

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Новые информационные
и фотонные технологии для цифрового
здравоохранения

В.Н. Васильев

Санкт-Петербург, 15 июня 2018



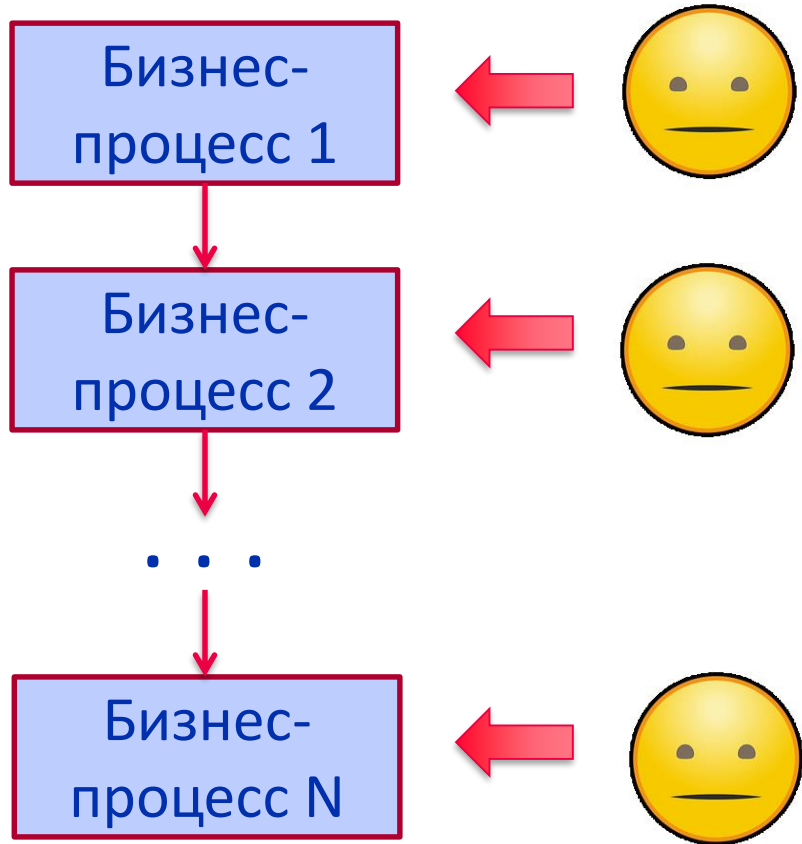
Переход «к цифре» - не информатизация:
новые механизмы организации и оказания медицинской помощи, реализуемые посредством современных информационно-телекоммуникационных технологий

Основные цели:

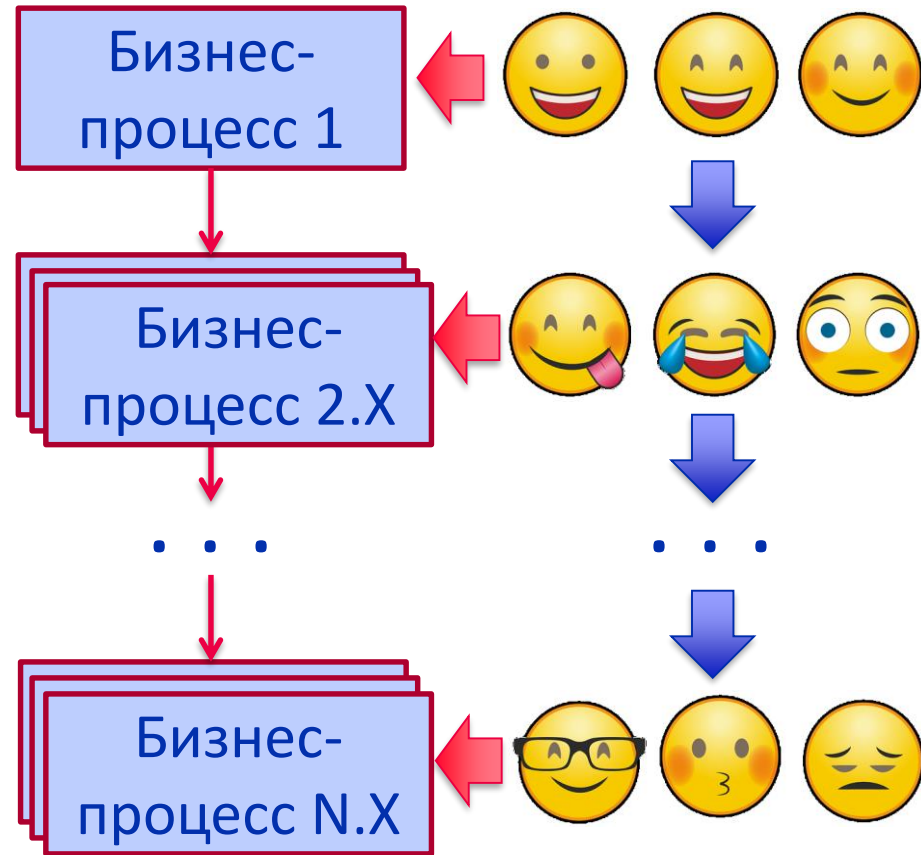
- 1) Оказание гражданам *своевременной, необходимой и качественной медицинской помощи* с использованием цифровых медицинских сервисов.
- 2) Увеличение за счет получения гражданами доступных, удобных, эффективных и качественных медицинских услуг *продолжительности жизни, активного и трудоспособного возраста* населения РФ.
- 3) Повышение *эффективности бюджетных вложений* в развитие системы здравоохранения РФ.



ЦЭ как отражение 7 технологического уклада (ТУ): цифровые образы процессов будущего



Традиционная модель (1-6 ТУ)



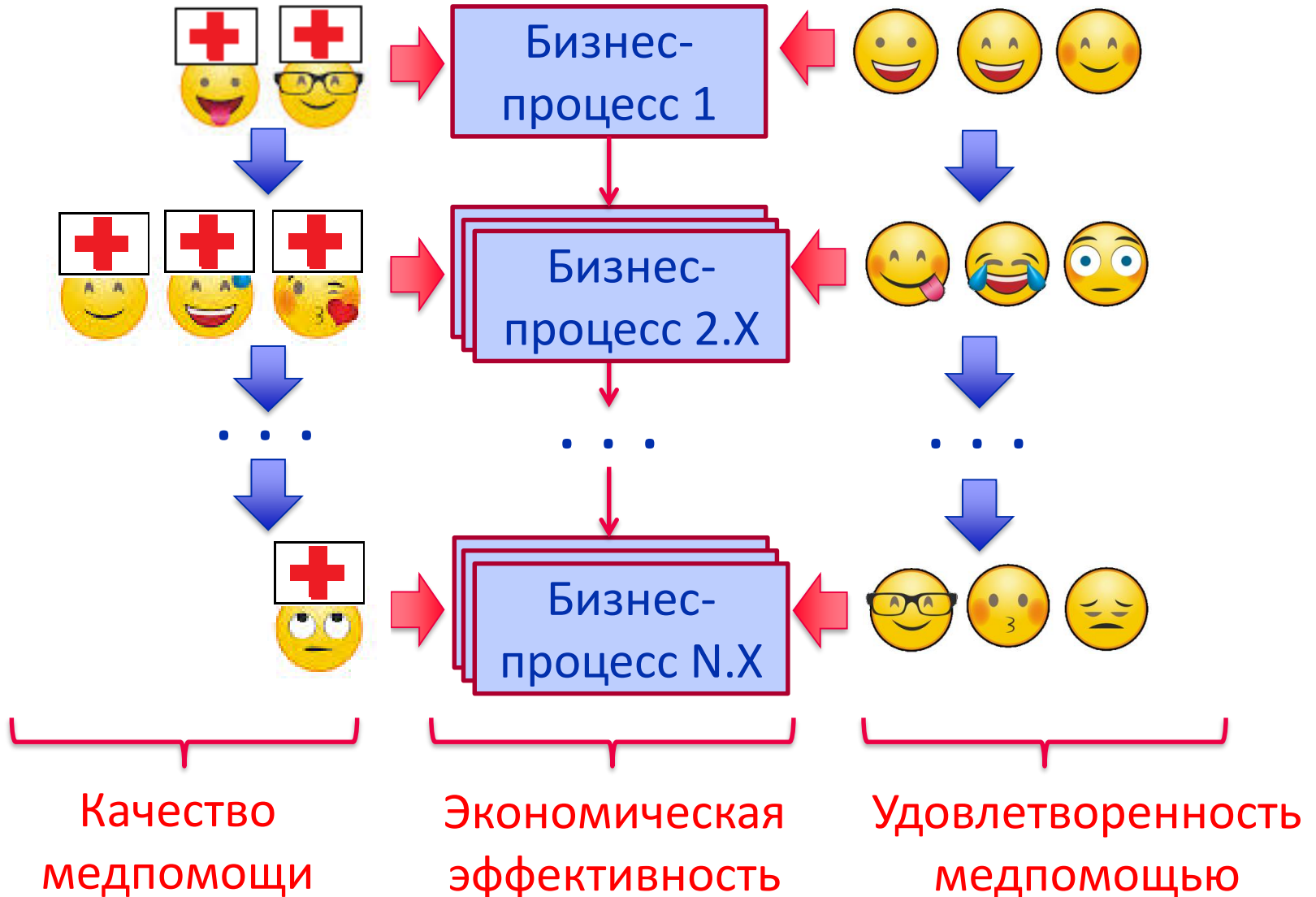
Метакогнитивная модель (7 ТУ)



#Персонал

#Технология

#Пациенты



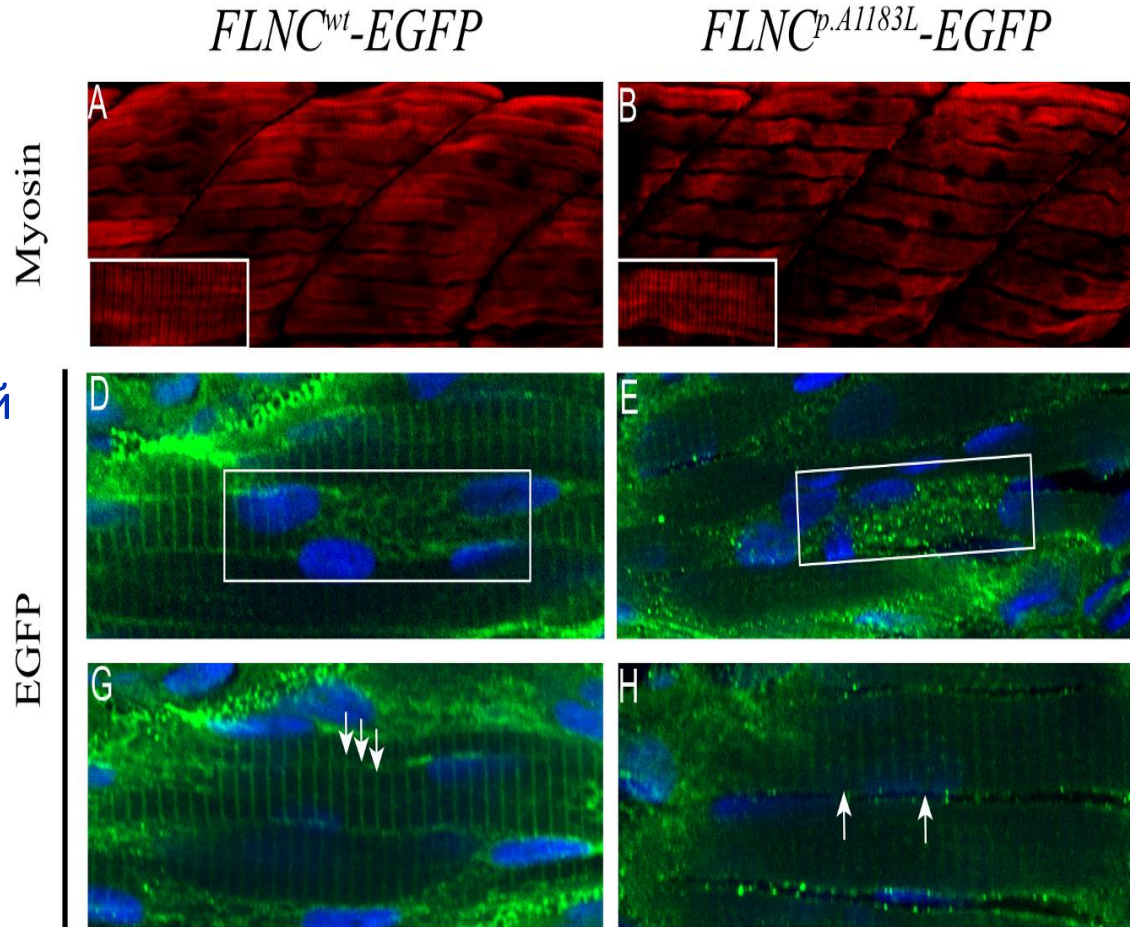


1. **Медицинские СППР** – управление качеством лечения (со стороны персонала)
2. **Предсказательное моделирование** – управление экономической эффективностью (параметрами бизнес-процессов)
3. **Большие данные** – идентификация состояний и связей в метакогнитивных моделях
4. **Технологии человеко-компьютерного взаимодействия** (от ЭМК до телемедицины) – управление удовлетворенностью
5. **Цифровые двойники** – воспроизведение сценариев изменчивости всех составляющих (бизнес-процессы, персонал, пациенты)
6. **Ценностно-ориентированное планирование** – механизм совместной оптимизации всех составляющих
7. **Новые инфраструктурные ИКТ** (распределенный реестр и пр.) – обеспечение целостности цифрового образа



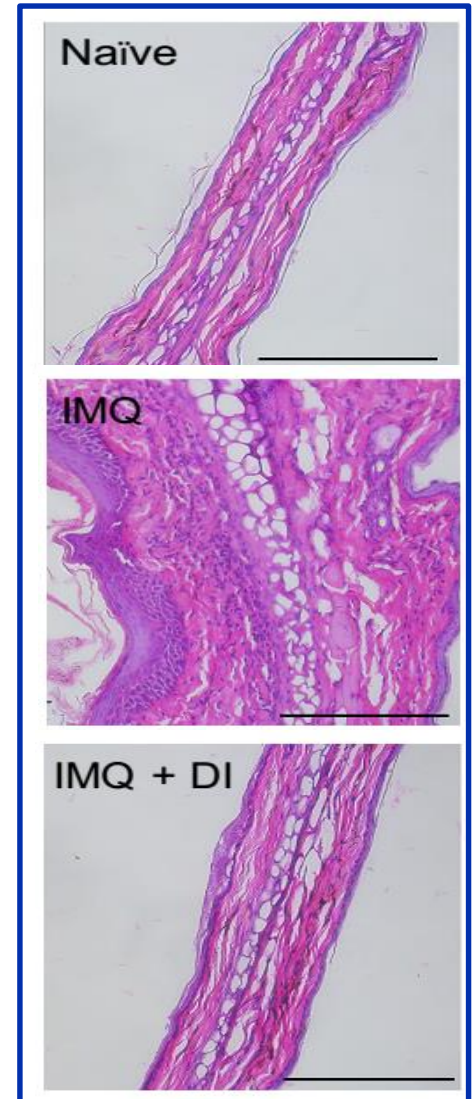
Изучение генетических причин врожденных заболеваний сердца

- Анализ данных экзомного секвенирования с целью обнаружения потенциальных причинных мутаций
- Найдены новые мутации в гене *FLNC*, связанные с ранней рестриктивной кардиомиопатией
- Найдена мутация в гене *SYNM*, потенциально связанный с синдромом UMS
- Новые мутации в сигнальном каскаде NOTCH у пациентов с тяжелым аортальным стенозом

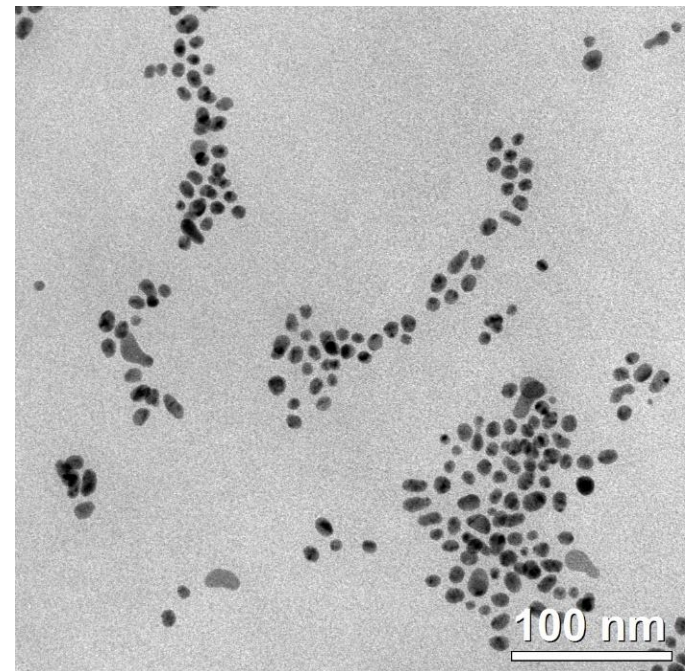
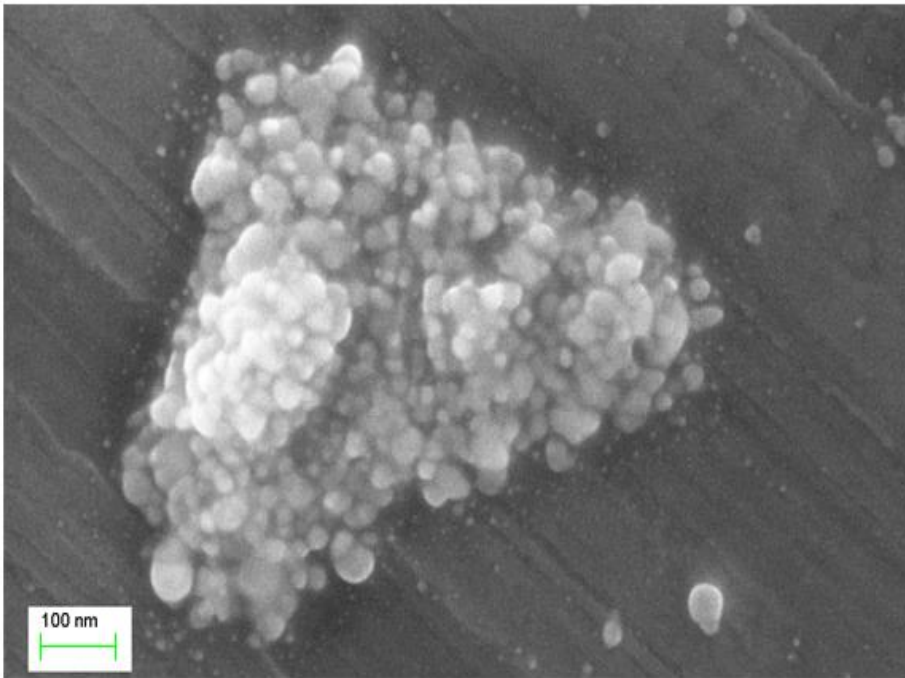


Анализ биологических данных для исследования механизмов работы иммунной системы

- 2015 – систематическое исследование регуляции метаболизма макрофагов (Jha et al, Immunity)
- 2016 – вещество итаконат, производимое в макрофагах, обладает противовоспалительным эффектом (Lampropoulou et al, Cell Metabolism)
- 2018 – найден новый механизм действия итаконата и показан клинический эффект в мышинной модели псориаза (Vambouskova et al, Nature)

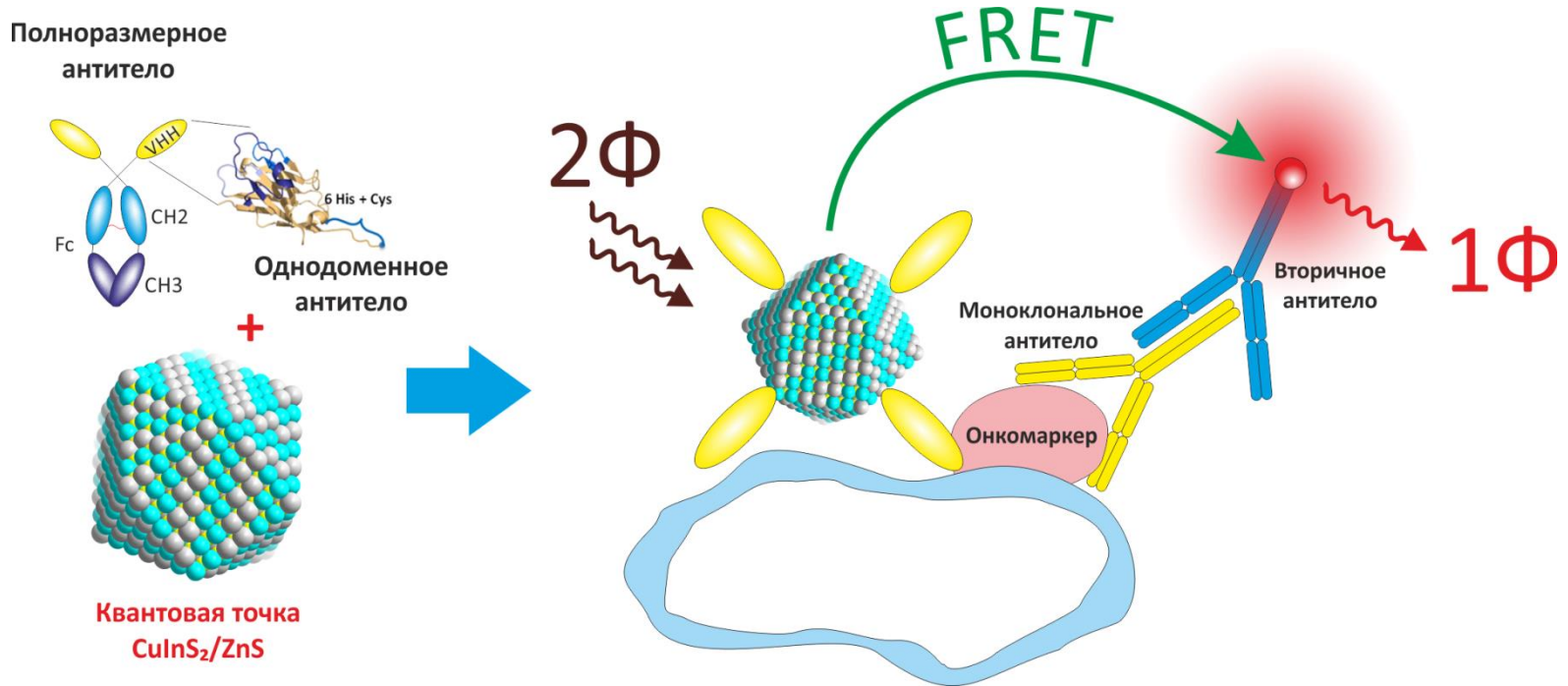


Создание наночастиц серебра (Ag-NP) с эффективной антибактериальной активностью и низкой токсичностью (альтернатива антибиотикам)



Ag-NP (10, 20, 70 нм) в качестве антибиотиков могут быть более эффективными, потому что не вызывают привыкание и низко токсичны по отношению к млекопитающим

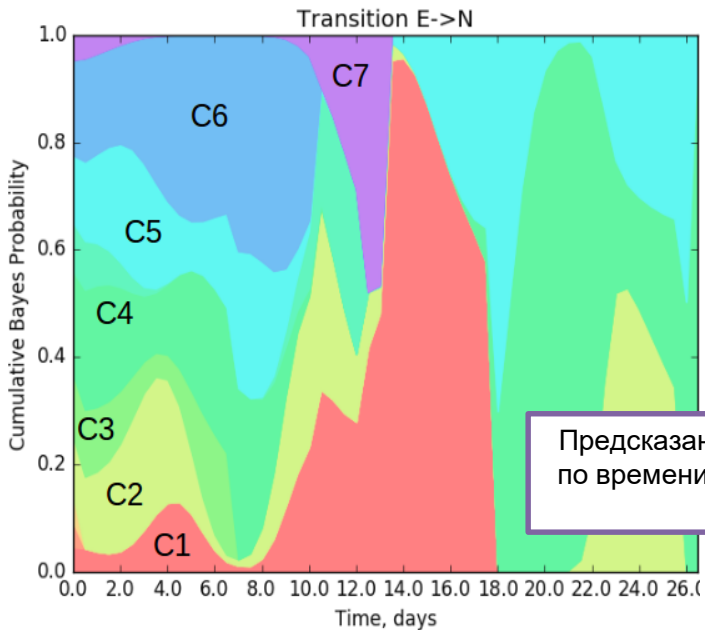
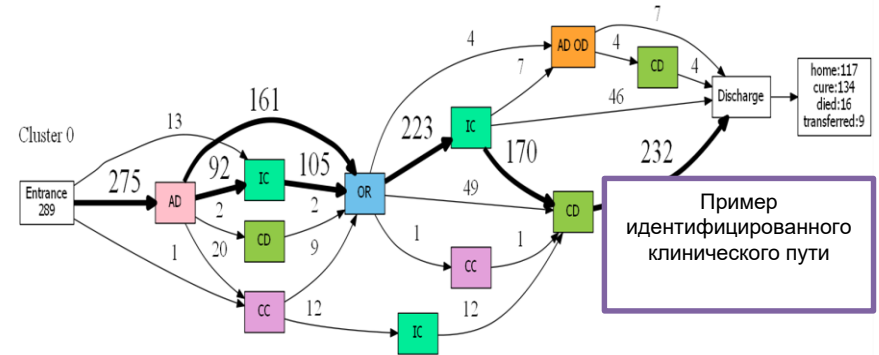
Диагностика и имэджинг онкозаболеваний с использованием резонансного переноса энергии в иммунокомплексах однодоменных и полноразмерных антител



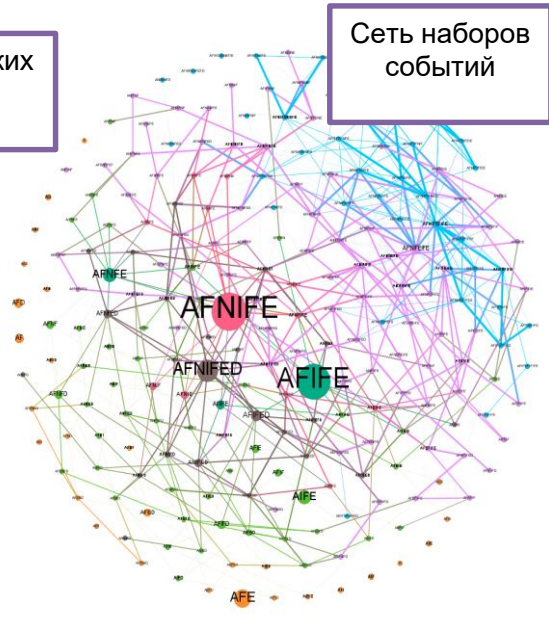
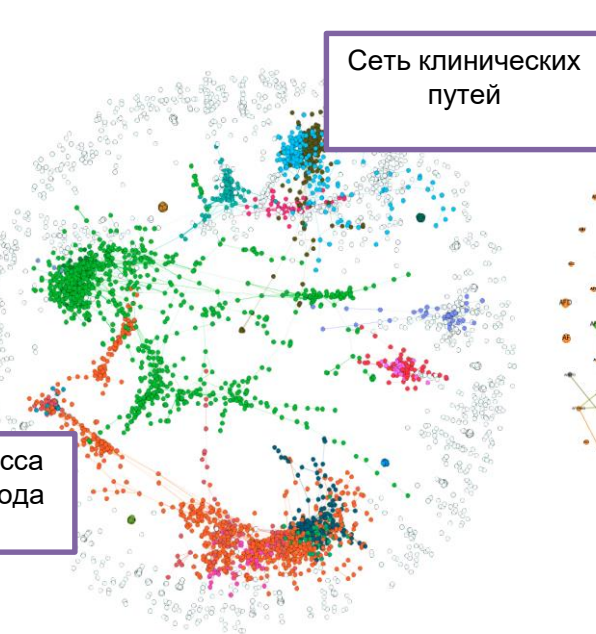
- В основе:** (1) технология многооболочечных квантовых точек;
 (2) технология однодоменных антител из крови камелоидов;
 (3) технология фотоники, базирующаяся на FRET при многофотонном возбуждении в ИК-области.

Моделирование лечебного цикла пациентов с острым коронарным синдромом на основе клинических путей

Возможность прогнозирования протекания лечения в зависимости от индивидуальных особенностей пациента и специфики развития заболевания

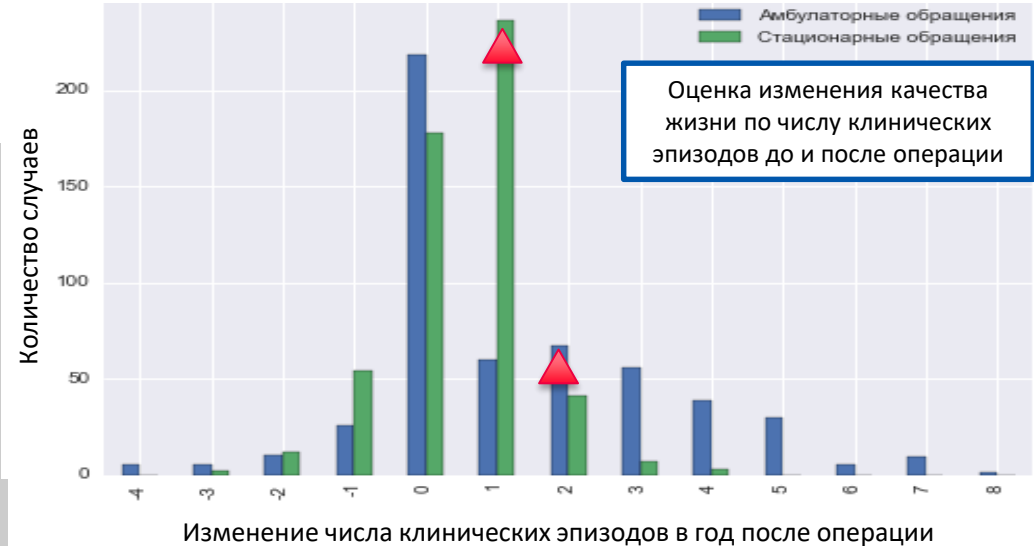
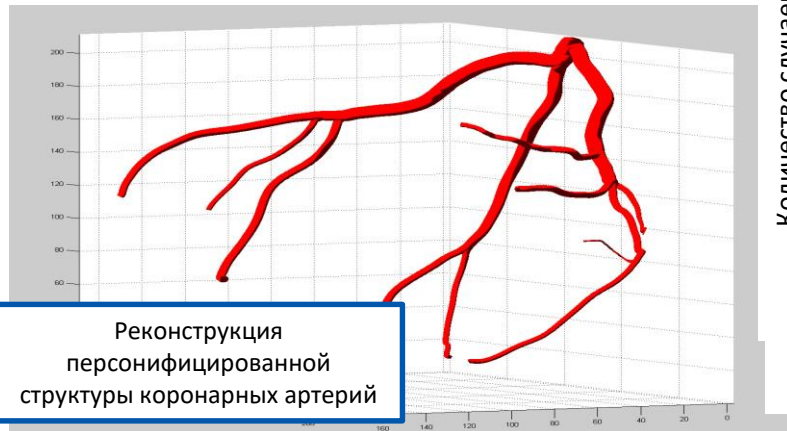
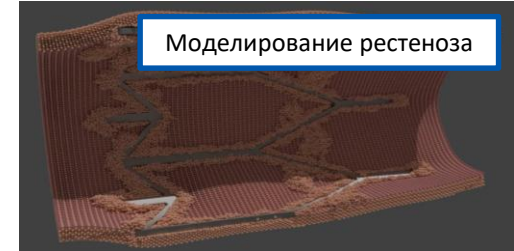
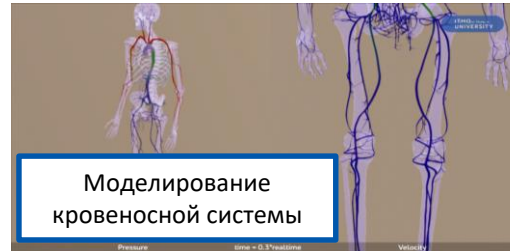


Предсказание класса по времени перевода





Многомасштабное моделирование гемодинамики, стентирования и возникновения рестенозов



Возможность (а) персонифицированного моделирования на структуре сосудов, реконструируемых по данным КТ, (б) популяционного моделирования с учетом изменчивости структуры сосудов



Система поддержки принятия решений по амбулаторному ведению пациентов с артериальной гипертензией

Классы рекомендованных для назначения антигипертензивных препаратов

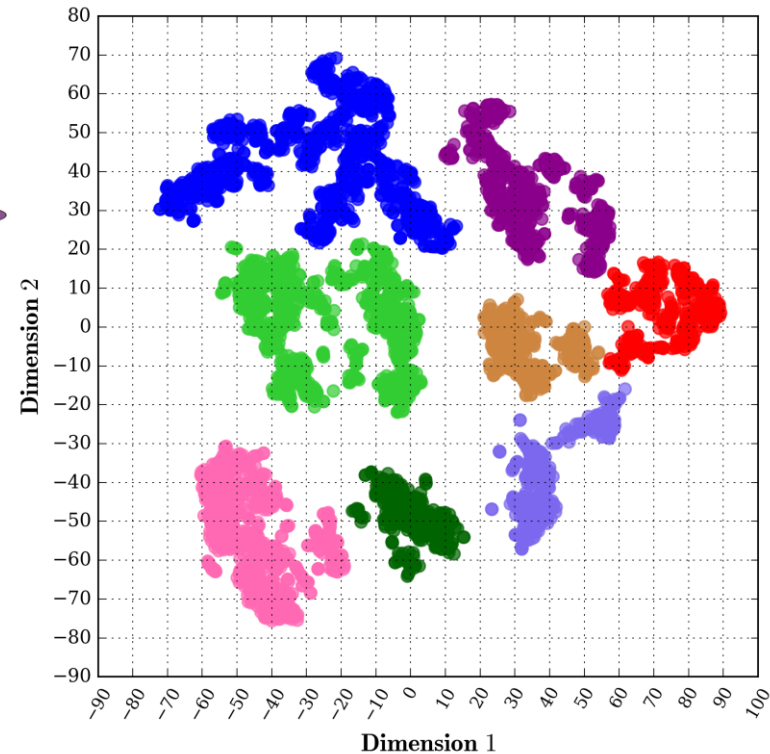
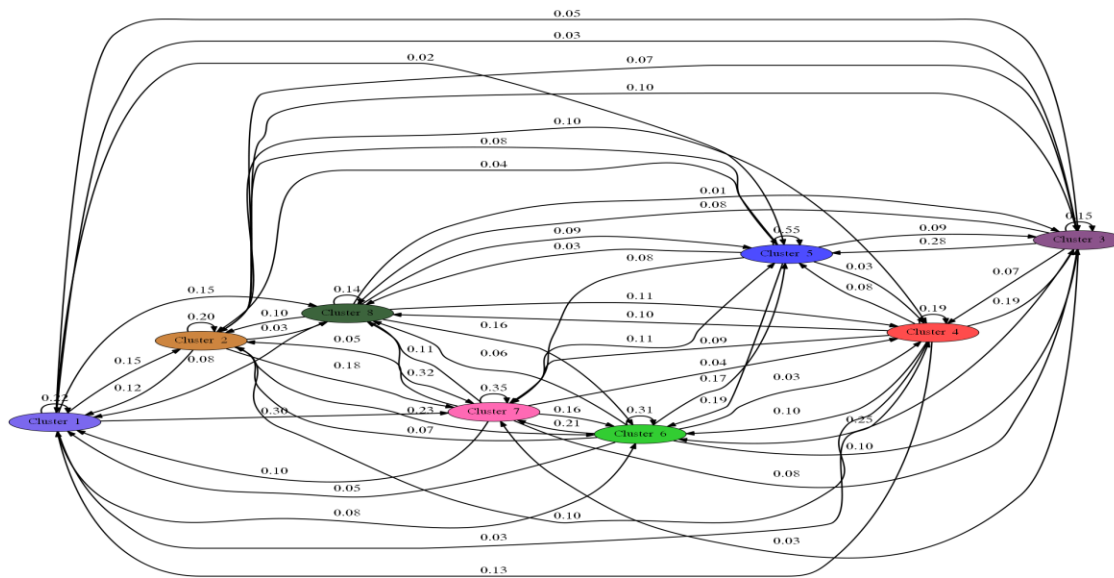
β-блокаторы

Ингибиторы АПФ

Антагонисты рецепторов к ангиотензину II

Антагонисты кальция

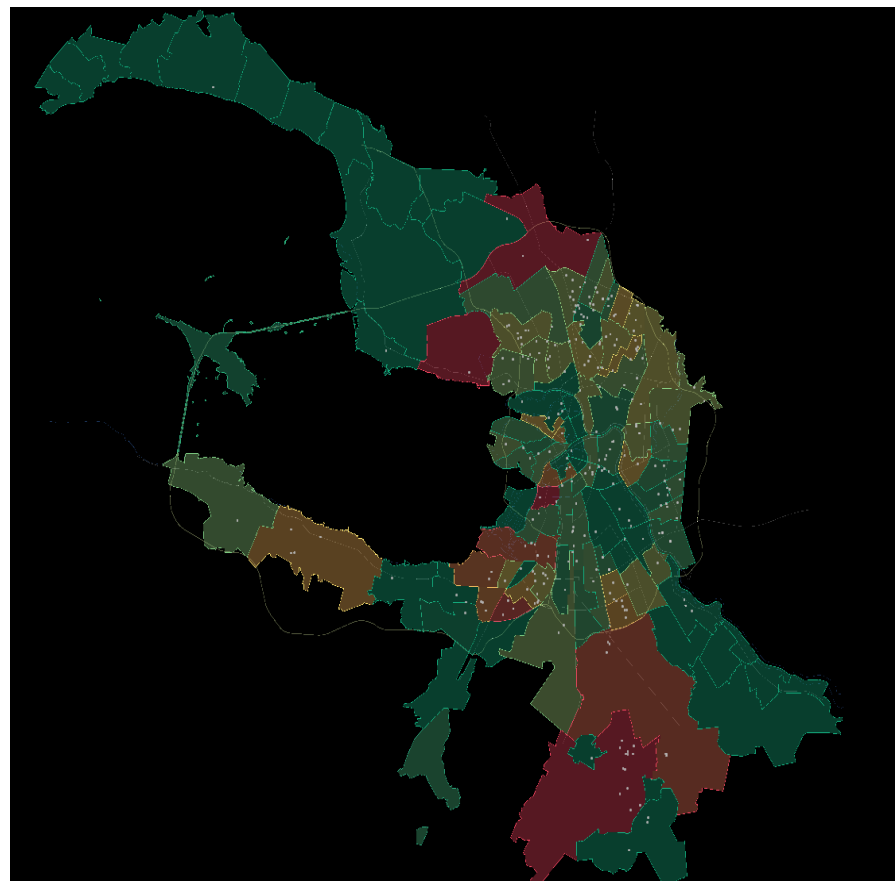
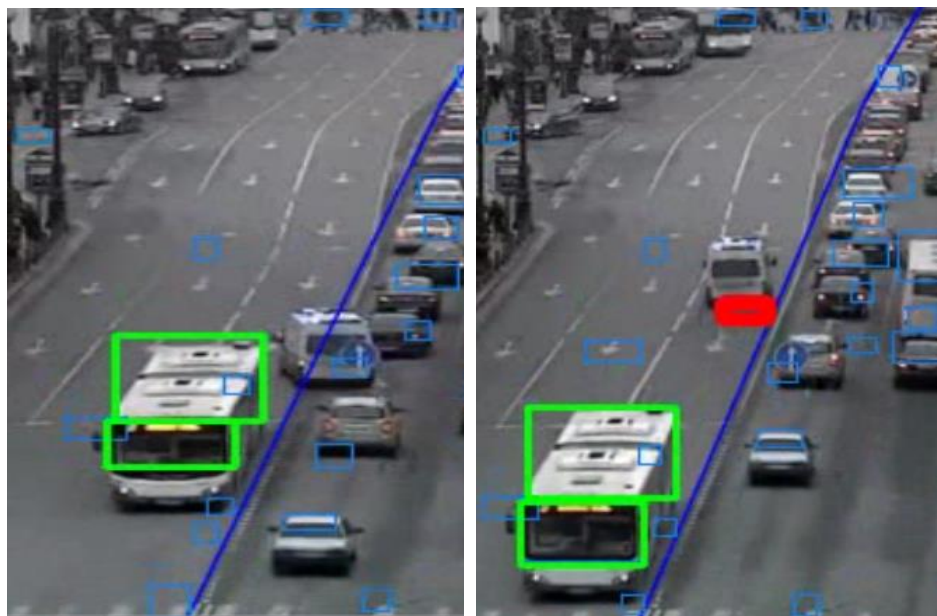
Диуретики



Подбор назначений, обеспечивающих максимальную эффективность с учетом ранее назначенного лечения

Оптимизация процессов доставки «острых» пациентов в специализированные медицинские центры (с учетом их загрузки)

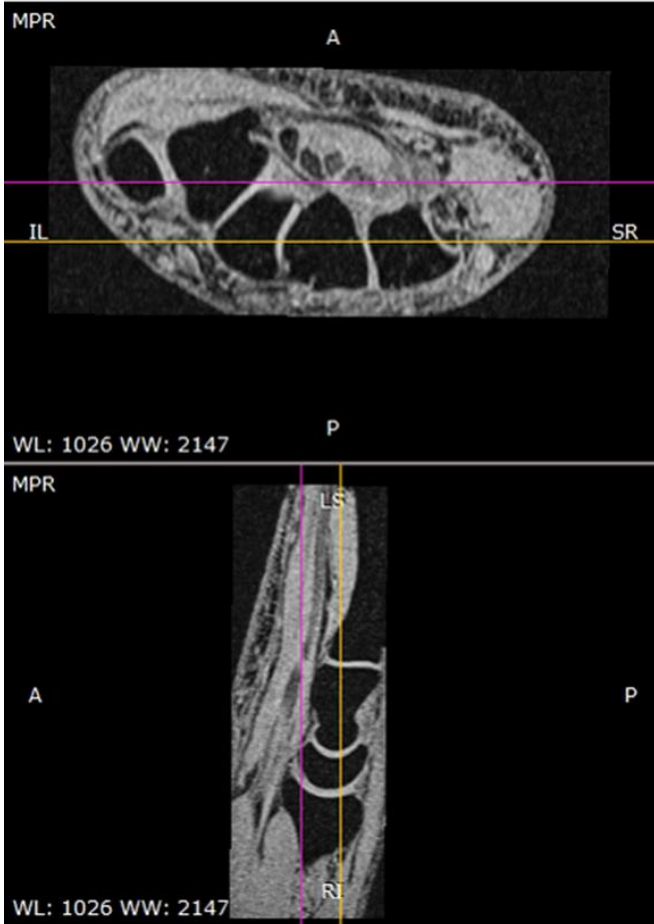
Имитационная модель диспетчери-зации и маршрутизации флота скорой помощи в СПб: снижение времени ожидания в очереди на операцию на 25% за счет планирования маршрутов доставки в стационар



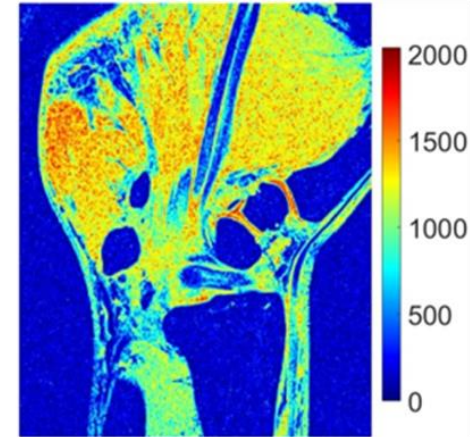
Расчетный «коэффициент сложности» транспортировки больных с ОКС (20.00)



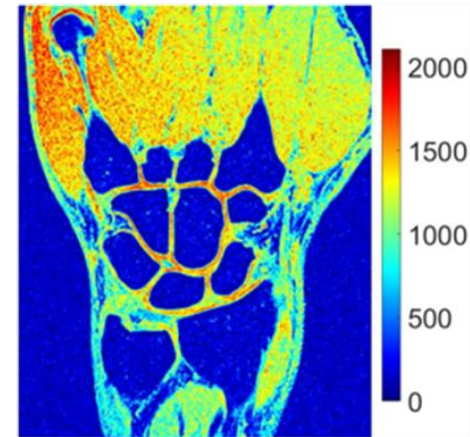
Автоматизированная сегментация медизображений хрящей запястья посредством глубокой сверточной сети



Side slice



Center slice

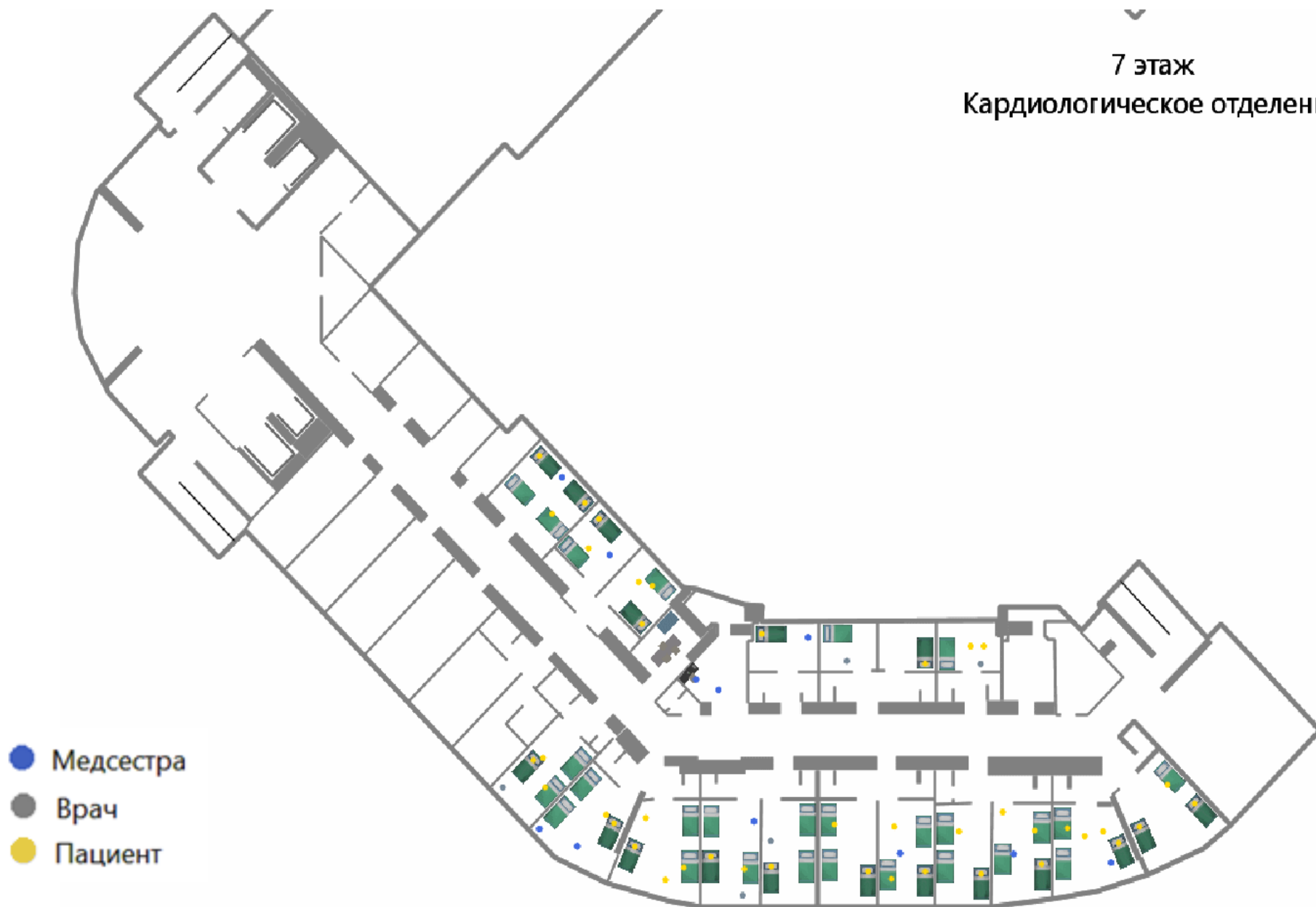


Измерения изменений объема твёрдого хряща для ранней диагностики артрита



7 этаж

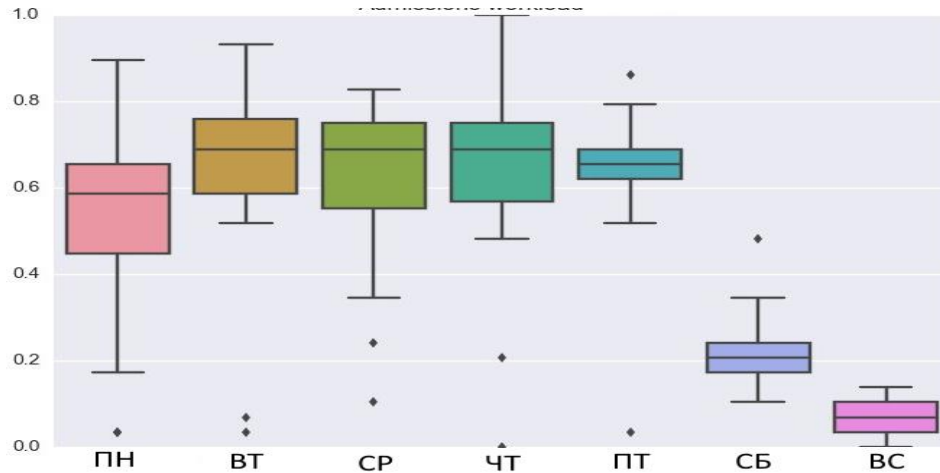
Кардиологическое отделение



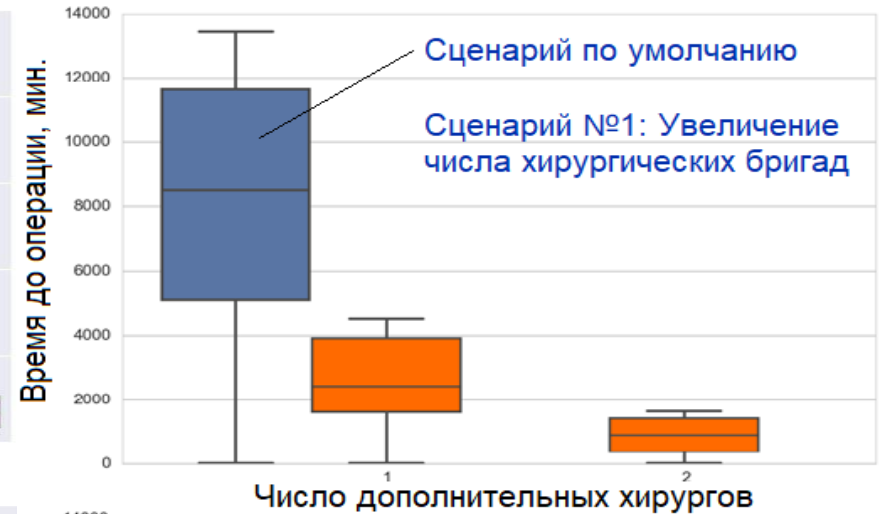


Предсказательное моделирование для оптимизации загрузки медицинского персонала

Оптимизация расписаний медперсонала

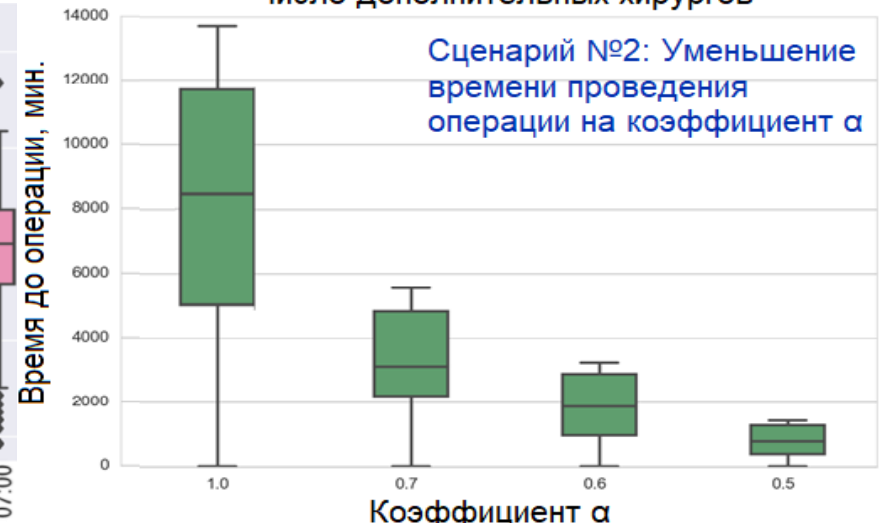
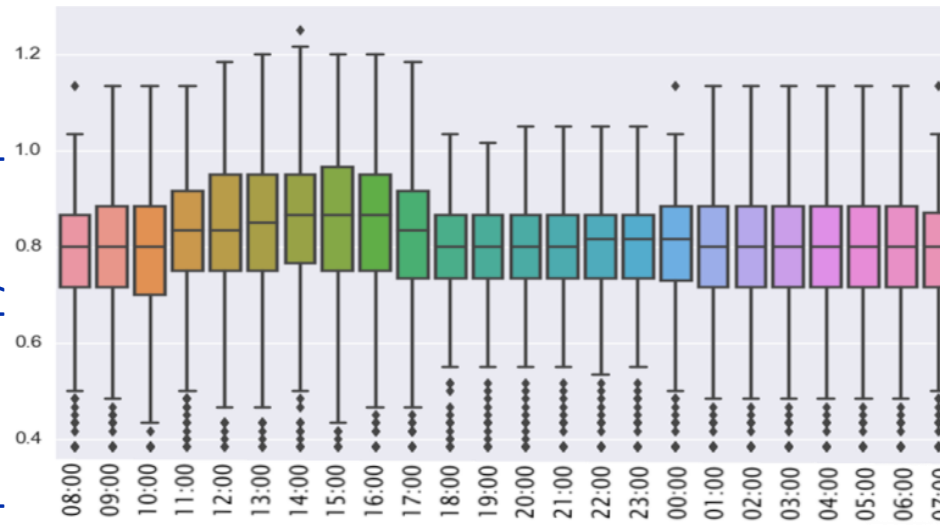


Оптимизация работы хирургических бригад



Сценарий по умолчанию
Сценарий №1: Увеличение числа хирургических бригад

Число дополнительных хирургов



Сценарий №2: Уменьшение времени проведения операции на коэффициент α

Коэффициент α

Уровень загрузки персонала

Уровень загрузки персонала

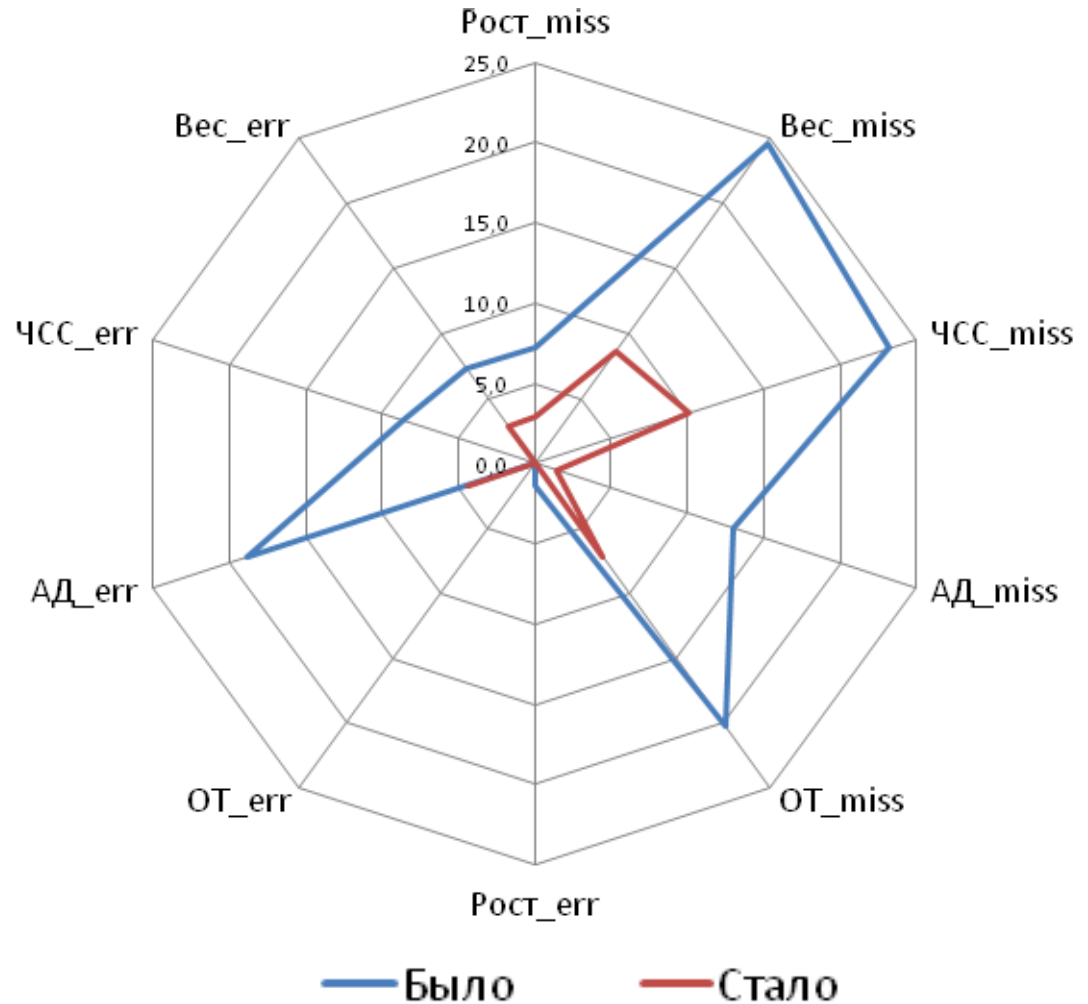
Время до операции, мин.

Время до операции, мин.



Интеллектуальный интерфейс работы с МИС

- 1) Слабоформализованное представление данных (текстовые поля, заполняемые с «естественной» грамотностью
- 2) Пропуски и засорения при вводе формализованных данных
- 3) Рассинхронизация временных характеристик данных при коллективной работе
- 4) Умышленные искажения



Снижение ошибок ввода первичных данных в МИС за счет использования интеллектуального интерфейса



Ценностно-ориентированное здравоохранение



Специфические городские группы

- 1) Пожилые люди
- 2) Молодые люди в группах риска
- 3) Трудоспособные люди, страдающие психосоматическими заболеваниями
- 4) Дети и подростки

Ценность = Результат / Цена

Результат:

- 1) Клинический эффект - для врача
- 2) Качество жизни (QoL) – для пациента
- 3) Экономический эффект – для страны

Оценить **результат** возможно только на основе предсказательного моделирования процессов здравоохранения как «производства»

Проблемно-ориентированная магистратура



Магистерские программы:

- 1) Вычислительная биомедицина
- 2) Биоинформатика и системная биология

(направление «Прикладная математика и информатика»)

- ❖ Методы и технологии поддержки принятия решений для 4P-медицины
- ❖ Методы и алгоритмы для задач биоинформатики и геномных исследований
- ❖ Методы моделирования для рационального дизайна лекарственных препаратов
- ❖ Методы моделирования физиологических процессов в теле человека
- ❖ Методы моделирования работы учреждений здравоохранения
- ❖ Методы и технологии эпидемиологического моделирования

Цифровая культура как системная образовательная программа



Культура — набор кодов, которые предписывают человеку *определённое поведение* с присущими ему переживаниями и мыслями, оказывая на него, тем самым, управленческое воздействие.

Грамотность — владение минимальным набором **знаний, умений и навыков**; понимание основ проблемной области.

Цифровая культура – набор профессиональных поведенческих кодов в части оценки: (а) убедительности, (б) уместности, (в) достижимости, (г) релевантности, (д) системности фактов в части использования предметно-независимых технологий сбора, обработки и интерпретации данных



Введение в ЦК

- Системный взгляд на возможности (сильные и слабые стороны) современных ИКТ

Хранение и обработка данных

- Общие представления о работе с данными (каноны и критика частых ошибок)

Прикладная статистика

- Упор на корректность постановок задач и правила интерпретации результатов

Машинное обучение

- Системный взгляд на возможности (сильные и слабые стороны) методов машинного анализа

Курс по выбору

- По усмотрению МФ, но в логике цифровой культуры (а не ликвидации безграмотности)

Курс по выбору

Анализ данных

- Выравнивание: подходы и рассуждения при анализе данных

Искусственный интеллект

- Современные подходы искусственного интеллекта, когнитивных технологий, машинного обучения



1. Целесообразность проектирования и реализации **НОВЫХ моделей организации цифрового здравоохранения** (в логике: #технология, #пациент, #персонал) – как альтернатива «кусочной» информатизации
2. Возможность определения значимости технологических инноваций в здравоохранении на базе **ценностно-ориентированного подхода**, оперирующего предсказательными моделями для объектов: #технология, #пациент, #персонал
3. Необходимость целевой подготовки (профилирования) ИКТ-специалистов, а также масштабной подготовки восприятия цифровых технологий предметными специалистами в области здравоохранения (**цифровая культура**)