

Интеллектуальная система поддержки принятия врачебных решений по дифференциальной диагностике и назначению лечения Covid-19

Ю.Н. КУЛЬЧИН, В.В. ГРИБОВА





Проблема – врачебные ошибки

Любой врач не свободен от профессиональных ошибок, также как и представитель любой специальности. Однако из-за особенности профессии они приобретают общественное значение.

Объективный характер имеют 30-40% ошибок и субъективный характер – 60-70% ошибок»

В 4 крупных больницах Москвы в 21,6% случаев поставленный при жизни диагноз оказался неправильным

В Москве и Санкт-Петербурге расхождение диагнозов составляет 20%

В системе обязательного медицинского страхования выявляется порядка 10 миллионов дефектов оказания медицинской помощи ежегодно.

Федосеев Г.Б. Врачебные ошибки: характер, причины, последствия, пути предупреждения // Терапия. 2018.№5(23) с. 109-115

CDC DEATHS

CDC/BMJ



<https://www.dailymail.co.uk/health/article-3572126/Medical-errors-leading-cause-death-experts-warn.html>

Характерные особенности COVID-19

- Неожиданность появления
- Постоянная мутация (появление новых штаммов)
- Отсутствие достоверных знаний о диагностике и лечении (за 1,5 года уже 13 версия клинических рекомендаций!)
- В процесс диагностики и лечения вовлекаются врачи различных профилей, не имеющие специальных знаний
- Нет времени на обучение (огромная загруженность врачей)
- Подтверждение диагноза (лабораторная и инструментальная верификация диагноза) требует времени, осуществляется, как правило, через несколько дней после обращения (а проводить диагностику и лечить надо!)



Актуальные направления исследований в области ИИ

Стратегический тренд для всех областей знаний
Gartner Top Strategic Technology Trends for 2022*

Decision Intelligence

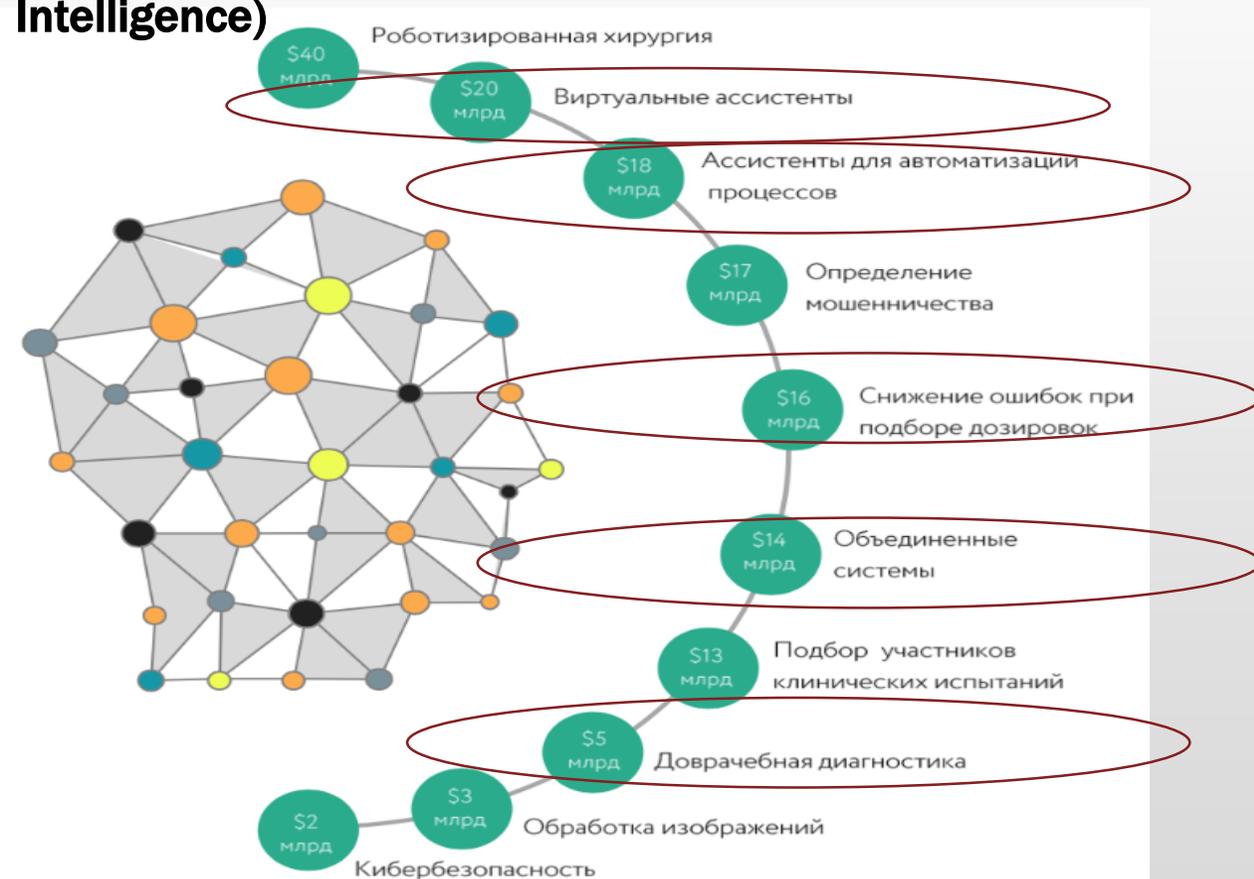
Поддержка принятия решений на основе методов ИИ

Поддержка принятия решений на основе методов ИИ - подход к улучшению процесса принятия решений. Он моделирует каждое решение как набор процессов, используя ИИ для информирования лиц, принимающих решения, и помощи им в поддержке и улучшении процесса принятия решений.

* <https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/top-technology-trends>



Стратегические тренды в медицине (уточнение **Decision Intelligence**)



Оценка эффекта рынка ТОП 10-ти AI сервисов в сфере медицины и здравоохранения в США к 2026 году // Источник: Accenture

Лечебно-диагностический процесс



Предварительная
диагностика



Лечение на основе
предварительного
диагноза,
симптомов, тяжести
состояния



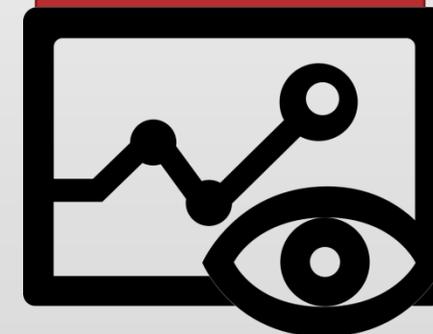
Дифференциальная
диагностика с
учетом тяжести,
формы, стадии...



Коррекция
лечения



Мониторинг



Задачи систем ИИ для практической медицины

Основные сложности:

разнообразные варианты течения

маскировка признаков и их атипичность

изменение клинических, лабораторных и инструментальных

признаков заболевания...

Диагностика заболеваний

```
graph LR; A[Диагностика заболеваний] --> B[Предварительная диагностика]; A --> C[Точная диагностика];
```

**Предварительная
диагностика**

**Точная
диагностика**

Задачи систем ИИ для практической медицины

Предварительная диагностика

Поиск и анализ возможных заболеваний

Выдача рекомендаций по доп. обследованию с учетом возможностей конкретного медицинского учреждения/времени/стоимости/...



Сбор и анализ анамнеза
Анализ и уточнение жалоб
Объективное обследование

Рекомендации по проведению лабораторных и инструментальных исследований

Задачи систем ИИ для практической медицины

Точная диагностика

```
graph LR; A[Точная диагностика] --- B[Дифференциальная диагностика (с учетом варианта, формы, степени тяжести...)]; A --- C[Выдача рекомендаций по доп. обследованию с учетом возможностей конкретного медицинского учреждения/времени/стоимости/...];
```

Дифференциальная диагностика (с учетом варианта, формы, степени тяжести...)

Выдача рекомендаций по доп. обследованию с учетом возможностей конкретного медицинского учреждения/времени/стоимости/...

Задачи систем ИИ для практической медицины

*Необоснованное назначение
Неправильный выбор препарата
Неадекватный режим дозирования
Необоснованная или нерациональная комбинация препаратов
Неправильные критерии эффекта лечения
Необоснованная продолжительность
Недостаточная индивидуализация – не учитываются варианты, формы течения болезни
Неверно распланированный мониторинг состояния пациента*

**Персонализированное
лечение**

Назначение с учетом индивидуальных особенностей

Прогноз и мониторинг лечения

Коррекция лечения



Объективное состояние

- Нет датасетов для обучения на клинических данных (истории болезни не формализованы, имеют очень низкое качество)
- Есть датасеты снимков (рентген, КТ), на них обучаются, это помогают в диагностике COVID-19 по снимкам, но это «покрытие» только небольшой части проблемы
- Необходимо проводить диагностику и лечение в соответствии с клиническими рекомендациями



Требования к системе поддержки принятия решений

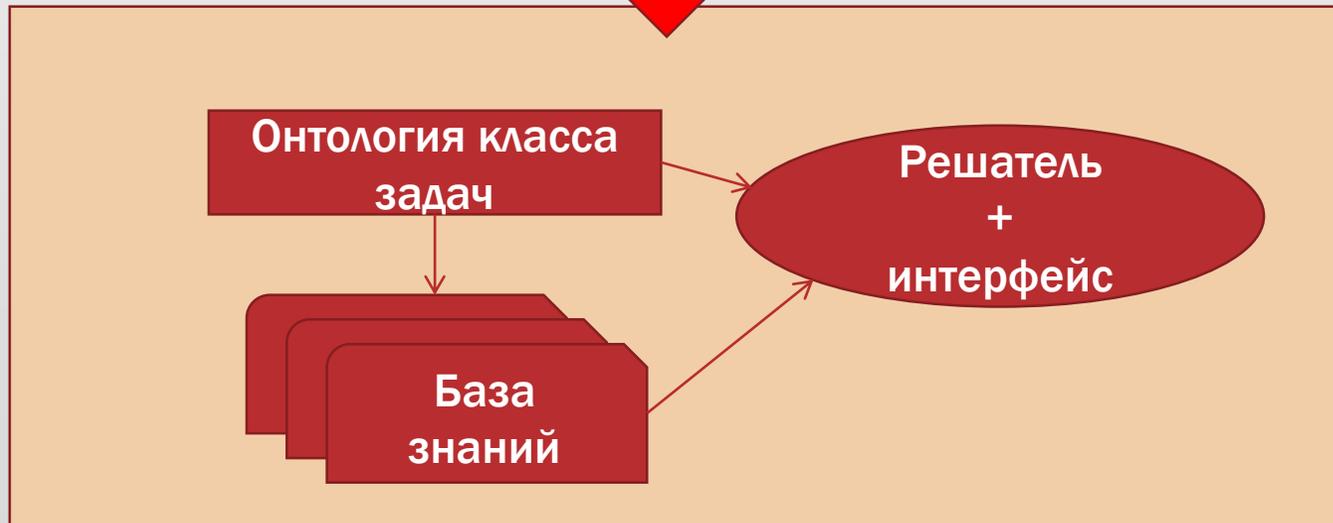
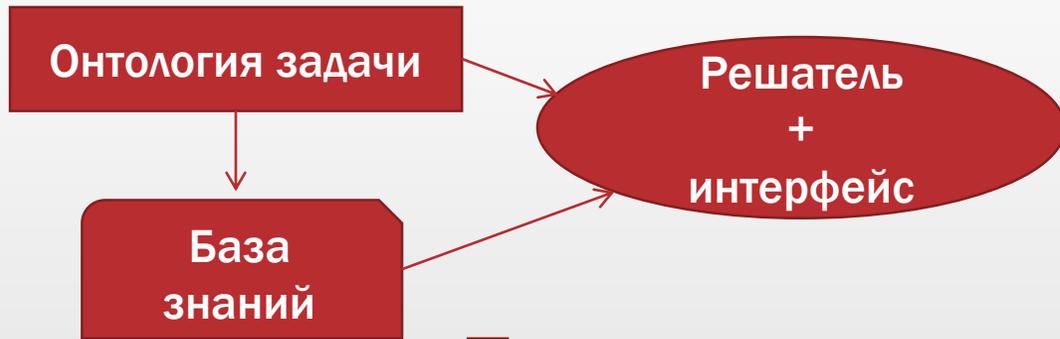
- Система должна быстро разворачиваться
- Система должна поддерживать все этапы лечебно-диагностического процесса (на основе клинических данных!)
- Реализация системы на основе баз знаний, база знаний должна соответствовать клиническим рекомендациям Минздрава
- Система должна генерировать детализированное объяснение, объяснение должно быть понятно врачам (использование общепринятой терминологии)
- Система должна быть реализована как облачный сервис (любое обновление доступно сразу всем пользователям)
- Изменения знаний (дополнение, модифицирование) должны осуществлять медицинские специалисты

Решение: платформа MedIACPaaS

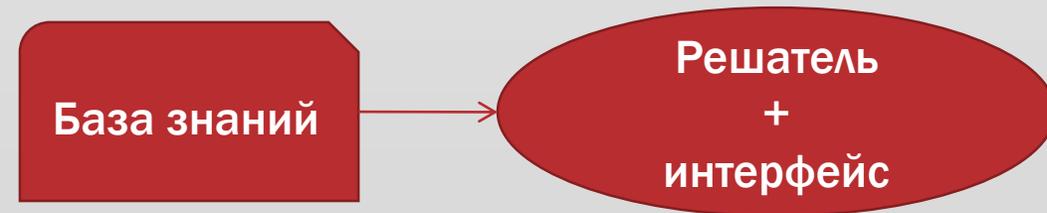
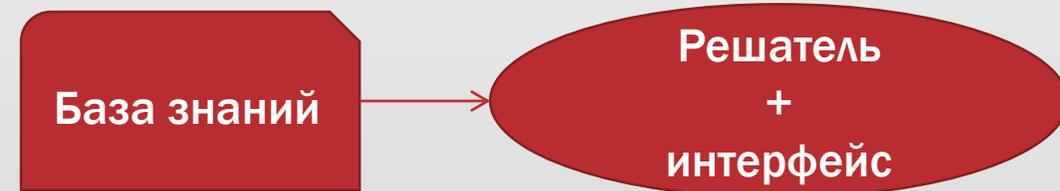
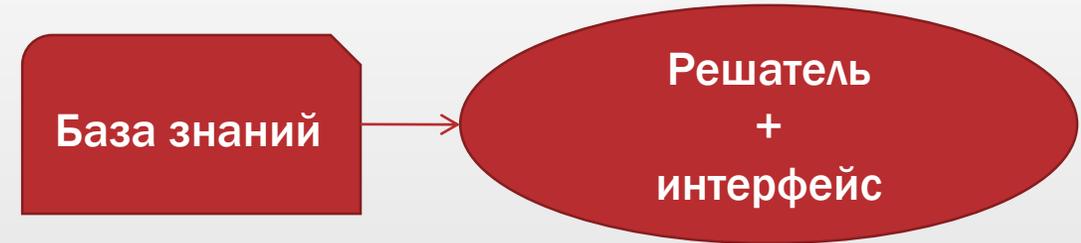
- Ориентация на врачей, поддержка всех основных этапов лечебно-диагностического процесса
- Предварительная и дифференциальная диагностика с рекомендациями по дополнительному обследованию на основе клинических данных (жалоб, объективного, лабораторного и инструментального исследований с учетом динамики развития)
- Назначение лечения с учетом данных из электронной карты
- Наличие детализированного объяснения
- Реализация как облачного сервиса
- Добавление/уточнение знаний без участия программистов (как только врачи внесли знания, они могут быть использованы)

Подход к решению проблемы

▪ Технология на основе онтологий



▪ Традиционная технология



База терминологии и наблюдений. Жалобы

База медицинской терминологии и наблюдений * [Онтология базы медицинской терминологии и наблюдений]

TERMINY

НАБЛЮДЕНИЯ

ПРИЗНАКИ [Группа наблюдений]

* Жалобы [Группа признаков]

Общие [Группа признаков]

* Система органов кровообращения [Группа признаков]

Система органов пищеварения [Группа признаков]

Система органов дыхания [Группа признаков]

Нервная система [Группа признаков]

Мочеполовая система [Группа признаков]

Органы чувств [Группа признаков]

Опорно-двигательная система [Группа признаков]

Система эндокринная [Группа признаков]

Система крови [Группа признаков]

[Признак]

[Группа признаков]

[Синонимы]

Данные объективного исследования [Группа признаков]

Общий осмотр [Группа признаков]

Система органов пищеварения [Группа признаков]

Система органов дыхания [Группа признаков]

Система органов кровообращения [Группа признаков]

Система мочеполовая [Группа признаков]

Система эндокринная [Группа признаков]

Объективное исследование нервной системы [Группа признаков]

* Органы чувств [Группа признаков]

* Кашель [Признак]

Составной признак

* Присутствие [Характеристика]

* Характер [Характеристика]

* Громкость и тембр [Характеристика]

* Периодичность [Характеристика]

* Время появления [Характеристика]

Усиление кашля [Характеристика]

Тип возможных значений

Качественные значения

в положении лежа на спине [Значение]

на правом боку [Значение]

на левом боку [Значение]

при глубоком вдохе [Значение]

при физической нагрузке [Значение]

при резких запахах [Значение]

при вдыхании табачного дыма [Значение]

при курении [Значение]

при выходе на улицу [Значение]

в холодном помещении [Значение]

при сырой погоде и сильном ветре [Значение]

в дни геомагнитных бурь [Значение]

Структура термина

- Простой < {синонимы}>
- Составной <имя>{характеристики}
- Модальность/шкала вероятности

Типы значений

- Число
- Диапазон
- Качественная шкала

* Боль в горле [Признак]

Составной признак

* Присутствие [Характеристика]

* Характер [Характеристика]

* Локализация [Характеристика]

* Интенсивность [Характеристика]

* Выраженность [Характеристика]

Периодичность [Характеристика]

* Усиление [Характеристика]

Причина усиления [Характеристика]

Тип возможных значений

Качественные значения

* при глотании жидкости [Значение]

* при глотании пищи [Значение]

* при глубоком вдохе [Значение]

* при кашле [Значение]

* при разговоре [Значение]

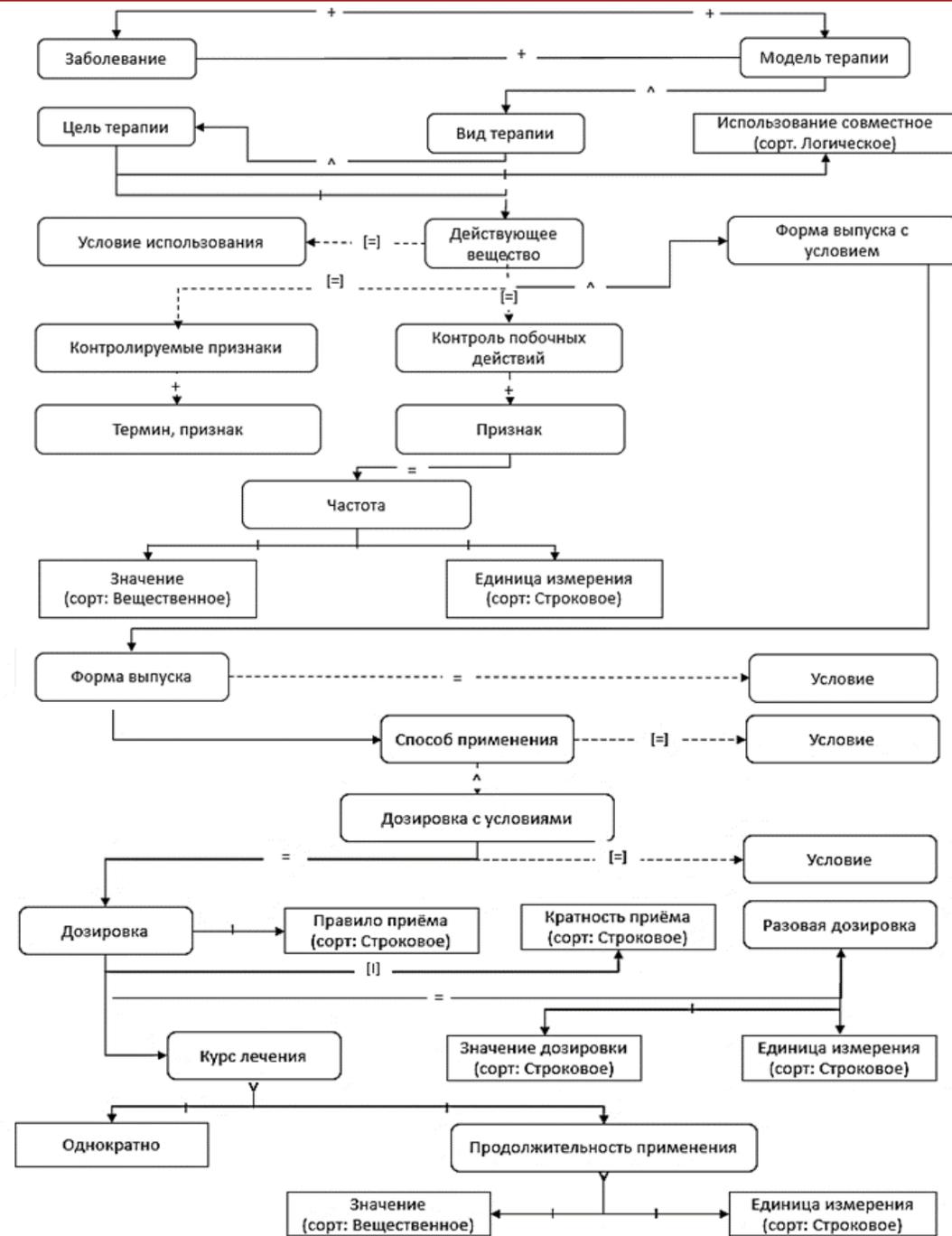
Основные возможности при описании знаний, поддерживаемые Системой

- Знания формируются по онтологии
- **Заболевание** представлено **симптомокомплексами**, (в зависимости от способа диагностики, от течения заболевания в разных возрастных группах пациентов, др. обстоятельств)
- **Необходимое условие/Возможные причины заболевания /Провоцирующие факторы** представлены событиями или этиологическими факторами, которые привели или способствовали развитию заболевания
- **Детализация диагноза** (по форме, варианту, степени тяжести, стадии и т.п.)
- **Динамика** (развитие заболевание во времени)
- **Качественные значения с нечеткими шкалами**, характеризующие значения признаков заболеваний и их характеристик: «обязательный», «характерный», «возможный».

The screenshot displays a hierarchical ontology tree for COVID-19. The root node is 'Коронавирусная инфекция [Группа заболеваний (или Подгруппа)]'. It branches into 'Коронавирусная инфекция COVID-19, ОРВИ [Заболевание]', which further divides into 'Причины заболевания' and 'COVID-19 (Взрослые 17-60 лет) [Симптомокомплекс]'. The latter includes 'Комплекс жалоб и объективного обследования', 'Комплекс лабораторных и инструментальных исследований', and 'Необходимое условие'. Below these are 'U07.1 [код по МКБ]', 'COVID-19 (Пожилые и долгожители 61-100 лет) [Симптомокомплекс]', and 'Детализация диагноза'. The 'Детализация диагноза' node branches into 'По степени тяжести', 'По варианту', 'По наличию осложнений', and 'Степень дыхательной недостаточности [По другому типу классификации]'. The 'Степень дыхательной недостаточности' node further branches into 'ДН 1 ст [элемент диагноза]', 'ДН 2 ст [элемент диагноза]', and 'ДН 3 ст [элемент диагноза]'. The tree also includes 'Коронавирусная инфекция COVID-19, Пневмония [Заболевание]' and 'Коронавирусная инфекция COVID-19, Бессимптомная форма [Заболевание]'. The bottom part of the screenshot shows a detailed view of the 'COVID-19 (Взрослые 17-60 лет) [Симптомокомплекс]' node, highlighting 'Рентгенография органов грудной клетки обзорная [Вид (метод) исследования]' under 'Инструментальное исследование легких [Исследование лабораторное или инструментальное]'. Other visible nodes include 'Лабораторное исследование крови [Исследование лабораторное или инструментальное]', 'Молекулярно-генетическая диагностика методом ПЦР соскобов и мазков со слизистых оболочек [Вид (метод) исследования]', 'Исследование антител классов IgM и IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 в сыворотки крови методом ИФА [Вид (метод) исследования]', 'Исследование антител классов IgM и IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 в цельной крови методом ИХЛ [Вид (метод) исследования]', 'Исследование антител классов IgM и IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 методом иммунохроматографии [Вид (метод) исследования]', 'Компьютерная томография легких (КТ) [Вид (метод) исследования]', and 'Функциональная диагностика системы органов дыхания [Исследование лабораторное или инструментальное]'. The 'Рентгенография' node is highlighted in yellow, and its sub-nodes '1 [Период динамики]' and '2 [Период динамики]' are also visible.

Назначение лечения

- Формируется на основе онтологии
- Описывает медикаментозное и восстановительное лечение
- Анализирует информацию о пациенте (назначение с учетом персональных характеристик пациента)
- Назначение с учетом совместимости лекарственных средств
- Содержит информацию, требуемую для мониторинга (контролируемые признаки, необходимые для оценки состояния, контроля побочных действий)



Генерируемое объяснение по диагностике Covid - 19

- Паспортная часть
- Жалобы при обращении
 - Температура тела [Признак]
 - Нарушение обоняния [Признак]
 - Недомогание [Признак]
 - Общая слабость [Признак]
 - Одышка [Признак]
 - Затрудненное дыхание [Признак]
 - Нарушение вкуса [Признак]
 - Нарушение аппетита [Признак]
 - Кашель [Признак]
 - [Признак]
 - [Жалоб предъявить не может]
 - [Жалобы отсутствуют]
- Объективное состояние больного
 - Общий осмотр
 - Общее состояние [Признак]
 - Окраска кожи [Признак]
 - Окраска передней стенки глотки [Признак]
 - Влажность кожи [Признак]
 - Обложенность языка [Признак]
 - Цианоз [Признак]
 - [Признак]
 - Осмотр по системам
- История настоящего заболевания

Гипотезы о предварительном диагнозе:

- COVID-19, вирус идентифицирован
 - COVID-19 (Взрослые 17-60 лет) [Симптомокомплекс]
 - Признаки, подтверждающие гипотезу [Признаки, подтверждающие гипотезу]
 - Признаки, характерные для подтверждения диагноза, но не найденные в истории болезни [
 - Признаки, необходимые для подтверждения диагноза, но не найденные в истории болезни [
 - Не опровергнута [Итог проверки гипотезы Симпт]
- COVID-19, Осложнение: двусторонняя пневмония
 - COVID-19 (Взрослые 17-60 лет) [Симптомокомплекс]
 - Признаки, подтверждающие гипотезу [Признаки, подтверждающие гипотезу]
 - Признаки, характерные для подтверждения диагноза, но не найденные в истории болезни [
 - Признаки, необходимые для подтверждения диагноза, но не найденные в истории болезни [
 - Не опровергнута [Итог проверки гипотезы Симпт]
- COVID-19, вирус не идентифицирован
- Сезонный грипп, вирус не идентифицирован
- Сезонный грипп, вызванный идентифицированным вирусом гриппа
- Парагрипп

Получен окончательный диагноз: COVID-19, Осложнение: двусторонняя пневмония

Показать признаки, формирующие диагноз

Внести окончательный диагноз в Историю болезни

Обобщенная архитектура системы поддержки принятия решений по диагностике и лечению COVID-19

Медицинские онтологии

Онтология медицинской терминологии и наблюдений

Онтология диагностики заболеваний

Онтология назначения лечения

Онтология фармакологического справочника

Онтология электронной медицинской карты

База медицинской терминологии и наблюдений

База знаний по диагностике и лечению коронавируса (COVID-19)

База фарм. справочника

Электронная медицинская карта

ИИ решатель

Детализированное обоснование принятых решений

Онтология детализированного объяснения результатов (для каждого шага процесса)

Обоснование диагностики

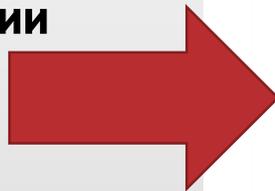
Обоснование лечения



Запрос от Ассоциации неправительственных медицинских учреждений Китая (56 тысяч частных учреждений здравоохранения из разных провинций КНР)

Создание системы по диагностике и лечению COVID-19 для ее оперативного использования врачами, направленными в эпицентр эпидемии г. Ухань (конец января 2020 г.).

Диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции
Национальная комиссия Китая по здравоохранению
Государственное управление традиционной китайской медицины



重磅：国家第四版诊疗方案发布中医治疗药物剂量！张伯礼、高树中、黄煌3位中医名家论治合辑！免费领取微医新冠肺炎防治手册！

悦读中医 悦读中医 昨天



小编导读

昨天，国家卫生健康委、国家中医药管理局再次更新《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案》，在新发布的试行第四版中，首次确定了中医治疗方案的方剂药物组成与剂量！与此同时，众多中医名家也从各自擅长的方向对新冠肺炎的辨证建言献策。今天，小编将和大家一起详细了解国家公布的最新版中医治疗方案，并选取张伯礼、高树中、黄煌等3位中医名家的论治观点一并分享。

《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案（试行第四版）》“中医治疗”部分：

本病属于中医疫病范畴，病因为感受疫戾之气，各地可根据病情、当地气候特点以及不同体质等情况，参照下列方案进行辨证论治。

01 医学观察期

临床表现1：乏力伴胃肠不适

推荐中成药：藿香正气胶囊（丸、水、口服液）

临床表现2：乏力伴发热

推荐中成药：金花清感颗粒、连花清瘟胶囊（颗粒）、疏风解毒胶囊（颗粒）、防风通圣丸（颗粒）

02 临床治疗期

Коронавирусная инфекция (2019-nCoV)

Характеристики диагностики и лечения методами китайской традиционной медицины (в соотв. с документом: «重磅：国家第四版诊疗方案发布中医治疗药物剂量！张伯礼、高树中、黄煌3位中医名家论治合辑！免费领取微医新冠肺炎防治手册»)

- Начальный период (период медицинских наблюдений - 2 варианта проявлений - «по-гастро-типу» и «по-пневмо-или-кардио-типу»)
- Период клинической манифестации
 - Ранняя стадия
 - Средняя стадия
 - Тяжелая стадия
 - Стадия восстановления
- 6 схем лечения

Med-IACPaaS

Диагностика и лечение
коронавирусной инфекции

China Science and Technology Foresight
Research and Educational Institutes Group

中国雄共体集团有限公司

Professor Romashko Roman
Director of Institute of Automation and Control Processes,
Far East Branch
Russian Academy of Sciences

Dear Prof. Romashko,

Last year we were working together with your Institute under the joint project "Artificial Intelligence in Medicine" affiliated to the recommendation of Chinese Ministry of Health for treatment of virus diseases with Chinese Traditional Medicine.

We gain results that was used several Chinese hospitals and medical centers. We plan to expand our joint project in 2020-2021 for implementation at Hangzhou area of China and other provinces.

Sincerely,

China Science and Technology Foresight
Research and Educational Institutes Group

中国雄共体集团有限公司

Signature and title 董事长: 李海豹

Date: 15th May, 2020



Пресса о нашей разработке:

▪ Китайская пресса:

▪ <http://www.cankaoxiaoxi.com/science/20200206/2401404.shtml>

▪ https://m.toutiaocdn.com/group/6790229153607057934/?app=news_article&tamp=1580991044&req_id=2020020620104401002607720310185E73&group_id=6790229153607057934

▪ Российская пресса :

▪ **Помощник в лечении коронавируса с искусственным интеллектом: ноу-хау из Приморья (Видеорепортаж Вести24)**

▪ HYPERLINK "<https://www.vesti.ru/videos/show/vid/825790>" <https://www.vesti.ru/videos/show/vid/825790>

▪ **Диагноз поставит искусственный интеллект // Российская газета - Федеральный выпуск № 23(8077)**

▪ HYPERLINK "<https://rg.ru/2020/02/04/reg-dfo/uchenye-privlecut-iskusstvennyj-intellekt-dlia-diagnostiki-koronavirusa.html>" <https://rg.ru/2020/02/04/reg-dfo/uchenye-privlecut-iskusstvennyj-intellekt-dlia-diagnostiki-koronavirusa.html>

▪ **В Ухане будут использовать систему российских ученых для диагностики коронавируса. Система может диагностировать различные заболевания при наличии точных данных о симптоматике болезни**

▪ HYPERLINK "<https://nauka.tass.ru/nauka/7677551>" <https://nauka.tass.ru/nauka/7677551>

▪ **Китайские врачи в Ухани будут использовать программу диагностики коронавируса, разработанную в Приморье**

▪ HYPERLINK "<http://www.interfax-russia.ru/FarEast/news.asp?sec=1671&id=1101675>" <http://www.interfax-russia.ru/FarEast/news.asp?sec=1671&id=1101675>

▪ **Диагностика коронавируса из Владивостока срочно «едет» в Китай (Видеоинтервью академика Ю.Н. Кульчина)**

▪ HYPERLINK "<https://scientificrussia.ru/partners/rossijskaya-akademiya-nauk/uchenye-iapu-dvo-ran-sozdali-kompyuternuyu-programmu-sposobnuyu-diagnostirovat-koronavirus>" <https://scientificrussia.ru/partners/rossijskaya-akademiya-nauk/uchenye-iapu-dvo-ran-sozdali-kompyuternuyu-programmu-sposobnuyu-diagnostirovat-koronavirus>

▪ **Во Владивостоке представили платформу, диагностирующую коронавирус 2019-nCoV. Система помогает врачу поставить диагноз, выдав детализированное объяснение и обоснование**

▪ HYPERLINK "<https://primamedia.ru/news/905516/>" <https://primamedia.ru/news/905516/>

▪ **В Приморье разработали программу для диагностики коронавируса**

▪ HYPERLINK "<https://rg.ru/2020/02/04/reg-dfo/v-primore-razrabotali-programmu-dlia-diagnostiki-koronavirusa.html>" <https://rg.ru/2020/02/04/reg-dfo/v-primore-razrabotali-programmu-dlia-diagnostiki-koronavirusa.html>

Med-IACPaaS: Медицинская платформа по диагностике и назначению лечения вирусных заболеваний



Спасибо за внимание!

ИАПУ ДВО РАН

Владивосток