 inference throughput performance on Intel® Xeon® Scalable Processor. See Configuration Details slide 22. Performance results are based on testing as of 7/11/2017 (1x), 1/8/2018 (5.7x), 2/20/2019 (14x) and 2/26/2019 (30x) and may not reflect all publicly available security updates. No product can be absolutely secure. See configuration slide 22. Optimization Notice: Intel's compilers may or may not optimize to the same degree for non-Intel microprocessors for optimizations that are not unique to Intel microprocessors. These optimizations include SSE2, SSE3, and SSSE3 instruction sets and other optimizations. Intel does not guarantee the availability, functionality, or effectiveness of any optimization on microprocessors not manufactured by Intel. Microprocessor-dependent optimizations in this product are intended for use with Intel microprocessors. Certain optimizations not specific to Intel microarchitecture are reserved for Intel microprocessors. Please refer to the applicable product User and Reference Guides for more information regarding the specific instruction sets covered by this notice. Software and workloads used in performance tests may have been optimized for performance only on Intel microprocessors. Performance tests, such as SYSmark and MobileMark, are measured using specific computer systems, components, software, operations and functions. Any change to any of those factors may cause the results to vary. You should consult other information and performance tests to assist you in fully evaluating your contemplated purchases, including the performance of that product when combined with other products. For more complete information visit: <http://www.intel.com/performance>

EMBARGO: APRIL 2, 2019 (10:00AM PACIFIC TIME)

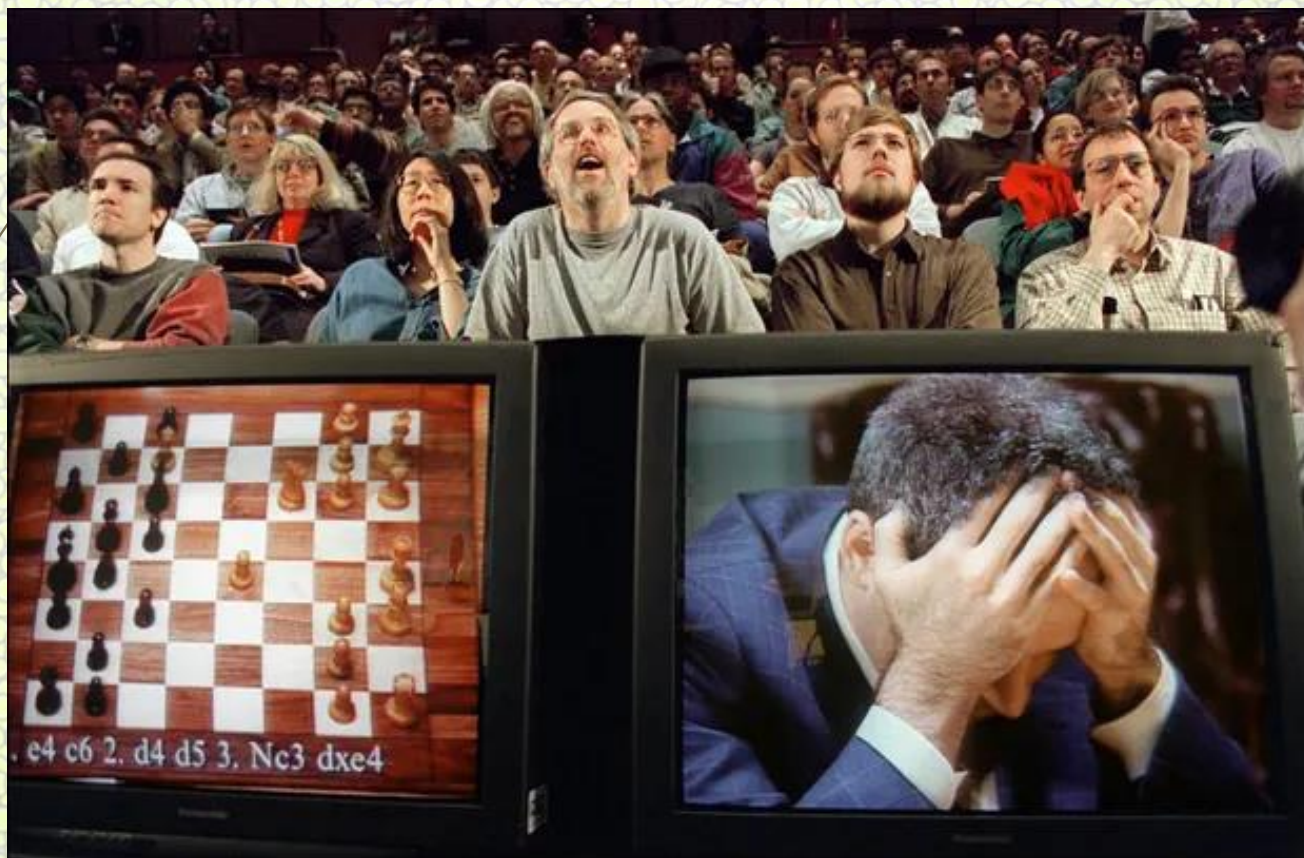


12

По закону Мура с 1965 года удвоение вычислительных мощностей компьютерных процессоров происходило каждые 18 месяцев. Начиная с 2012 года удвоение вычислительных мощностей стало происходить каждые 3,5 месяца. К 2030 году прогнозируется вычислительная мощность нейросетей близких к человеческому мозгу параметров.

# Не бойтесь думающих машин, работайте с ними.

Г.Каспаров, «Глубокое размышление»,  
1997 - 2017 г.





В 2014 году ИИ впервые успешно преодолел тест Тьюринга. Российско-украинская разработка, чат-бот Евгений Густман убедил большинство судей в том, что он – живой человек

## Turing 100



Пример диалога с  
"Eugene Goostman"

Me: Привет!

EG: Привет! Моя морская свинка рада тебя видеть!

Me: Ты любишь фильмы?

EG: Мне нравится комедии в которых есть забавные сцены. Насчет триллеров – я обычно засыпаю когда смотрю их.

Me: Какой нравится больше всех?

EG: Я не могу сказать прямо сейчас. Я должен подумать. Хочешь спросить что-то еще?

...

Me: Я живу в Москве.

EG: Москва? Надеюсь это хорошее место.

Me: Так себе.

EG: Какие интересные места можно посетить в Москве?

Me: Кремль.

EG: Во всяком случае, ты знаешь как переводчик переводит на русский «Bin Laden»? Он перевел это как — «Trashcan is full!» :-)))

Me: Реально? Это забавно!

EG: Нет, я абсолютно серьезно!

# Виды искусственного интеллекта

## **Strong AI («сильный ИИ»)**

исследователи определяют как интеллект, перед которым ставятся глобальные задачи, как если бы их ставили перед человеком.

## **Weak AI («слабый ИИ»)** реализует

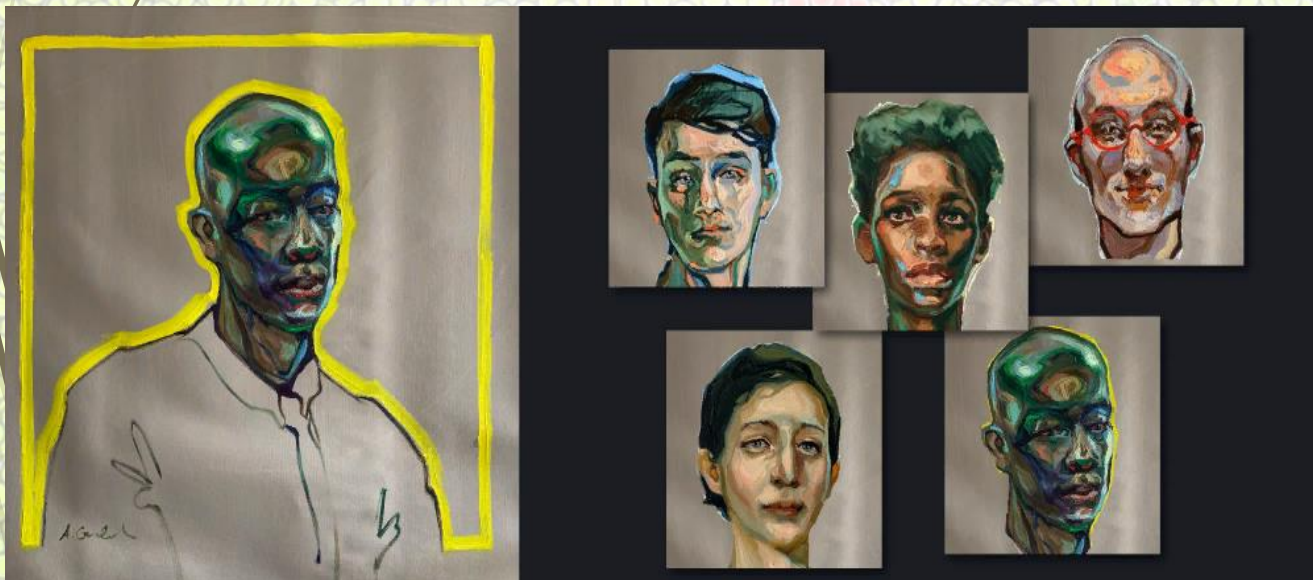
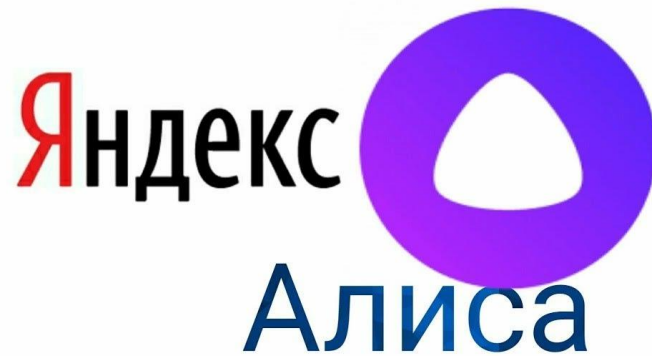
прикладные («узкие») задачи:

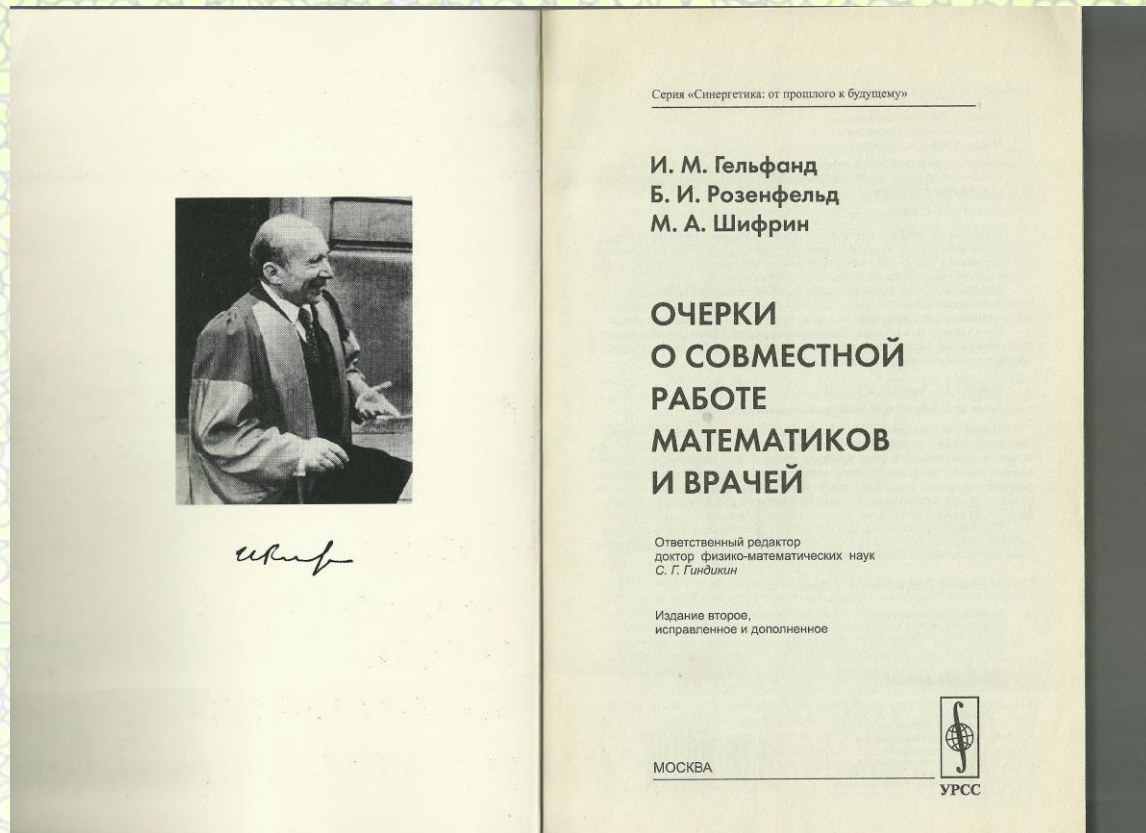
медицинская диагностика,

электронные торговые платформы,

управление бытовыми роботами.

ИИ наиболее  
знаком нам в  
графических  
редакторах  
и голосовых  
помощниках





**Первые алгоритмы машинного обучения в медицинских исследованиях: школа математиков МГУ под руководством М.И.Гельфанда (1913-2009)**

# Алгоритм машинного обучения в клиническом исследовании.

Гельфанд М.И., Цетлин М.Л.,  
Гурфинкель В.С., М.Л.Шик (1960-е гг)

Постановка вопроса в клиническом исследовании - Постановка задачи - Обоснование постановки задачи - Материал обучения - Признаки, необходимые для алгоритма решения задачи – Алгоритм решения поставленной задачи - Результаты проверки алгоритма на ретроспективном материале - Клиническая проверка алгоритма – Замечания (Итоги)

# Современная структура искусственного интеллекта

- **Агент - машина, которая воспринимает свое окружение с помощью датчиков и предпринимает целенаправленные ответные действия**
- **Поиск - последовательность действий, которые позволяют агенту достичь цели.**
- **Машинное обучение – алгоритмы обучения машины действиям**
- **Искусственные нейронные сети – объединение агентов в сеть по аналогии со структурой мозга**

# Наиболее востребованные технологии ИИ в медицине

Визуализация изображений в радиологии, патологии, микробиологии



Анализ «больших данных» («BIG DATA») в биомедицинских исследованиях и клинической практике



# Современное машинное обучение в биомедицинских исследованиях: основные средства и методы

- **нейронные сети (neural networks)**
- **дерево принятия решений (decision tree)**
- **метод опорных векторов (Support-vector machine)**
- **последовательность Маркова (Markov chain)**

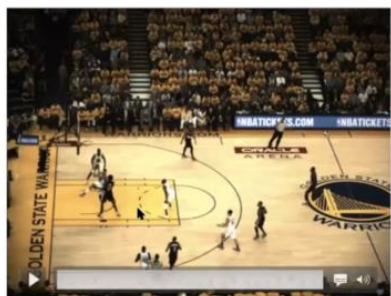


# Основные направления применения ИИ в спорте

## Скаутинг



## Анализ тренировок



## Анализ видеоизображений



## Контроль функционального состояния

# Наиболее развитые технологии, построенные на основе ИИ, в спорте

- обработка «Больших данных» в системе спорта и допинг-контроля
- обучение (тренировки) спортсменов с использованием визуализации и голосовой поддержки
- разработка «индивидуального электронного ассистента спортсмена» с функциями подбора тренировок, коррекции плана питания, контроля функционального состояния по основным параметрам

# ИИ в спортивной медицине - данные машинного алгоритма PRIZMA (2019 Сингапур):



Обработаны результаты применения 11 технологий ИИ в 12 видах спорта (все – командные игровые)

Преимущественными технологиями ИИ, применяемыми в спортивной медицине, были: нейронные сети, дерево принятия решений, метод опорных векторов, последовательность Маркова

**Два ключевых направления применения:**

- прогноз и профилактика спортивного травматизма;
- контроль уровня тренированности спортсменов

**ИИ в спортивной  
медицине - данные  
машинного алгоритма  
PRIZMA (2019 Сингапур):  
ВЫВОДЫ**



**«Нынешнее состояние развития в этой области предполагает многообещающее будущее в отношении использования ИИ в командных видах спорта. Необходимы дальнейшие оценочные исследования».**

# Очень перспективное для спортивной медицины направление – персонализированная диагностика с участием «умных гаджетов»



# **ИИ в спортивной медицине. Данные международного пилотного исследования 2021 года: тестирование ИИ с помощью 5 вымышленных клинических случаев**



**Use of artificial intelligence in sports medicine: a report of 5 fictional cases. Lia Rigamonti , Katharina Estel , Tobias Gehlen , Bernd Wolfarth , James B. Lawrence and David A. Back**

**Rigamonti et al. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation (2021) 13:13 <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00243-x>**

# Дизайн международного исследования 2021 года: 5 типичных клинических случаев, предложенных для онлайн-консультации нейросети



1. Теннисный локоть
2. Растяжение передней таранно-малоберцовой связки
3. Поздняя отсроченная мышечная боль
4. Разрыв передней крестообразной связки с хронической нестабильностью КС
5. Сотрясение головного мозга средней степени тяжести

**Агент: чат-бот,  
программа генерации и  
распознавание речи,  
алгоритмы  
стандартизированной  
онлайн-консультации**



- 1. Паспортная часть, анамнез заболевания, анамнез жизни: 6 вопросов.**
- 2. Жалобы и их детализация посредством стандартных наводящих дихотомических вопросов: «Да или Нет»**
- 3. Алгоритм оценки третьего варианта ответа: «Не знаю»**
- 4. Систематизация и сопоставление входящих данных**



# Алгоритм эффекторной реакции агента:



1. Предупреждение пациента о предварительном заключении, не являющемся диагнозом, рекомендация обратиться за помощью к медработнику
2. Перечисление наиболее вероятной патологии в порядке убывания статистической вероятности события
3. Рекомендации по доврачебной помощи и диагностический маршрут

**Результат исследования:  
во всех 5 случаях был  
заподозрен верный диагноз  
с первоочередной  
вероятностью наступления  
события**



**ОДНАКО:**

- 1. Требуется совершенствование диагностических систем, основанных на ИИ**
- 2. Актуальное практическое применение ИИ в спортивной медицине: создание системы поддержки принятия решения (СППР)**
- 3. Важнейшие правовые и этические аспекты требующий детальной проработки:**

# Важнейшие технические, правовые и этические проблемы



- 1. Алгоритм информирования пациента и медработника о необходимости оказания неотложной медицинской помощи**
- 2. Алгоритм дифференциальной диагностики даже в случае «лёгких» или «типичных» симптомов.**
- 3. Минимизация рисков недооценки пациентом своего состояния вследствие «избыточного доверия» заключению чат-бота.**
- 4. Алгоритм контроля уровня самообучения нейросети. Компетенции тестировщика агента.**



# **Главные социально-психологические и биоэтические аспекты взаимодействия ИИ и человека в спортивной медицине**

- 1. Конфиденциальность при взаимодействии ИИ со спортсменом и врачом**
- 2. Влияние ИИ на врача, тренера и спортсмена в ходе принятия решения**

**Этические проблемы часто возникают из-за того, что триада «врач-пациент-команда» часто заменяет традиционные отношения «врач-пациент».**

**От патернализма в отношении врач-пациент в современном обществе произошёл переход в систему партнёрских, коллегиальных отношений**

**ИИ становится четвёртым участником в системе принятия решений.**

# **Актуальные технологии использования ИИ в отечественной спортивной медицине**

**Алгоритмы машинного распознавания лиц и  
диагностических изображений**

**Алгоритмы обработки «Больших данных»  
биомедицинских и клинических  
исследований в спорте**

**Построение автоматизированной системы  
прогнозирования процессов долговременной  
адаптации организма спортсмена к  
нагрузкам.**

# Проблемы использования ИИ в отечественной спортивной медицине

**Технический аспект:** создание надёжной компьютерной сети и защищённого канала информации

**Технологический аспект:** разработка алгоритмов машинного обучения.

**Социально-психологический аспект:** взаимодействие тренера, спортсмена и врача друг с другом и с ИИ

**Юридический аспект:** правовое регулирование конфиденциальности, формализация принятия решения, порядок урегулирования конфликтов и противоречий



DEMOTIVATORS.TO

# Искусственный интеллект

не имеет шансов в столкновении с естественной глупостью...