



ВШОУЗ
ВЫСШАЯ ШКОЛА
ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ
ЗДРАВООХРАНЕНИЕМ

Информационно-образовательное пространство медицинских вузов в цифровую эпоху

Ректор ВШОУЗ, д.м.н., Г.Э. Улумбекова

ПЕРВАЯ ПОБЕДА НА ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ.

Совместное письмо ВШОУЗ, Союза пациентов и Профсоюза работников здравоохранения
в **Совет при Президенте РФ по развитию гражданского общества и правам человека**

7 декабря 2022 г. Президент РФ В.В. Путин на заседании по СПЧ принял решение по увеличению оплаты труда медицинских работников первичного звена, скорой помощи и работающих в сельской местности



Садовническая ул., д.13, стр. 11, г. Москва, 115035, тел.: (+7-495) 662-8096, e-mail: congress@vshouz.ru, web: www.vshouz.ru

Исх. № 101-а от 27 октября 2022 г.

Советнику Президента РФ,
Председателю Совета при Президенте по развитию
гражданского общества и правам человека
В.А. Фадееву

«О неотложных мерах по решению главных
проблем здравоохранения»

Уважаемый Валерий Александрович!

Во время пандемии COVID-19 медицинские работники во главе со штабом отрасли предприняли героические и слаженные усилия для сохранения жизни и здоровья российских граждан. Однако ряд серьезных проблем, накопившихся в здравоохранении за последние десятилетия, **не позволил** избежать роста смертности в стране и **не позволит** сделать это в будущем. В корне текущих проблем здравоохранения – его длительное недофинансирование и ошибочное решение по оптимизации, спровоцированное финансово-экономическим блоком Правительства. Так, в течение последних 20 лет в РФ государственные расходы на здравоохранение в доле ВВП были в **1,6 раза ниже**, чем в «новых» странах ЕС и почти в **2,5 раза ниже**, чем в «старых» странах ЕС (соответственно 3,1%, 5% и 7,5%). За годы оптимизации с 2012 по 2018 гг. в РФ количество врачей сократилось **на 46 тыс.** (8%), стационарных коек - **на 160 тыс.** (13%), госрасходы – **на 4%** в постоянных ценах. В результате система здравоохранения лишилась необходимых резервов, существенно усилилась напряженность трудового процесса, возросла трудовая нагрузка на медицинских работников. Все это привело к **выгоранию и хроническому стрессу у 70-90%** из них.

Именно поэтому принятие мер по повышению оплаты труда медицинских работников, начатое в 2013 г., оказалось **недостаточным и не позволило** ликвидировать дефицит медицинских кадров. Так, за 10 лет (с 2013 по 2021 гг.) средняя заработная плата врачей с очень низкого уровня (141% от средней оплаты труда в экономике) **выросла только на 20%** в постоянных ценах, а среднего медицинского персонала – **на 9%**. При этом обеспеченность врачами осталась **на прежнем уровне**, а у медицинских сестер - **сократилась на 11%**. Самая тяжелая ситуация сложилась в первичном звене здравоохранения, где врачей участковой службы **в 1,5 раза меньше**, чем установлено нормативом, а фельдшеров – **в 2 раза меньше**, а ведь именно там начинается и заканчивается большинство эпизодов оказания медицинской помощи (более 1 млрд. посещений в год).

***«Известен только один путь формирования
врача: больной — книга, книга — больной»***



Евгений Михайлович Тареев (1895-1986) -
выдающийся советский терапевт,
основоположник советской нефрологии

Содержание

1. Особенности создания и трансляции медицинских знаний в цифровую эпоху
2. Электронные и бумажные издания в мире и в РФ
3. Выполняет ли сегодня медицинский вуз свою миссию в трансляции знаний?
4. Что надо делать?

1. Особенности создания и трансляции медицинских знаний в цифровую эпоху



Система здравоохранения – одна из сложнейших организационных систем



1. **Уникальные** пациенты, динамичные состояния и **постоянная** потребность

2. **Неполная** изученность человеческого организма

3. **Неструктурированные** (не числовые) данные

- **Разнообразие профессий**, специальностей, диагностических и лечебных **технологий**
- Множество **подсистем** и обеспечивающих отраслей
- **Повсеместное** территориальное присутствие
- Постоянная **готовность**
- Высокая **напряженность труда** и риски здоровью медработников
- Регулярно **обновляемые знания** о болезнях
- Огромная **социальная значимость** для общества
- **Сложности** в машинной обработке данных

Этапы и результаты в развитии системы здравоохранения России

Организационный
прорыв
1924-1993

ОПЖ 1924 г. = **36 лет**
ОПЖ 1987 г. = **70,1 года**

Переходный
период
1994-2022

ОПЖ = **70,1 года** (2021 г.)

Высокотехнологичный
2023-2032
?

ОПЖ = **78 лет** (2030 г.) ?

То, что сделали наши предшественники преимущественно организационными технологиями — **ПРОРЫВ**



Николай Александрович
Семашко (1874-1949)

1. **Территориальный** (участковый) принцип прикрепления населения
2. **Разделение** оказания медицинской помощи детям и взрослым
3. **Объединение** первичной и специализированной помощи в поликлиниках
4. Система **ФАПов** в сельской местности и санитарная авиация
5. **Производственно-цеховая** медицина
6. Строгие **этапы** в движении пациентов
7. Профилактика и **оздоровление**
8. **Централизованное** управление и нормирование
9. Стройная система **повышения квалификации** врачей

Главные факторы, определяющие перемены в российском здравоохранении

1. Проблемы российской системы здравоохранения

2. Национальная цель – **78 лет** к 2030 г.

3. Меняющиеся пациенты

4. Новые технологии в результате научного прогресса:

- Медицинские
- Цифровые
- Организационные

Мы не только должны решить проблемы, но и
сделать это в ситуации

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕН

Наши пациенты **через 5-10 лет**

■ СТАРЕНИЕ

- В развитых странах доля людей старше 65 лет будет **более 25%** в структуре населения

■ УВЕЛИЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ХНИЗ

- В среднем **2-3** случая на одного человека
- Заболеваемость возрастет
 - БСК - **на 10%**
 - Сахарным диабетом - **на 50%**
 - Болезнью Альцгеймера - **в 2 раза**

■ УДОРОЖАНИЕ СТОИМОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ

- **ВЫСОКАЯ ИНФОРМИРОВАННОСТЬ** через специальные порталы, социальные сети и др. Как следствие — **СНИЖЕНИЕ ДОВЕРИЯ** к врачам и высокая требовательность; в этом, по опросам, уверены **86% врачей**



Новые медицинские технологии

ТЕХНОЛОГИЯ	ЧТО ПОЗВОЛИТ?
Микрофлюидные чипы	Оценка состояния пациента по капле крови , в том числе самим пациентом
Регенеративная медицина	Создание поврежденных или удаленных органов
Цифровые копии организма с использованием искусственного интеллекта	Снижение рисков инвазивных исследований и высокое качество в постановке диагноза
Молекулярная медицина (достижения биотехнологий в диагностике и лечении)	Лечение генетических заболеваний, персонализация терапии под генотип пациента, предсказание болезней
Мобильные устройства для пациентов	Удаленный контроль показателей состояния пациента, стимул к изменению поведенческих привычек под контролем мобильных устройств
Новое поколение экзо-скелетов и протезов	Позволит улучшить мобильность пожилых пациентов

Информационные технологии

опрос различных специалистов провел проф. медицинской информатики Колумбийского университета Эдвард Шортлифф в 2021 г. (США)

.....

ТЕХНОЛОГИЯ	ЧТО ПОЗВОЛИТ?
Слияние биоинформатики и трансляционной медицины (трансляция знаний биологических наук в клиническую медицину)	Определить генетические риски болезней и проводить прицельную профилактику
Соединение интеллектуальных систем (ИИ) и больших данных о пациентах	Найти новые корреляции вплоть до первопричин причин болезней
Обязательное применение Систем поддержки принятия клинических решений (СППКР)	Большая точность диагностики и лечения, меньше ошибок
Расширение роли медицинских сестер в координации медицинской помощи и поддержке пациентов в новой цифровой реальности	Адаптация пациентов к новым цифровым технологиям
Вовлечение пациентов и их семей в цифровое образовательное пространство	Усиление действенности профилактических мер и приверженности к лечению

Биомедицинская информатика – это синтез наук

Информатика



Компьютерные
(цифровые)
технологии



Данные: клинические,
медико-
демографические и
биомедицинские

Наука о том, как
**собирать, хранить,
обрабатывать,**
передавать данные и
информацию

Позволяют с помощью
**вычислительной
техники** обработать
данные и
информацию

Отличия:
высокая
вариабельность,
многообразие, много
описательных
(не числовых),
небольшие выборки
(искл. системат.
обзоры)

В отличие от человека они
быстро считают и могут хранить
и обрабатывать **большие**
объемы информации

Биомедицинская информатика (БМИ) –
это междисциплинарная наука, которая с целью
улучшения здоровья человека изучает и реализует
эффективное использование биомедицинских
данных

В чем особенности создания и трансляции знаний в цифровую эпоху — **улучшение качества знаний**

Верные решения

с учетом личного клинического опыта

Распространение знаний

Покупка книг

Знания

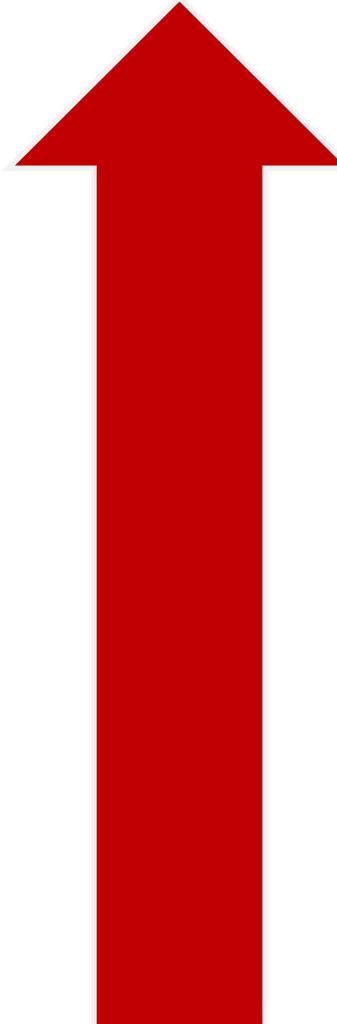
Любимые книги

Информация

Ручная обработка: аналитико-синтетическая

Данные

Индивидуальный опыт, школы, КИ



Системы поддержки принятия клинических решений - **СППКР**

Могут быть распространены дистанционно, через Интернет, приложения, доступны на деск-топе

Могут быть представлены в электронном формате: **интерактивность, междисциплинарность, обновление, точный поиск**, тестирование

Данные могут преобразовываться в информацию с помощью программных средств и **ИИ**

Большие и разнообразные данные: могут быть получены из многочисленных ЭМК, дистанционных приборов, МИ

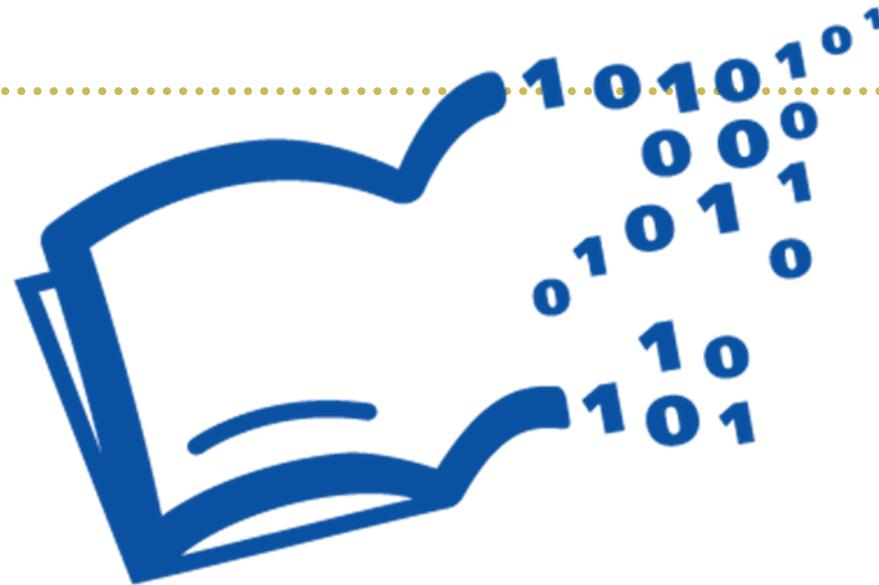
От медицинских данных к повышению качества и безопасности медицинской помощи



Чем могут помочь здравоохранению цифровые технологии?

- **Улучшают** качество медицинских знаний
- Сделают решения медицинских работников более **точными**
 - Помогут найти **новые ЛС**
 - Принесут **удобство** пациентам
- **Только со временем**: сделают расходы на оказание медицинской помощи **более эффективными**
- **Сегодня**: при информатизации медицинских организаций административные расходы **повышаются на 10%**. А от врача требуется **больше время** и напряжение на дистанционную консультацию

2. Электронные и бумажные издания в мире и в РФ



Бумажные и электронные книги в мире

(данные опроса «Statista» и «Яндекса», 2020 г.)

Доля купивших электронные книги ото всех опрошенных

РФ

• 30%

США

• 23%

Китай

• 24%

Европа

• 18%

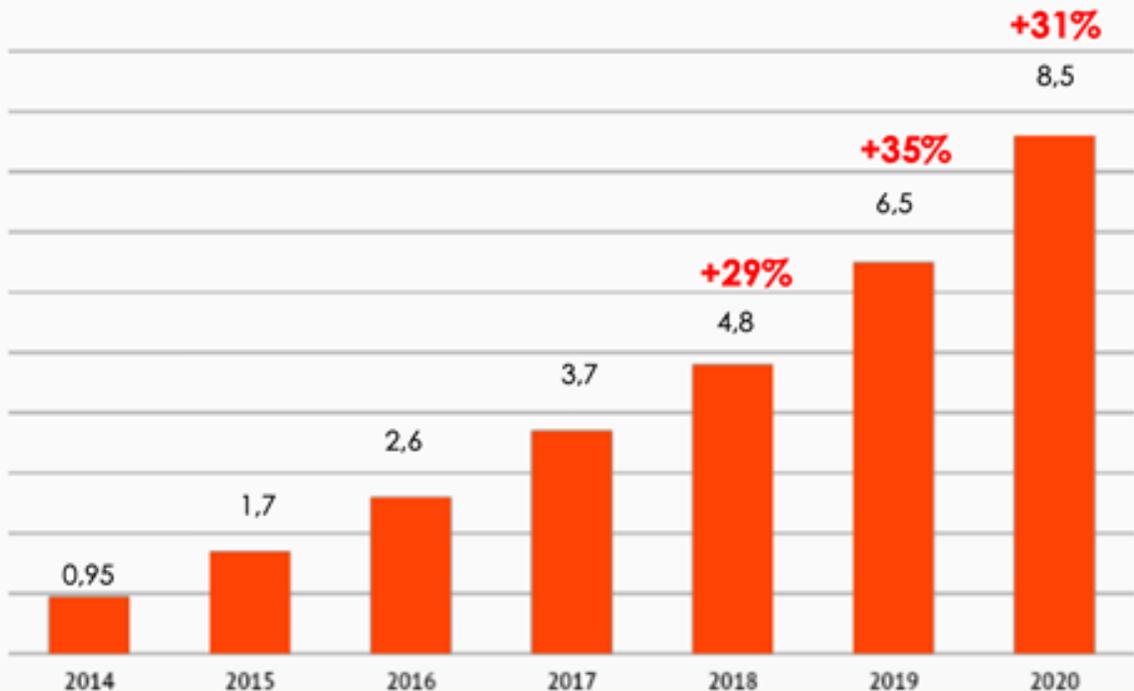
В среднем по развитым странам:

- **Бумажные** книги покупают **в 2-1,5 раза чаще**, чем электронные
- Больше всего читатели предпочитают **аудиокниги**
- Продажи электронных книг (искл. аудио) **не растут**
- Активно покупают электронные книги проф. **библиотеки**

Как меняется рынок электронных книг в России

Все книги (художественные, учебные, научные) в электронном формате - **10%** от всего рынка в (руб.)

Емкость рынка цифровой книги в России, млрд руб



ВУЗОВСКИЕ БИБЛИОТЕКИ

Опрос «Университетская книга»

- В половине вузовских библиотек цифровые ресурсы составляют **более 30%**
- Совсем **не** приобретают бумажные книги **6%** библиотек
- Библиотеки **сокращают** покупку бумажных книг

https://bookunion.ru/upload/files/%D0%9C%D0%9C%D0%9A%D0%AF%202021_final_%D0%B4%D0%B%D1%8F%20%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B%D0%BB%D0%BA%D0%B8.pdf

Что делают издатели профессиональной литературы за рубежом и в РФ



ГЭОТАР
и ПАРТНЕРЫ

Крупнейшее издательство медицинской литературы на всем англоязычном пространстве **Elsevier:**

- Ежегодно выпускает новые наименования книг – **550-600**
- Всего **15,5 тыс.** мед. наименований
- **90%** издаются в бумажном и электронном форматах, **10%** – в электронном
- Электронная книга стоит на **10-30% дешевле**

Крупнейшее издательство медицинской литературы на русском языке **ГЭОТАР-Медиа:**

- Ежегодно выпускает новые наименования книг – **350-400**
- Всего **3,8 тыс.** мед. наименований
- **80%** издается в бумажном и электронном форматах, **20%** – только в электронном
- Электронная книга стоит на **25% дешевле**

Русскоязычному медицинскому сообществу повезло – у нас **есть свое** информационно-образовательное пространство с **1997 г.** Такого **нет ни у одной другой отрасли** экономики страны!

Направления деятельности

КНИГИ В БУМАГЕ
И ЦИФРЕ



3 800 российских
и переводных
изданий



ПРОГРАММНЫЕ
ПРОДУКТЫ

ЭБС, ЦБС, СППВР,
Интерактивные
учебники



ГЭОТАР
и ПАРТНЕРЫ

ЭКСПЕРТИЗА,
АНАЛИТИКА,
ПОВЫШЕНИЕ
КВАЛИФИКАЦИИ



Оргздрав и Сестринское дело



СИМУЛЯЦИОННОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ

Комплексные
решения

ШИРОКИЙ ВЫБОР – 3800 НАИМЕНОВАНИЙ

УЧЕБНИКИ И ПОСОБИЯ – 1800

- Для студентов ВУЗов – 1400
- Для студентов СУЗов – 450

ПРАКТИЧЕСКИЕ РУКОВОДСТВА - 2000

- Для врачей - 1200
- Для средних медработников – 720

СПРАВОЧНИКИ – 360

ЭНЦИКЛОПЕДИИ – 160

АТЛАСЫ – 300, НАУЧНЫЕ ЖУРНАЛЫ ВАК – 14

«ВЕСОМЫЕ ЗНАНИЯ В НЕВЕСОМ ФОРМАТЕ»

ЭЛЕКТРОННЫЕ БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ (ЭБС)

- «Консультант студента»
- «Консультант врача»
- **ЦИФРОВЫЕ БИБЛИОТЕКИ СПЕЦИАЛИСТА – 70**



«ЗОЛОТАЯ
серия»

мировых
медицинских
бестселлеров

Серия справочников «Консультант за 5 минут»

Более 500 статей в каждой книге * Более 100 алгоритмов

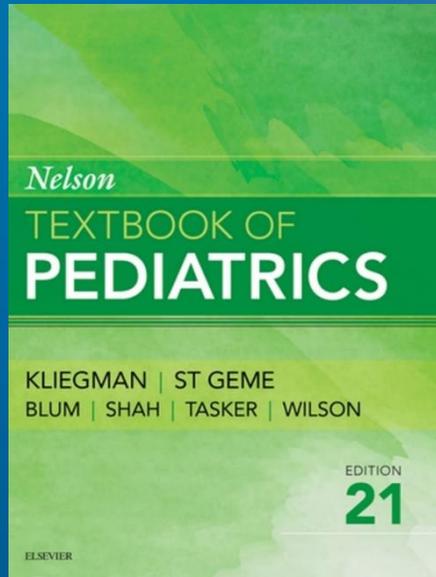


<https://5mcc.vshouz.ru>

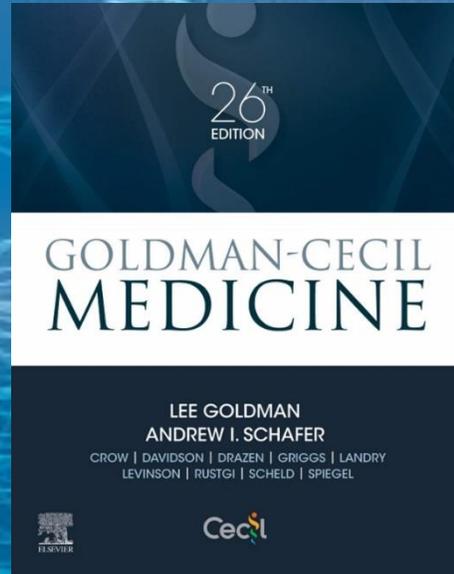


МИРОВЫЕ БЕСТСЕЛЛЕРЫ

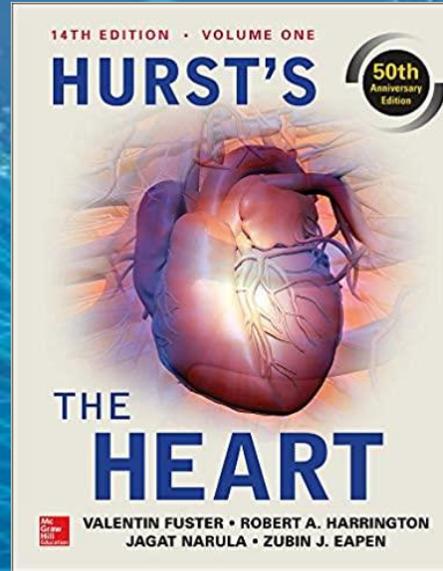
Фундаментальные Руководства (проекты 2022 г.)



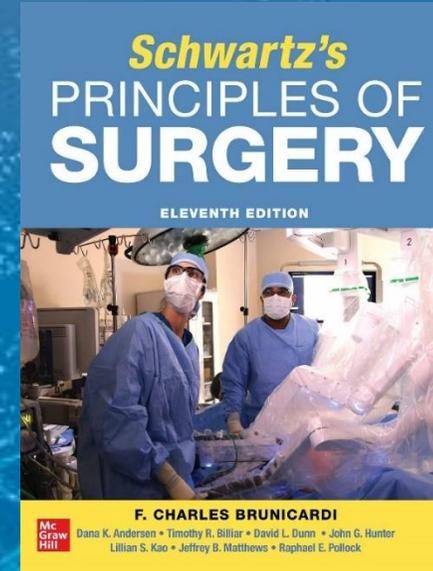
Педиатрия по
Нельсону



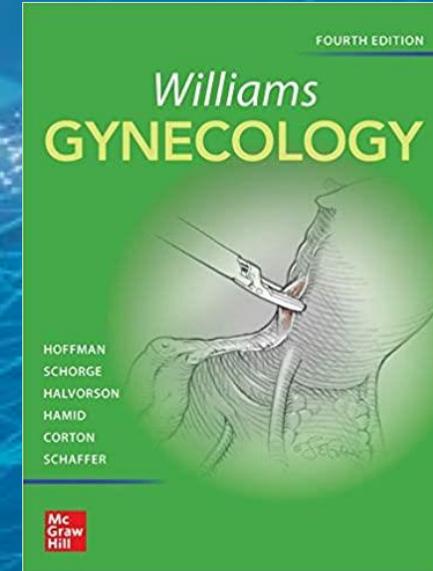
Терапия по
Сесилю



Кардиология
по Херсту



Хирургия по
Шварцу



Гинекология по
Уильямсу



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ СЕРИЯ БИБЛИОТЕКА ФЕЛЬДШЕРА

- **Алгоритмы поведения и оформления** замещения врача фельдшером
- **Порядок медицинской сортировки** и транспортировки больных и рожениц
- **QR-коды** на всю нормативную базу

ИНТЕРАКТИВНЫЕ АТЛАСЫ ДЛЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Патологическая анатомия»

Интерактивный атлас

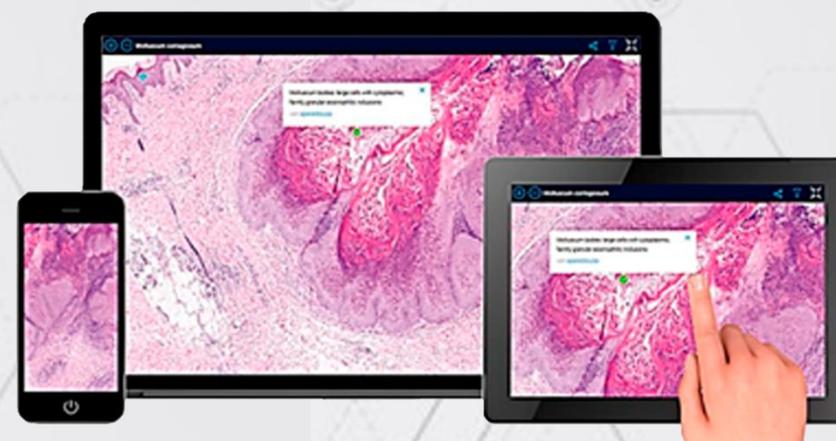
и руководство к практическим занятиям



- ✓ Обширная коллекция препаратов (включая редкие заболевания) – более 400 панорам
- ✓ Визуальная разметка патологических процессов
- ✓ Микропанорамы - полные аналоги работы цифрового микроскопа с увеличением до 400 раз
- ✓ Доступ через Интернет (онлайн) или путём установки в локальной сети

«Гистология и цитология»

Интерактивный атлас



- ✓ Более 200 размеченных микрофотографий, полученных с помощью технологии WSI, 12 схем и таблиц
- ✓ Работа в режиме виртуальной микроскопии
- ✓ Полностью заменяет работу с препаратами под микроскопом
- ✓ Увеличение слайдов с изображениями в 600 раз
- ✓ Доступ ОНЛАЙН или ОФФЛАЙН путём установки в локальной сети

Преимущества интерактивного пособия:

ТЕРАПИЯ

- 7 разделов медицины
- более 100 синдромов

ПЕДИАТРИЯ

- 9 систем организма
- более 70 синдромов

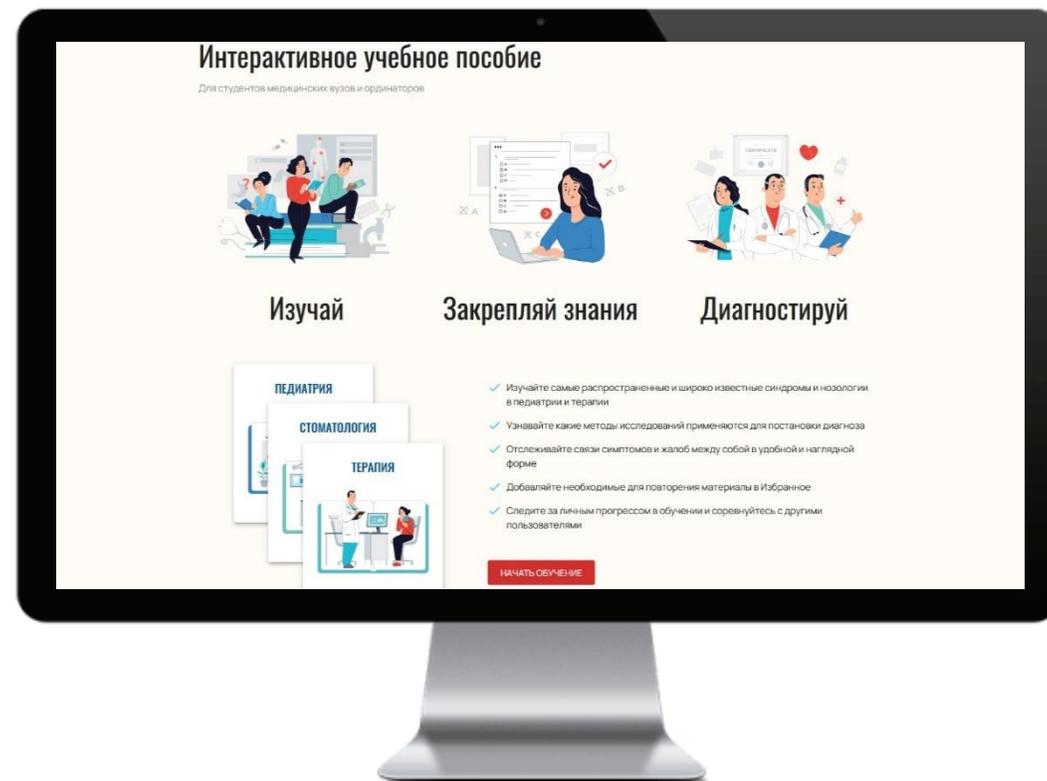
- ✓ позволяет проверить знания по изученным синдромам и нозологиям в двух направлениях: от симптомов к диагнозу (три уровня сложности в режиме «Тестирование») и от диагноза к симптому
- ✓ загружены аускультационные звуки и большое количество иллюстраций, которые не может вместить в себя бумажный учебник
- ✓ программа содержит элементы геймификации (в режиме «Диагностика») для более эффективного усвоения знаний
- ✓ в разделе «Терапия» впервые собраны все синдромы по ревматологии, изучаемые на курсе пропедевтики
- ✓ поисковая система сайта позволяет искать не только синдромы, но также жалобы и результаты исследований
- ✓ современный и удобный интерфейс с множеством подсказок сделает процесс обучения легким для самых требовательных пользователей

3 режима

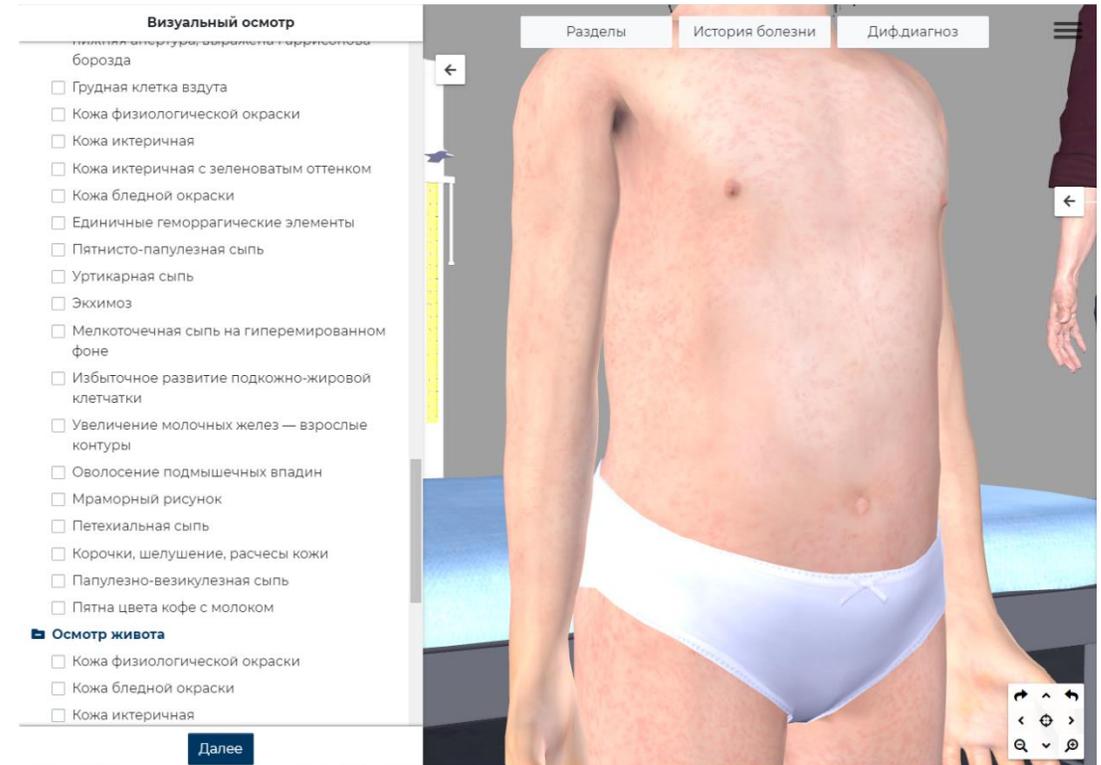
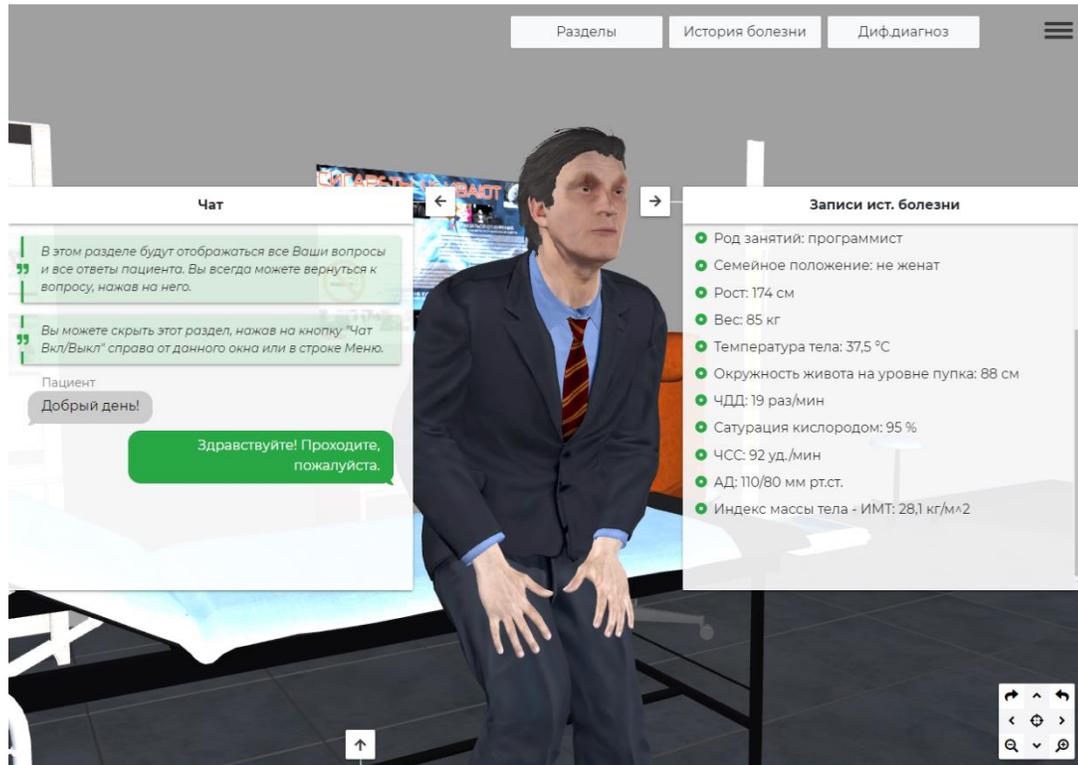
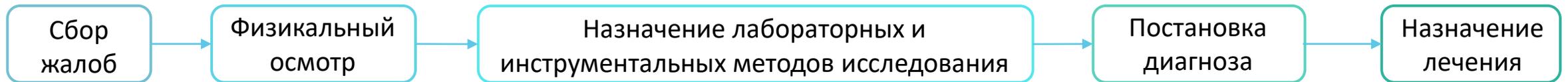
обучение

тестирование

диагностика



Экранный симулятор имитирует полноценный врачебный приём



Преимущества интерактивной образовательной программы:

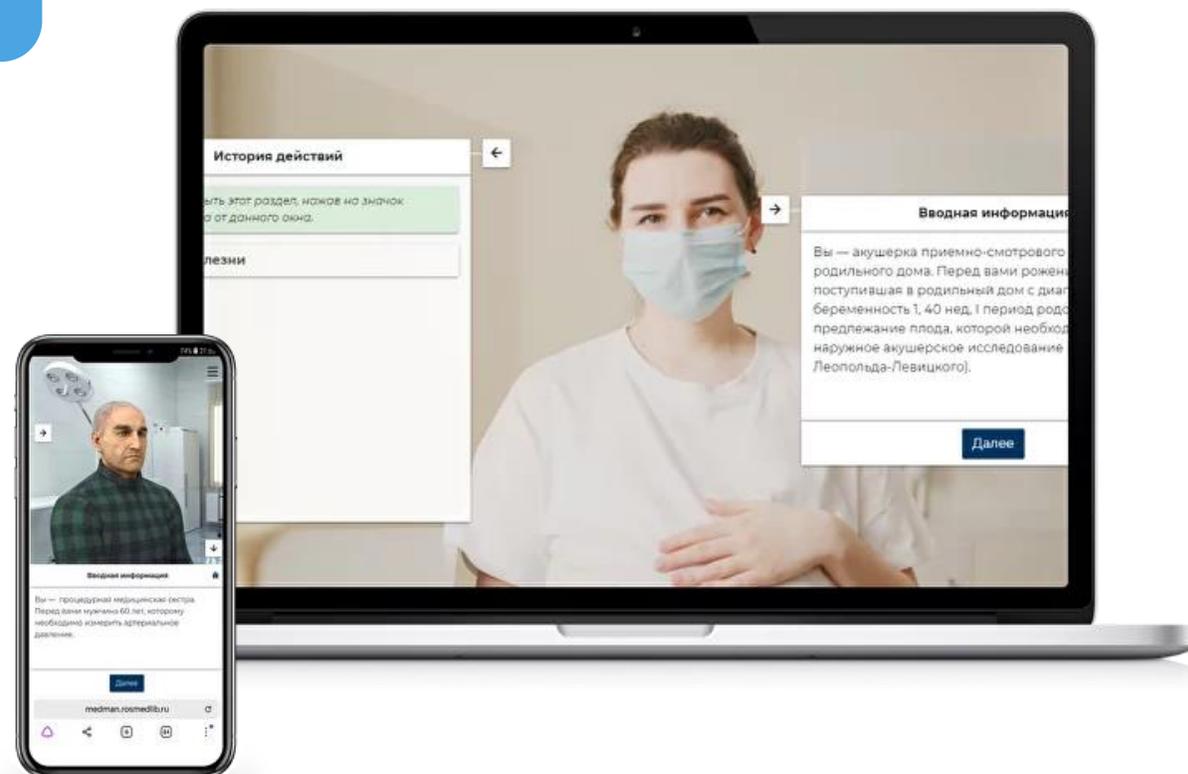
138 МАНИПУЛЯЦИЙ

- 1 манипуляция = 1 кейс

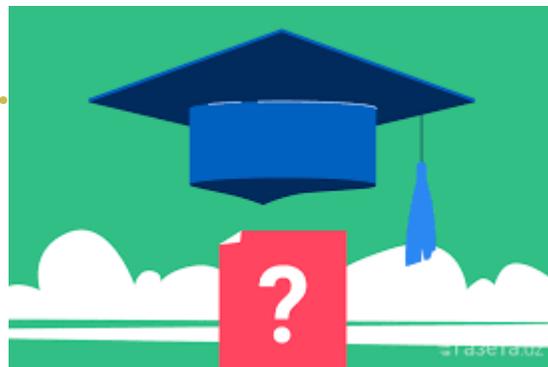
2 РЕЖИМА РАБОТЫ

- обучение
- тестирование

- ✓ изучение теории и практики медицинских манипуляций (когнитивная тренировка) происходит в удобном и вовлекающем формате
- ✓ знания усваиваются более эффективно благодаря игровой модели с обратной связью
- ✓ ситуационные задачи приближены к реальности, благодаря наглядной визуализации
- ✓ есть возможность многократного прохождения ситуационных задач



3. Выполняет ли сегодня медицинский вуз свою миссию в трансляции знаний?



И при таком изобилии есть проблемы в получении знаний студентами и медицинскими работниками в любой стране

1. **Не осознают** своих пробелов в новых знаниях
2. Сознают недостаток знаний, но **не хотят** этим заниматься
3. Испытывают **трудности** в поиске информации **из-за неудобства и нехватки** времени
4. **Не знают** о новых изданиях
5. **Недостаточно** мотивации для регулярного повышения квалификации
6. В медицинских организациях **нет** бумажных и электронных библиотек
7. Клинические рекомендации **неудобны** для быстрого поиска необходимой информации
8. **РЯД БИБЛИОТЕК ВУЗОВ РФ НЕ ОБНОВЛЯЛ СВОЙ ФОНД НОВЫМИ ИЗДАНИЯМИ ПО 5-7 ЛЕТ!!!**

Пробелы в знаниях врачей стоят жизней

- В результате возникают **дефекты** (ошибки) в оказании медицинской помощи, которые стоят пациентам жизни. В США ежегодно из-за неверных действий медицинского персонала происходит **250 тыс. смертей пациентов**. Это **10%** от общего числа смертей в США**
- Если экстраполировать данные США на РФ – **это 190 тыс. смертей** ежегодно, **половину** из которых можно предотвратить

**Makary MA, Daniel M. Medical error-the third leading cause of death in the US. BMJ. 2016 May 3;353:i2139. doi: 10.1136/bmj.i2139. PMID: 27143499.

ВУЗ – это пространство «Храм» для обучения, которое надо создавать



Сколько тратится на обеспечение бумажными и электронными изданиями **на 1 студента/школьника в год**

США: библиотека
университета

30 000 руб.
(1150 \$ ППС)

1 место
Кубанский ГМУ

2 200 руб.

Россия: школа

1 600 руб.

Среднее значение по
медвузам России

1 000 руб.

Россия: медицинский
вуз

1 000 руб.

45-47 место

430 руб.

Результат – пример Москвы

При прохождении экзамена на право работать в городских медицинских организациях **проваливаются более 20%** кандидатов, а экзамен на получение статуса «Московский врач» с первого раза **успешно сдают только 40% из них**

Причины, мешающие созданию единого информационно-образовательного пространства в вузах

1. **Недостаточный** контроль: внутренний и внешний
2. Финансирование оснащения библиотек по **остаточному** принципу и их низкая активность
3. **Формальный** характер аттестации вузов
4. **Низкая** оплата труда ППС

Причины, мешающие развитию НМО

1. **Дефицит** времени у медработников
2. **Дефицит** средств у медработников и мед. организаций
3. **Недостаточная** мотивация руководителей мед. организаций и врачей
4. **Неудовлетворительное** качество мероприятий: по опросам GXP News, **78%** врачей оценили их на «3», «2» и «1» по шкале качества (шкала 5 баллов)

4. Что надо делать



Что надо делать для создания в вузах единого информационно-образовательного пространства

- Совершенствовать содержание и функциональные свойства учебных изданий

Кто: ведущие специалисты вузов и издательство «ГЭОТАР»

Мы справимся вместе с ППС!

Мотивация: **создание учебной литературы – критерий оценки ППС**

- Создать условия для ежедневного использования этих знаний в образовании и практической деятельности

Кто: Ректоры, ППС вузов, библиотекари

Это нам предстоит сделать!

Что надо делать для создания в вузах единого информационно-образовательного пространства

- Определить расходы на библиотеки из расчета — **не менее 3 тыс. рублей на 1 студента** в год
- Выделить денежные средства на создание единого информационно-образовательного пространства вуза **в приоритетном порядке**
- Разработать **стратегию развития медицинских библиотек** в новой цифровой реальности
- Установить жесткий **внутренний и внешний контроль** над тем, как оснащены библиотеки, как студенты работают с источниками знаний

ДЛЯ ВРАЧЕЙ: основа в трансляции знаний – **организационно-методическая вертикаль НМИЦ** и главного внештатного специалиста



ДЛЯ ВРАЧЕЙ: необходимые **условия и действия** на уровне Минздрава России

- В каждой мед. организации должна быть **библиотека** с доступом ко всем книжным и электронным информационным ресурсам с помещением — **читальным залом**
- Включение **требования** о наличии бумажных и электронных профессиональных библиотек **в стандарт оснащения** мед. организации
- Врачам должно выделяться время — **1 день в месяц** для повышения квалификации
- Затраты на оплату обучения должны быть в тарифе ОМС — не менее **0,3%** **от ФОТ**

Новые функции медицинской библиотеки в цифровую эпоху

- 1) **Сформировать оптимальное библиотечное пространство**
 - для изучения цифровых источников знаний
 - для общения и обмена мнениями внутри и между вузами
- 2) **Помогать «привязывать» знания к эффективным клиническим решениям**
 - обучение поиску информации и оценке ее качества
 - обучение основам медицинской информатики студентов и преподавателей, помощь в формировании программы дисциплины
 - мониторинг современных источников информации
- 3) **Понимать суть работы искусственного интеллекта (ИИ) и Больших языковых моделей, в том числе для перевода текстов на другие языки**
- 4) **Создавать единый интерфейс и программу, где размещены и взаимосвязаны:**
 - источники знаний с возможностью мониторинга активности студентов в их использовании
 - возможности для взаимодействия всех участников (студентов, преподавателей, администрации)
 - возможности оценки знаний

Новые функции медицинской библиотеки в цифровую эпоху

- Оценивать свою работу **по опросам** студентов и преподавателей (есть примеры зарубежных опросников)
- Использовать международно-принятые **рекомендации в подборе** бумажных и электронных изданий
- Принимать участие **в заседаниях кафедр**
- Выявлять **кафедры-лидеры** в информационном сопровождении учебного процесса

Фантастические возможности LLM – Больших языковых моделей с использованием ИИ (на декабрь 2022 г.)

- Chat GPT – может писать научные статьи в заданном формате, оформлять ссылки на статьи, делать резюме, писать сочинения, сдавать экзамены.

Nonhuman “Authors” and Implications for the Integrity of Scientific Publication and Medical Knowledge

Annette Flanagin, RN, MA; Kirsten Bibbins-Domingo, PhD, MD, MAS; Michael Berkwits, MD, MSCE; Stacy L. Christiansen, MA

- В ответ медицинские журналы установили строгие правила использования «не человеческих» статей

- MULTI MED QA – модель включает **6 баз** данных, устроенных по принципу «вопрос-ответ». Она сдает Американский медицинский лицензионный экзамен – **67% ответов правильно**

Large Language Models Encode Clinical Knowledge

Karan Singhal¹, Shekoofeh Azizi¹, Tao Tu¹,
S. Sara Mahdavi¹, Jason Wei¹, Hyung Won Chung¹, Nathan Scales¹, Ajay Tanwani¹,
Heather Cole-Lewis¹, Stephen Pföhl¹, Perry Payne¹, Martin Seneviratne¹, Paul Gamble¹, Chris Kelly¹,
Nathaneal Schärli¹, Aakanksha Chowdhery¹, Philip Mansfield¹, Blaise Agüera y Arcas¹,
Dale Webster¹, Greg S. Corrado¹, Yossi Matias¹, Katherine Chou¹, Juraj Gottweis¹,
Nenad Tomasev², Yun Liu¹, Alvin Rajkomar¹, Joelle Barral¹, Christopher Semturs¹,
Alan Karthikesalingam¹ and Vivek Natarajan¹

¹Google Research, ²DeepMind