



Цифровая экосистема эффективной
и качественной медицины: опыт и лучшие практики



Развитие цифрового образования в Сеченовском университете

Кошечкин Константин Александрович
доктор фармацевтических наук,
доцент кафедры информационных и интернет-технологий
Институт цифровой медицины
Сеченовский Университет, Москва, Россия



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУК О ЖИЗНИ



Цель цифрового здравоохранения

Целью цифрового здравоохранения является укрепление систем здравоохранения в РФ путем придания инновациям более значимой роли в целях

- повышения доступности оказания медицинской помощи,
- обеспечения эффективной и оптимальной маршрутизации пациента,
- межведомственного взаимодействия,
- обеспечения высокого качества, необходимой полноты и достоверности информации о состоянии здоровья пациента и
- увеличения доли раннего выявления заболеваний.

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330370/9789289059985-rus.pdf>



Структура цифровой медицины

Цифровая медицина (цифровое здравоохранение)

способ планирования и управления здравоохранением, организации и оказания медицинской помощи, обеспечения профилактики и формирования здорового образа жизни, информационного сопровождения граждан и медицинских работников на основе результатов непрерывной обработки данных в цифровом виде, при которой существенно повышается их эффективность за счет использования современных методов обработки и анализа данных, включая методы искусственного интеллекта.

Математические
методы обработки
медицинских данных

Электронное
здравоохранение

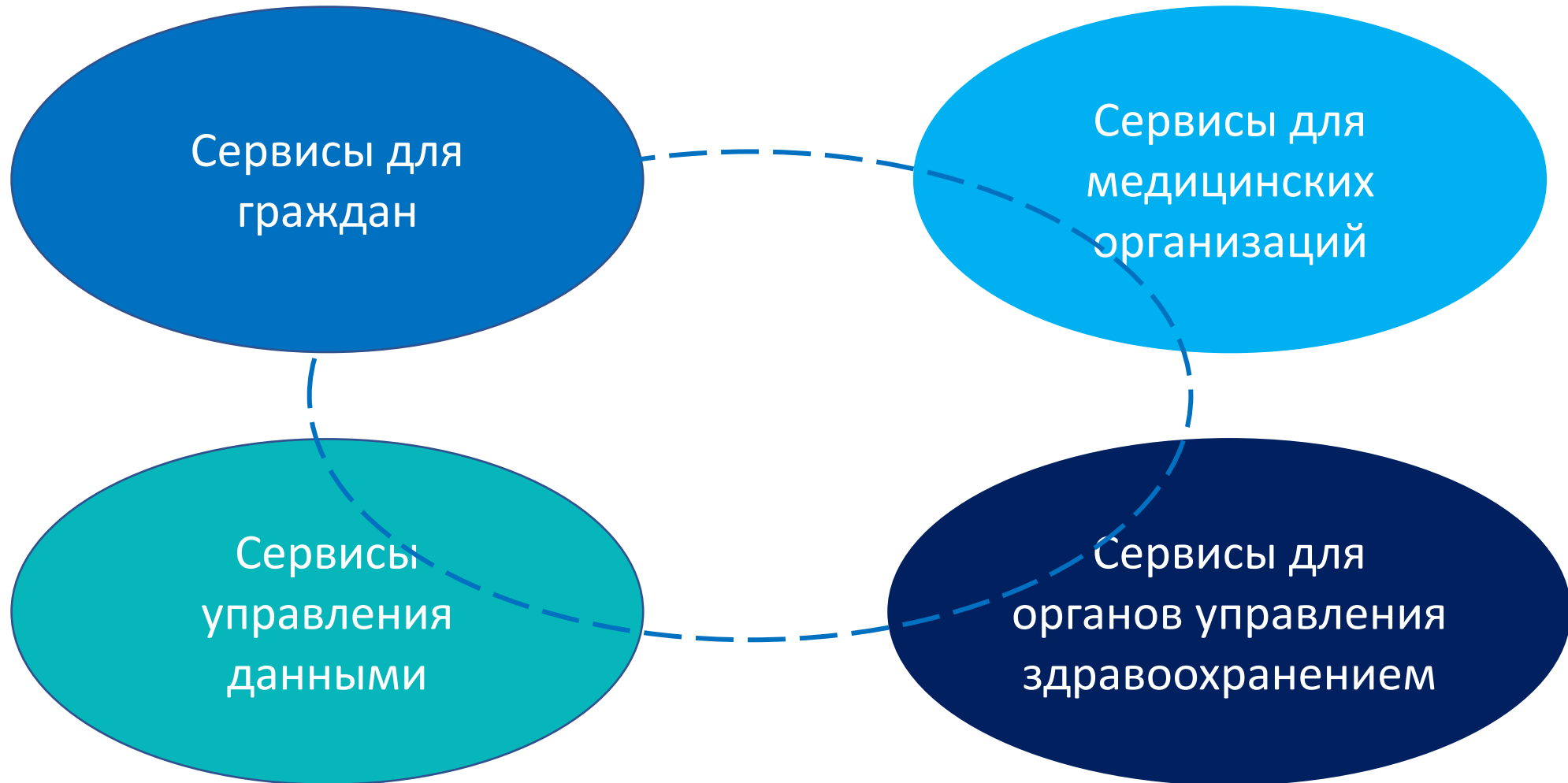
Телемедицина

Электронный
документооборот

Инфраструктура



Цифровые медицинские сервисы





SECHENOV UNIVERSITY

Кадры для цифрового здравоохранения

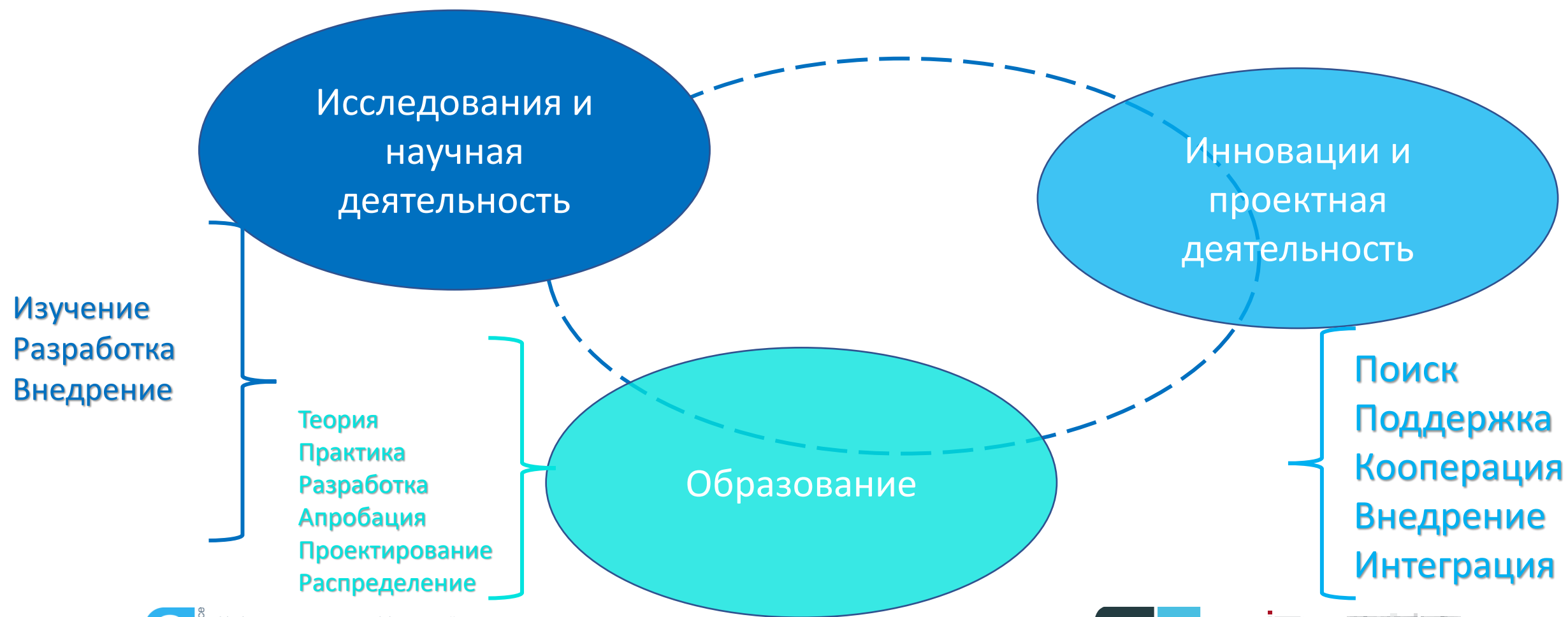


Цифровая экосистема эффективной и качественной медицины: опыт и лучшие практики





Основные направления развития ИЦМ





SECHENOV UNIVERSITY

Основные принципы разработки и подготовки кадров



Мультидисциплинарный подход к формированию профессорско-преподавательского состава



«Перекрестный» компетентностно-ориентированный подход - совместная работа слушателей-«медиков» и слушателей-«инженеров»



Практико-ориентированный подход - участие слушателей в выполнении инновационных внедрений и научно-исследовательских работах



Работа непосредственно в медицинских организациях по месту применения цифровых сервисов



Участие в апробации и испытаниях новых цифровых решений и технологий



Участие во внедрении и сопровождении новых цифровых решений и технологий



Акцент на интерактивные технологии преподавания, методику анализа конкретных ситуаций



Развитие системного мышления и аналитических способностей путем обязательного участия в деятельности научного кружка



Применение в качестве зачета публикаций в ведущих журналах или выступление на конференции



Непрерывное развитие учебно-методической базы преподавания



Цифровая экосистема эффективной
и качественной медицины: опыт и лучшие практики





Образование

ИТ-Образование специалитет (2950)

33.05.01 Фармация (271)
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика (140)
31.05.01 Лечебное дело (1434)
31.05.02 Педиатрия (255)
30.05.01 Медицинская биохимия (123)
32.05.01 Медико-профилактическое дело (307)
31.05.03 Стоматология (420)

ИТ-образование СПО (315)

34.02.01 Сестринское дело (119)
31.02.03 Лабораторная диагностика (12)
32.02.01 Медико-профилактическое дело (15)
31.02.05 Стоматология ортопедическая (130)
33.02.01 Фармация (39)

Бакалавриат (230)

09.03.02 Информационные системы и технологии (51)
01.03.03 Механика и математическое моделирование (49)
45.04.04 Интеллектуальные системы в гуманитарной среде (70)
38.03.02 Менеджмент (10)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (30)
28.03.03 Наноматериалы (2)
39.03.02 Социальная работа (18)

Магистратура (109)

09.04.02 Информационные системы и технологии (1)
45.04.04 Интеллектуальные системы в гуманитарной среде (7)
01.04.03 Механика и математическое моделирование (5)
19.04.01 Биотехнология (10)
32.04.01 Общественное здравоохранение (48)
39.04.01 Социология (10)
39.04.02 Социальная работа (4)
38.04.02 Менеджмент (13)
38.04.01 Экономика (6)
39.04.02 Социальная работа (5)

3632

Школа мастерства (28)

ИТ-медик (15)

Профессиональная практика
и стажировка

Аспирантура



Цифровая экосистема эффективной
и качественной медицины: опыт и лучшие практики



Базовые дисциплины кафедры

Дисциплина	Категория слушателей
IT-технологии и e-health	Все слушатели Университета
Data Scientist Аналитика Больших данных в медицине и социологии Интеллектуальные системы и технологии Интеллектуальные системы поддержки принятия решений Основы web-программирования	Искусственный интеллект в социальной сфере ИТ-медики
Нейронные сети Стандартизация программных средств и информационных технологий Алгоритмические языки Управление программными проектами	Информационные технологии, математическое моделирование
Основы биоинформатики и дизайна лекарственных средств Функциональная аннотация биополимеров Базы данных и основные методы биоинформатики	Биоинформатика
Проект «Цифровая кафедра» – обучение программированию (Python, C++, 1C), теория алгоритмов и разработка компьютерных программ	Слушатели Университета и слушатели других ВУЗов

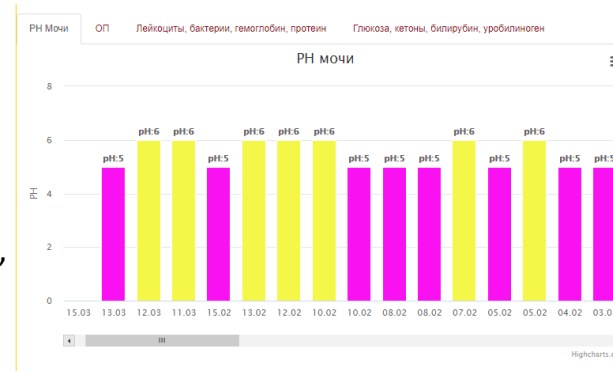


Участие студентов в научной работе

Направления исследований	Год	Количество студентов	Количество публикаций	Контингент
ИС в фармации и фармакологии Телемедицинские системы, дистанционное наблюдение за состоянием здоровья пациентов Применение математических методов в медицине, обработка больших данных Сбор и анализ медицинской статистики, использование медицинских показателей в управлении здравоохранением Поддержка принятия врачебных решений, машинное обучение, нейронные сети, системы виртуальной реальности Медицинские информационные системы, PACS, РИС, ЛИС Защита информации и персональных данных Биоинформатика Законодательное и нормативное обеспечение	2018-2019	15	1	ИТ-медики
	2019-2020	15	3	ИТ-медики
	2020-2021	15+6	5	ИТ-медики ИСиТ ММ ИСвГС
	2021-2022	15+15	15 (план)	ИТ-медики ИСиТ ММ ИСвГС

Возможности дистанционного мониторинга при мочекаменной болезни (Протокол № ЦМ_002)

- Пациенты с рецидивной мочекаменной болезнью
- **Цель** – метафилактика МКБ
- **Задачи:**
 - Увеличение приверженности к длительной терапии
 - Достижение целевых показателей: pH, плотность мочи, контроль инфекции МВС
 - Борьба с рецидивом
 - Литолитическая и литокинетическая терапия



Под наблюдением находились **30 больных**, прошедших курс лечения по поводу рецидива мочекаменной болезни.

Среди больных было:

мужчин – 21,

женщин – 9,

в возрасте от 37 до 67 лет (средний возраст больных 48 лет).

У всех больных был проведен комплекс необходимых обследований, включавший в себя: лабораторные анализы, УЗИ, обзорную или экскреторную урографию, компьютерную томографию.

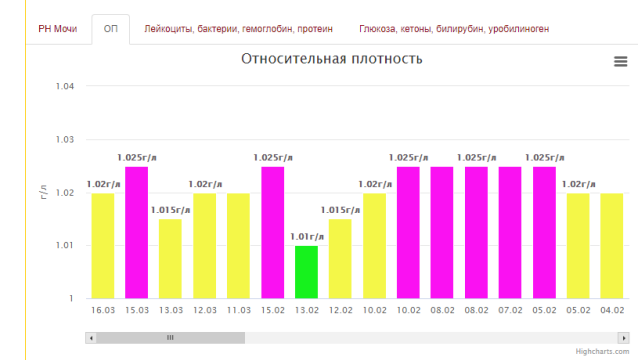
У 8 больных пролеченный эпизод МКБ был первым, у 22-х больных имелось несколько (от одного до 30) предшествовавших рецидивов МКБ.



Цифровая экосистема эффективной
и качественной медицины: опыт и лучшие практики



SECHENOV UNIVERSITY



СТАНДАРТЫ ЭТИКИ

Архив журнала / 2021 / №5

Методология дистанционного мониторинга пациентов с мочекаменной болезнью: разработка и первичная апробация

Г.С. Лебедев, И.А. Шадеркин, М.А. Газимиев, В.И. Руденко, И.В. Дьяконов, А.Е. Алфимов, А.В. Владимирский, А.М. Газимиев
— 1) ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия; 2) ГБУЗ Москвы «НПЦ диагностики и телемедицинских технологий» ДЗМ, Москва, Россия

Проекты с институтом урологии и репродуктивного здоровья

- ❖ Изучение диагностической ценности и удобства применения последовательных общих анализов мочи, выполняемых **пациентами с мочекаменной болезнью** самостоятельно вне клиники с помощью портативного анализатора тест полосок
- ❖ Изучение дистанционного мониторинга **динамики мочеиспускания**

Протокол № ЦМ_002 версия 1.1 от 08.04.2020 г.

Протокол № ЦМ_001 версия 1.2 от 12.03.2020 г.

Под наблюдением находились **30 больных**, прошедших курс лечения по поводу рецидива мочекаменной болезни.

Среди больных было:

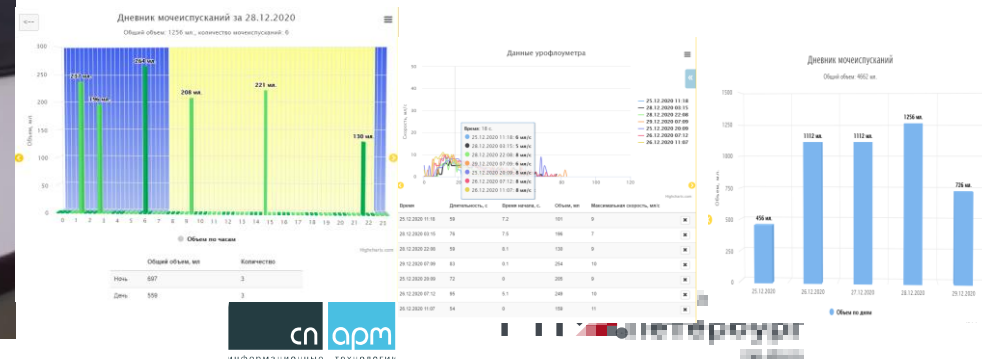
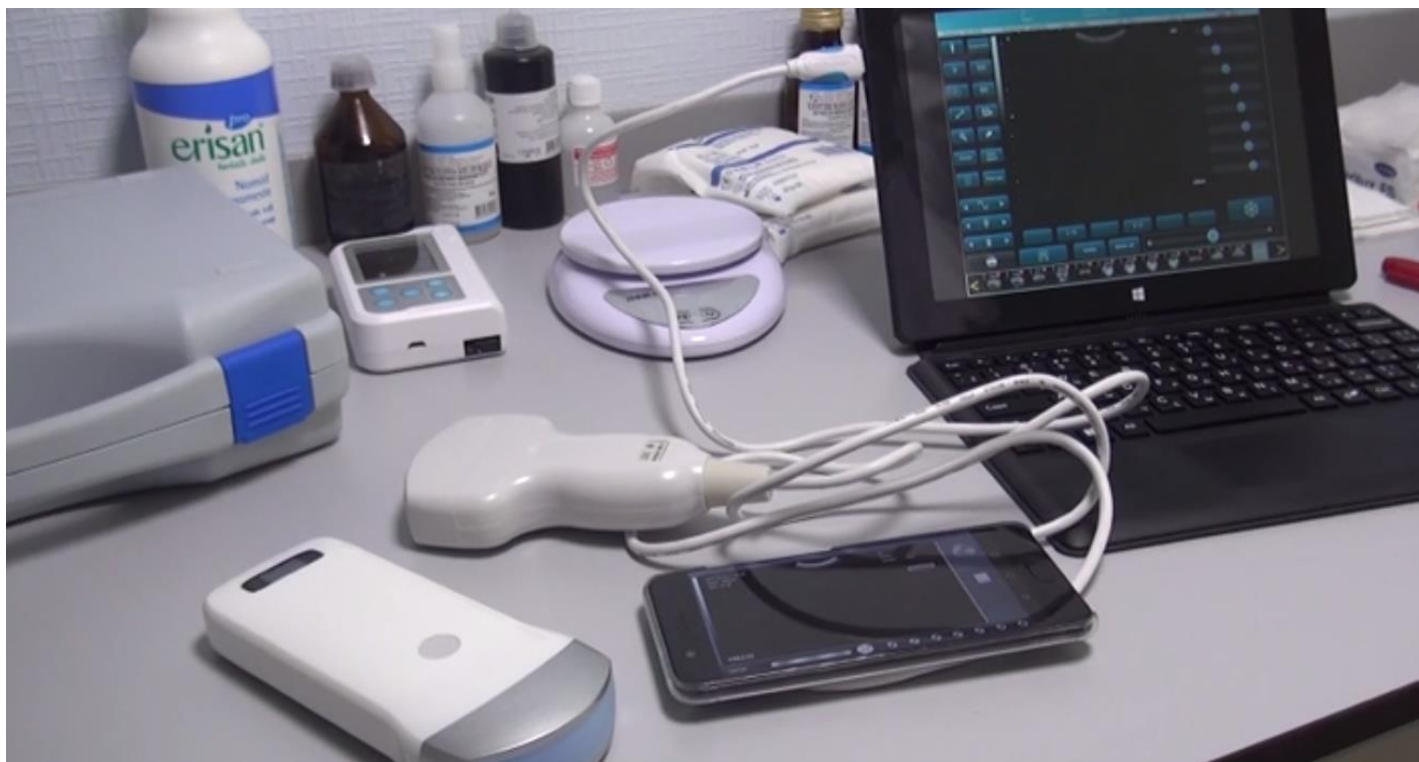
мужчин – 21,

женщин – 9,

в возрасте от 37 до 67 лет (средний возраст больных 48 лет).

У всех больных был проведен комплекс необходимых обследований, включавший в себя: лабораторные анализы, УЗИ, обзорную или экскреторную урографию, компьютерную томографию.

У 8 больных пролеченный эпизод МКБ был первым, у 22-х больных имелось несколько (от одного до 30) предшествовавших рецидивов МКБ.



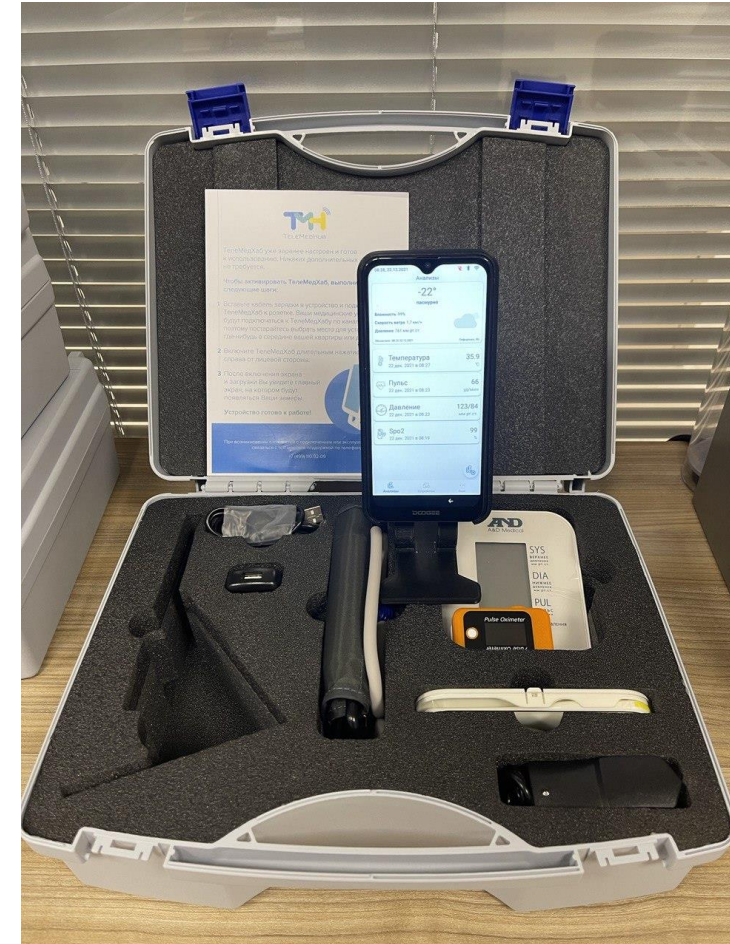
Телемедицинский мониторинг пациентов, находящихся на домашней респираторной поддержке

Международное клинико-экономическое исследование «**Перспективное клинико-диагностическое исследование по респираторной поддержке и кислородотерапии на дому для пациентов с неизлечимыми прогрессирующими заболеваниями или состояниями, а также заболеваниями или состояниями в стадии, когда исчерпаны возможности этиотропического лечения, при наличии медицинских показаний**»

- Разработка и апробация методологии дистанционного мониторинга состояния здоровья паллиативных пациентов, находящихся на домашней респираторной поддержке
- Телемедицинское сопровождение пациентов

Участники проекта (Консорциум – подписан 01 марта 2021)

- ❖ Сеченовский Университет
- ❖ Общество с ограниченной ответственностью «ЭР ЛИКИД» (Франция)
- ❖ Общество с ограниченной ответственностью «ВИВИКЬЮБД»
- ❖ Автономная некоммерческая организация "Национальный центр развития технологий социальной поддержки и реабилитации «Доверие»
- ❖ Общество с ограниченной ответственностью «ИНКОМЕД»
- ❖ Благотворительный фонд помощи людям с боковым амиотрофическим склерозом и другими нейромышечными заболеваниями «ЖИВИ СЕЙЧАС»





Инициатива «Персональные медицинские помощники» (Проекты-маяки)

Проект «Персональные медицинские помощники» реализуется Инфраструктурным центром "Хелснет" НТИ. **Предполагается**, что **данные** с мобильных медицинских устройств (глюкометров и других трекеров) от пациентов, **будут передаваться на общую платформу** и связываться с электронной медицинской картой больного. **Благодаря этому врач сможет отслеживать критические показатели** в режиме реального времени, а система **искусственного интеллекта спрогнозировать ухудшение состояния** здоровья человека.

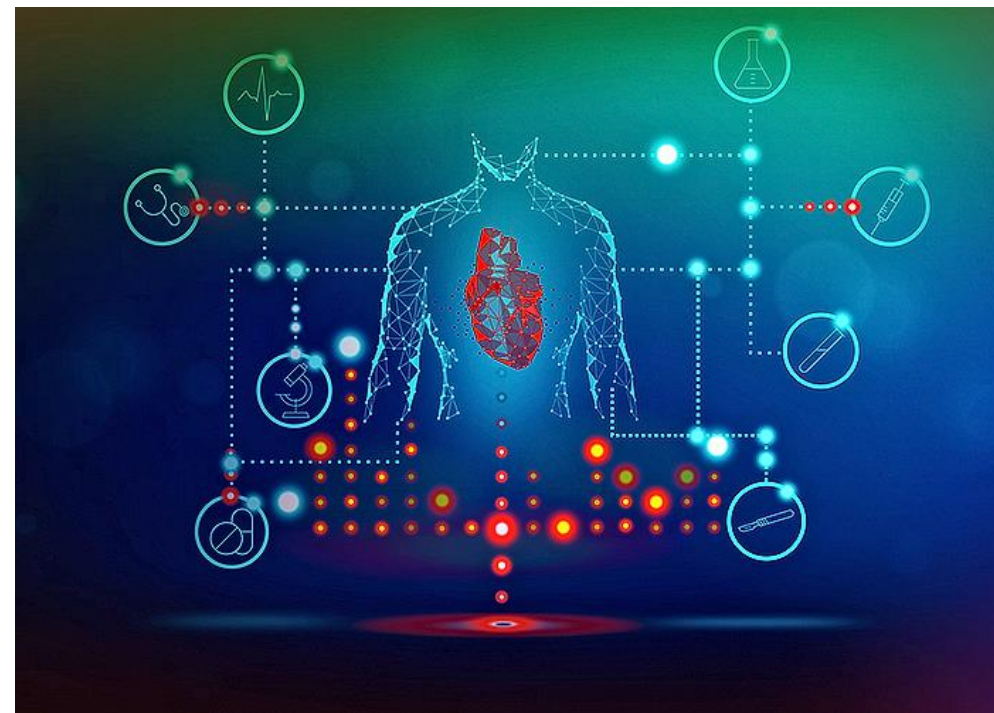
И все вместе позволит врачу принять **превентивные меры**, не допуская точки невозврата.

Партнерство Сеченовского Университета и Роснано

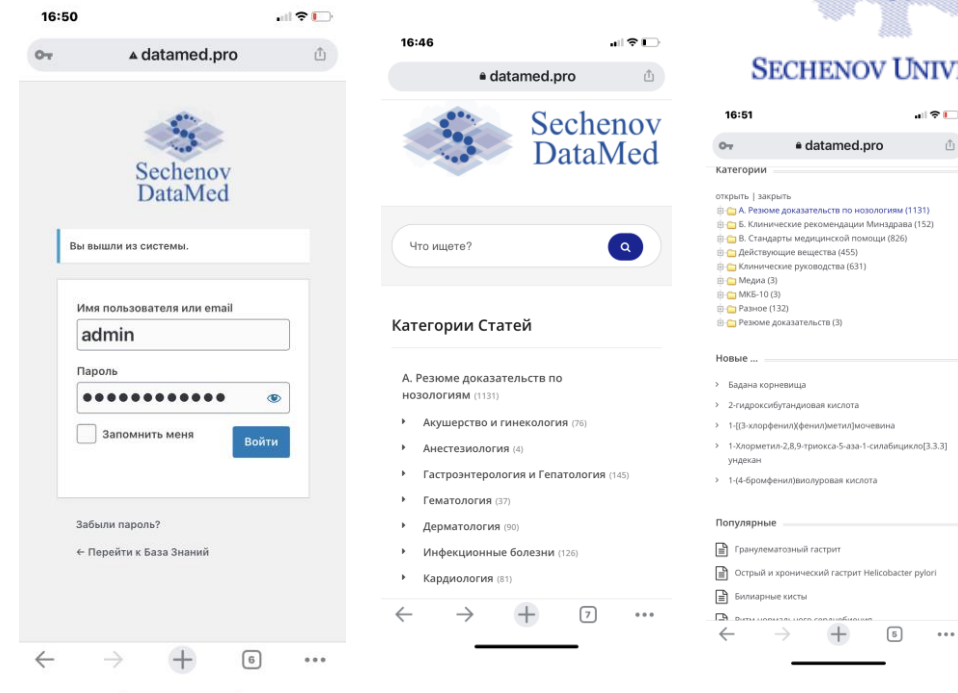
Рабочая группа Минздрава России (Шадеркин И.А.)

Участие Университета:

1. Аprobация решений
2. Разработка национальных стандартов информационного обмена
3. Разработка требований к дистанционному наблюдению за состоянием здоровья
4. Разработка требований к применению систем поддержки принятия врачебных решений
5. Разработка и реализация образовательных программ



SECHENOV UNIVERSITY



The screenshot shows the 'gynology' application interface. The top navigation bar includes 'База знаний', 'Настройки', 'Добавить', 'Изменить рубрику', 'Пример, GF', and a search icon. The left sidebar lists various gynecological topics, with 'Генитальный пролапс' (Genital prolapse) selected. The main content area displays the title 'Генитальный пролапс' and a list of symptoms under the heading 'Симптомы'. The top navigation bar also includes 'gynology' and 'gynology'.

Генитальный пролапс

Под редакцией: акад. РАН, проф. д.м.н. А.М. Стрижкова. зав. кафедрой акушерства, гинекологии и перинатологии

Симптомы

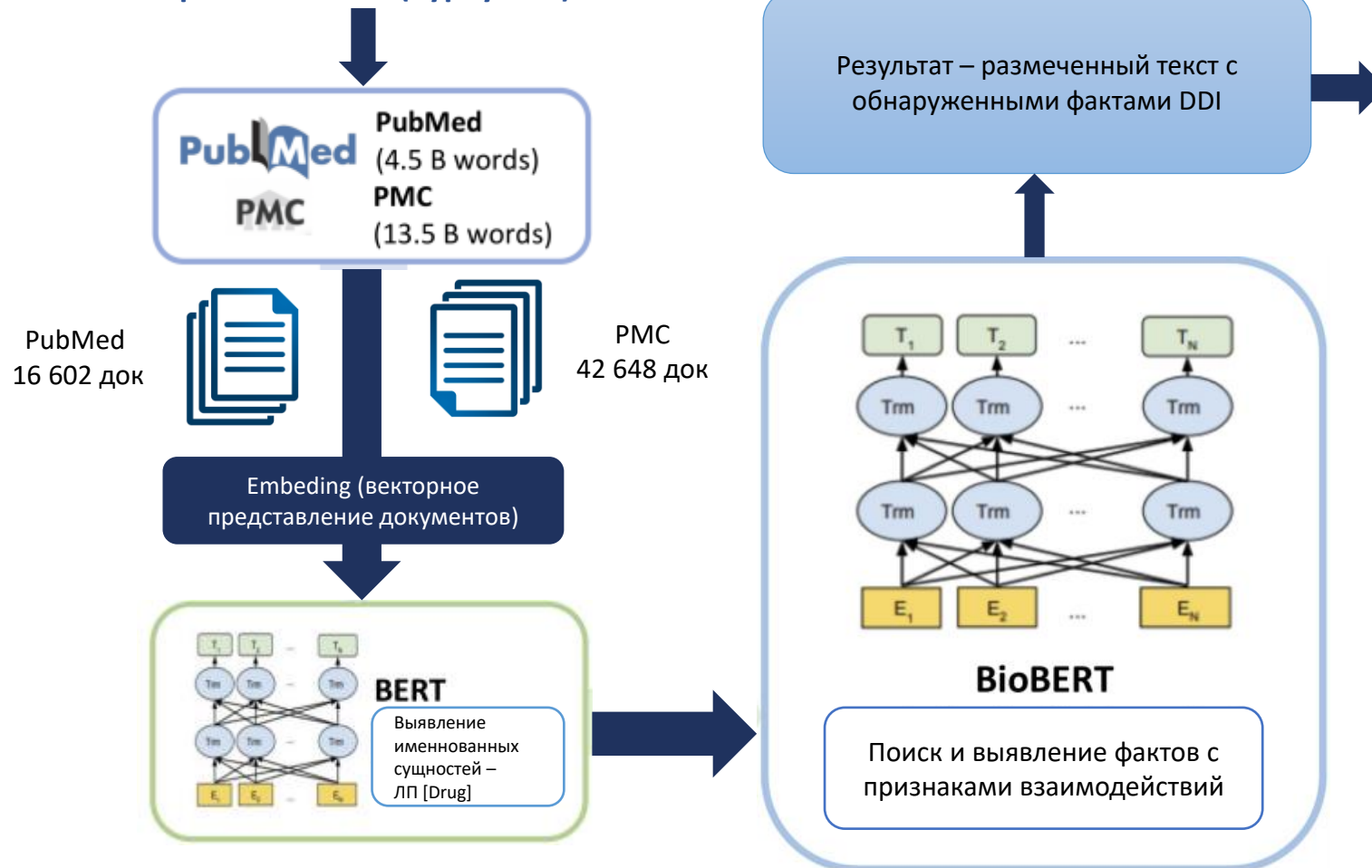
- Клиническая картина может варьироваться от почти полного отсутствия симптоматики до очень тяжелой картины.
- Патологические вагинальные кровотечения (или повторющиеся (односторонние) боли внизу живота.
- У некоторых пациенток кровотечение может напоминать менструацию.
- В тяжелых случаях внезапная интенсивная боль в

национална агенция за защита на потребителя

ITN.Петербург

Поиск лекарственных взаимодействий с использованием нейронной сети BERT-топологии на примере Curcumin

Запрос: Curcumin (куркумин)



Сеть обучена и развернута. Совместно с Институтом трансляционной медицины и биотехнологий (В.Тарасов) проводим оценку качества выявления лекарственных взаимодействий.

№ - 121

Отправлено ->

Curcumin , a phytochemical from rhizomes of the plant Curcuma longa , has been reported to exert potential anticancer properties in various cancer types , including acute myeloid leukemia (AML) .

Возвращено сеткой ->

[DRUG] , a phytochemical from rhizomes of the plant Curcuma longa , has been reported to exert potential anticancer properties in various cancer types , including acute myeloid leukemia (AML) .

Тип DDI -> effect

Источник ->

Pharmacokinetic drug interactions with clopidogrel: updated review and risk management in combination therapy
Ther Clin Risk Manag. 2015 Mar 19;11:449-67. doi: 10.2147/TCRM.S80437. eCollection 2015.PMID: 25848291

Место в источнике

Абзац 2, предложение – 4



Цифровая экосистема эффективной и качественной медицины: опыт и лучшие практики





Предиктивные модели

Институт персонализированной медицины,
проф. Копылов Ф.Ю.
нозология - Ишемическая болезнь сердца
Фармакотерапия
датасет **74** - параметра (в т.ч. генетические)

Кафедра госпитальной хирургии
проф. Винокуров И.А.
нозология - Острая ишемия
Хирургия
датасет **68** – входных параметров



1. Подготовлены датасеты
2. Разработаны модели машинного обучения
3. Выбраны архитектуры с наилучшей точностью
4. Проведено машинное обучение
5. Проведена оценка значимости факторов
6. Ведется разработка программного обеспечения специализированных калькуляторов
7. Начало пилотной эксплуатации – запланировано на 1й квартал 2022

Модели машинного обучения:

1. Logistic Regression (LR);
2. Support Vector Machine (SVM),
3. AdaBoosting (AB),
4. GradientBoosting (GB),
5. K-Nearest Neighbors (KNN),
6. Random Forest (RF),
7. Decision Tree (DT),
8. XGBoost (XGB)/



Интеллектуальная телемедицинская система анализа морфологического материала



УКБ-1: Мониторинг оборота операционных столов (Роюк В.В., Суббот В.С., Васильев И.А.)



Обучена искусственная нейронная сеть

- Обнаружение события «Пациент на столе»
- Обнаружение события «Работает операционная бригада»
- Обнаружение события «Операционная бригада закончила работу»
- Обнаружение события «Стол свободен»

Возможности

1. осуществлять мониторинг загруженности операционных в текущий момент;
2. что позволяет оптимизировать менеджмент экстренных операций;
3. анализировать загруженность операционной за установленный период времени;
4. что позволяет оптимизировать работу операционной;
5. документировать рабочее время и фиксировать переработки;
6. удаленно в любое время получать оперативную информацию о работе интересующей операционной;
7. удаленно получать уведомление о конце/начале интересующей операции;
8. оценивать временные промежутки между операциями для анализа эффективности работы;
9. получать фото коллег в стиле Minecraft



Математические модели в телемедицине

- Разработка алгоритмов расчета риска постановки неправильного диагноза при телемедицинской консультации (для Экспериментальных правовых режимов в медицине) – по заданию заместителя Министра Пугачева П.С.
 - Обоснование возможности постановки диагноза дистанционно
 - Построение моделей на основании стандартов медицинской помощи и клинических рекомендаций

Параметр	Источник	Описание	Возможные значения
Общие характеристики			
Частота (K_1)	СМП	Показывает необходимость применения услуги	0-1
Кратность (K_2)	СМП	Показывает необходимое количество услуг	>0
Экспертное мнение			
Клиническое влияние (K_4)		Показывает экспертное мнение ведущих специалистов в рассматриваемой области	0-1
Вес по КР (K_5)	КР	Берется из КР. Соответствует критериям достоверность (1-5) и убедительность (А,В,С)	0-1 (в случае отсутствия ставим значение 0,5 – неопределенно)
Доверие к представленным результатам (категории качества диагностических данных)			
Наличие результатов на руках у пациента (K_6)		Характеризует источник предоставления данных	0-1
Наличие результатов в ЭМК		Характеризует степень обработки данных	0-1
Применение устройства mHealth на дому пациентом самостоятельно		Характеризует устройство, на котором выполнены исследования	0-1
Надежность работы диагностического оборудования (K_3)		Характеризует источник предоставления данных	0-1 (0,95)

Аппаратно-программный комплекс для автоматизации оцифровки микроскопических препаратов

Совместно с

- Институт урологии
- Кафедра патологической анатомии имени академика А.И. Струкова

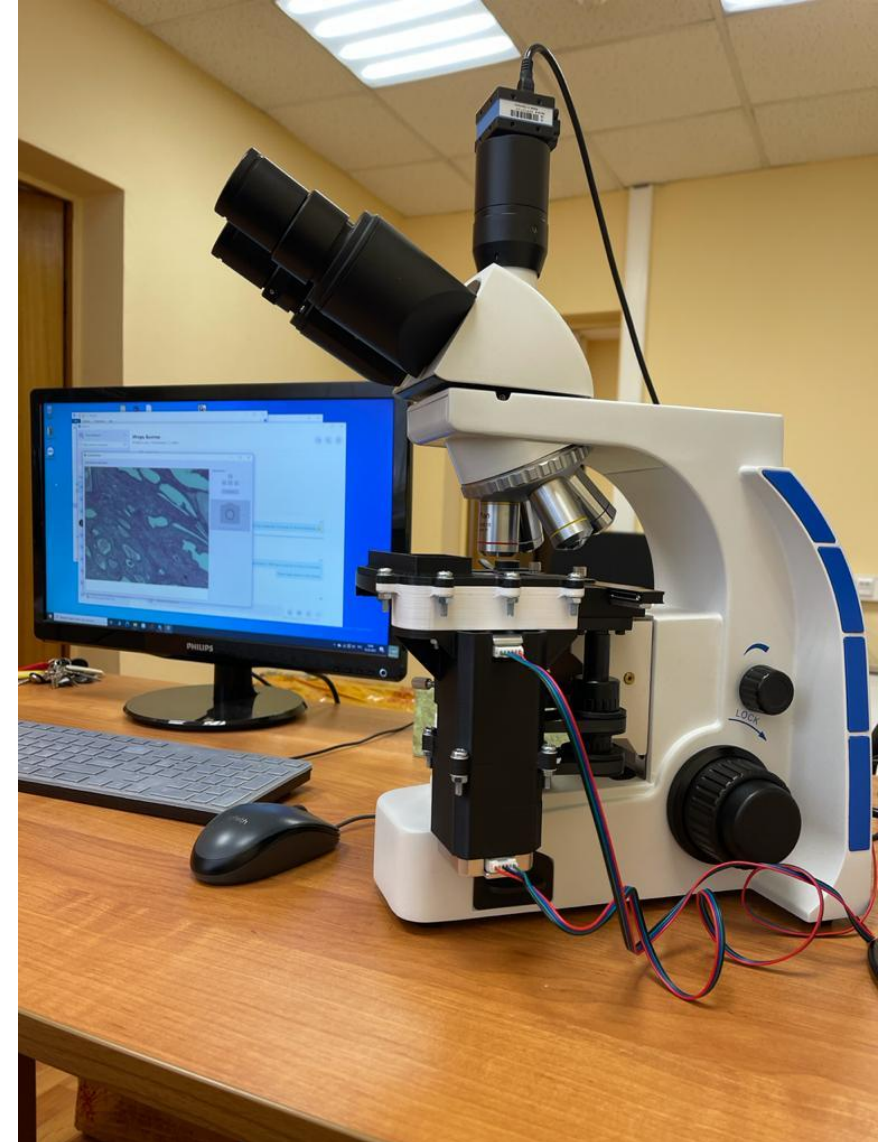
Цель работы. Создание доступного (стоимостью от 2-3 тыс долларов) прибора (аппаратно-программного комплекса) для сканирования и оцифровки макропрепаратов.

Задачи.

- 1) Создание платформы (предметного стола) для автоматизированного перемещения макропрепарата по двум осям на базе типового микроскопа
- 2) Адаптация типовой видео камеры для оцифровки
- 3) Создание программного обеспечения с открытым интерфейсом управления платформой и видео камерой для автоматизации сканирования микропрепарата, сборки полученных данных в DICOM формате, сохранение и передача на DICOM сервер
- 4) Отработка технологии применения созданного аппаратно-программного комплекса для оцифровки данных микроскопии
- 5) Оцифровка и создание дата-сетов по нормально и патологической морфологии предстательной железы
- 6) Создание на базе дата-сета интеллектуального решения для поддержки принятия решения при патоморфологическом анализе заболеваний предстательной железы



Цифровая экосистема эффективной
и качественной медицины: опыт и лучшие практики



Робот-УЗИ

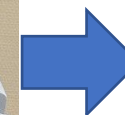
Роботизированная система ультразвуковой диагностики с возможностью удаленного управления

Робототехнический комплекс позволяет разделять проведение УЗИ на два этапа (как это происходит при КТ, МРТ, рентген исследованиях):

1. Проведение УЗИ
2. Анализ полученной информации

При необходимости, врач УЗИ может взять под дистанционное управление процесс УЗИ и дистанционно управлять роботом.

Рабочее место врача оснащено веб-камерой и двумя мониторами для синхронизации с аппаратом УЗИ и коммуникации с пациентом



Место диагностики

Аппарат УЗИ оснащен пяти осевым манипулятором, которым управляет врач удаленно, со своего рабочего места. Для позиционирования системы координат манипулятора применяется 3d камера. Рядом с пациентом также есть монитор для связи с врачом.



Цифровая экосистема эффективной
и качественной медицины: опыт и лучшие практики

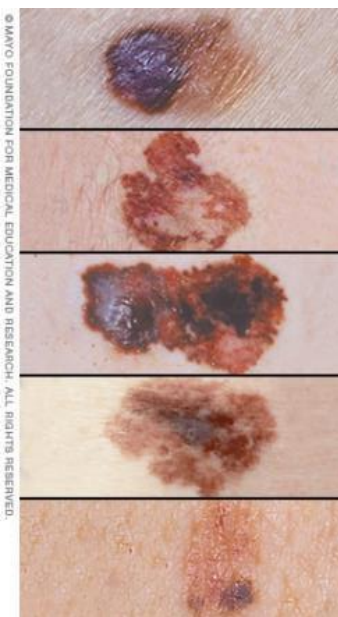


информационные технологии

Применение ИИ для обработки медицинских изображений

Исследование

- Efimenko, M., Ignatev, A. & **Koshechkin, K.** Review of medical image recognition technologies to detect melanomas using neural networks. **BMC Bioinformatics** 21, 270 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12859-020-03615-1>



Результаты

- Мы нашли 11 работ, соответствующих нашим запросам, в которых наблюдались
 - сверточные нейронные сети и
 - нейронные сети с глубоким обучением в сочетании с
 - алгоритмами FC или WCO при анализе дерматоскопических изображений.
- Все они требуют алгоритма ABCD и его производных,
 - большого набора данных дерматоскопических изображений и
 - оптимизированных параметров оценки для обеспечения высокой специфичности, точности и чувствительности.

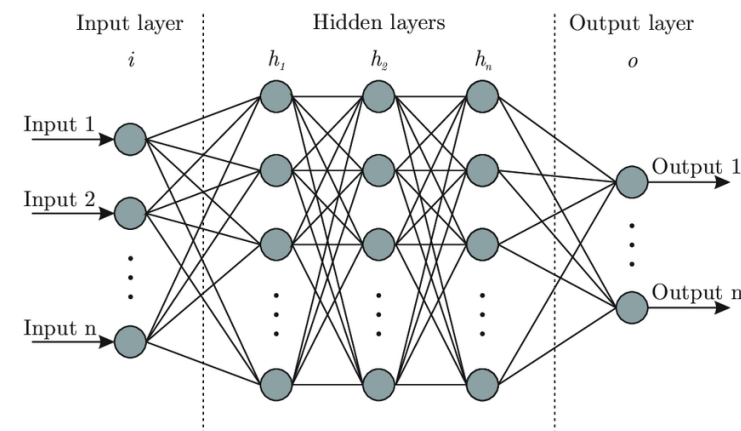
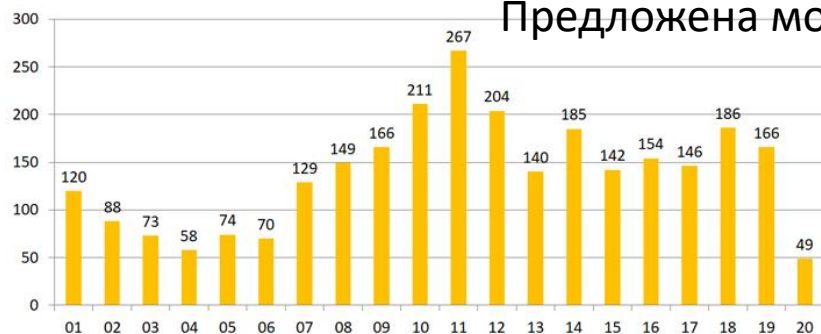
Применение ИИ для анализа рисков дефицита лекарственных препаратов

Статья • Scientific approaches to the digitalization of drugs assortment monitoring using artificial neural networks // In: Czarnowski I., Howlett R., Jain L. (eds) **Intelligent Decision Technologies**. IDT 2020

Результаты Проведен анализ проблемной области дефицита лекарственных средств и возможностей технологий машинного обучения и нейронных систем.

В результате полученной информации был проведен научный поиск перспективных возможностей совмещения этих направлений.

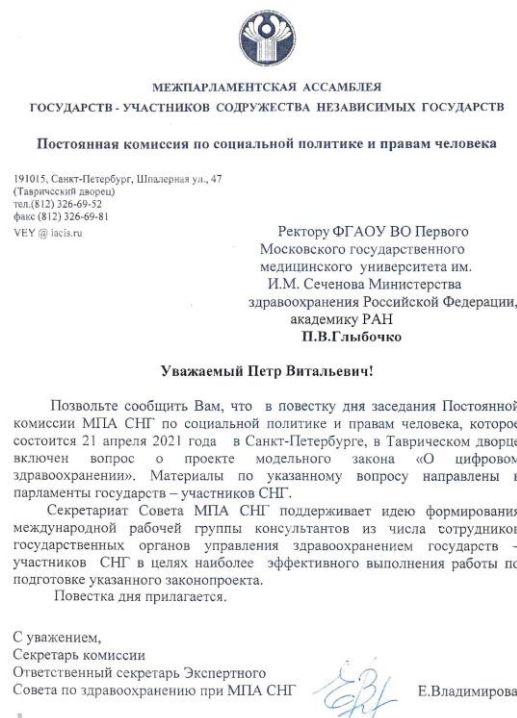
Предложена модель нейронной сети.



Секретариат МПА СНГ

Разработка модельного закона «О цифровом здравоохранении» – Контракт с секретариатом МПА СНГ – выигран конкурс, заключен контракт

- Разработана концепция Модельного закона
- Проведен анализ цифровых систем здравоохранения стран-участниц СНГ
- Разработана структура закона
- Разработан текст первой редакции Закона



С уважением,
Секретарь комиссии
Ответственный секретарь Экспертного
Совета по здравоохранению при МПА СНГ

Е.Владимирова



Цифровая экосистема эффективной
и качественной медицины: опыт и лучшие практики



Требования к инновационным и образовательным технологиям



SECHENOV UNIVERSITY

Все цифровые сервисы должны быть научно-обоснованы, апробированы и испытаны до внедрения в промышленную эксплуатацию;

В разработке цифровых решений должны принимать участие слушатели-медики и слушатели-инженеры;

Необходимо готовить кадры в медицинских ВУЗах для проектирования, разработки, внедрения и сопровождения сервисов цифровой медицины;

Стратегия и идеология подготовки кадров должна быть единой для всех медицинских ВУЗов РФ.



Цифровая экосистема эффективной и качественной медицины: опыт и лучшие практики





Проект «цифровая кафедра»

- Приказ Минцифры России от 28.02.2022 г. №143 «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»
 - Методика расчета показателей федерального проекта «[Кадры для цифровой экономики](#)» Национальной программы
 - Перечень областей цифровых компетенций
- Письмо Центра социологических исследований (ФГАНУ «Социоцентр»)
 - Концепция реализации результата «[Обучающимся обеспечена возможность прохождения профессиональной переподготовки в рамках проекта «Цифровые кафедры» образовательной организации высшего образования – участника программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» посредством получения дополнительной квалификации по ИТ-профилю](#)» федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»
 - [Рекомендации к дополнительным профессиональным программам](#) (программам профессиональной переподготовки) ИТ-профиля, реализуемым в рамках проекта «Цифровые кафедры» образовательной организации высшего образования – участника программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» посредством получения дополнительной квалификации по ИТ-профилю федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»





Цифровая экосистема эффективной
и качественной медицины: опыт и лучшие практики



Кошечкин Константин Александрович

koshechkin_k_a@staff.sechenov.ru



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУК О ЖИЗНИ