



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

# Цифровые компетенции

- *Кафедра информационных и интернет-технологий*
- *Институт цифровой медицины*
- *Сеченовский Университет, Москва, Россия*
  - **Кошечкин Константин Александрович**
    - Профессор, доктор фармацевтических наук

- Ожидается, что до конца 2025 года «цифровые кафедры» окончат свыше 385 тыс. человек, а к 2030 году дополнительную квалификацию по IT-профилю получат 1 млн 135 тыс. студентов. Обучение стартует с сентября 2022 года по 300 образовательным программам. Проект «Цифровые кафедры» реализуется на базе 115 университетов-участников и кандидатов на участие программы «Приоритет 2030».

- В рамках программ студенты будут осваивать такие области, как «Большие данные», «Интернет вещей», «Искусственный интеллект», «Кибербезопасность и защита данных», «Новые и портативные источники энергии», «Программирование и создание ИТ-продуктов», «Промышленный дизайн и 3D-моделирование», «Цифровой дизайн», а также «Цифровой маркетинг и медиа».

- «Цифровые кафедры» запущены в рамках федерального проекта «Развитие кадрового потенциала IT-отрасли» (нацпрограммы «Цифровая экономика»), созданного на базе утвержденной Председателем Правительства РФ стратегической инициативы.

- Специалист по большим данным
  - 6 модулей, 9 месяцев, квалификационная работа
- Средства программной разработки
  - 6 модулей, 9 месяцев, квалификационная работа

# Специалист по большим данным

|    | Модуль 1                                           |
|----|----------------------------------------------------|
| 1. | Введение в анализ данных. Типы медицинских данных  |
|    | Даты: с 15.09.22 по 19.10.22                       |
|    | Модуль 2                                           |
| 2. | Бизнес аналитика и визуализация медицинских данных |
|    | Даты: с 19.10.22 по 23.11.22                       |
|    | Модуль 3                                           |
| 3. | Исследовательская статистика медицинских данных    |
| 4. | Прикладная статистика в здравоохранении            |
|    | Даты: с 23.11.22 по 31.01.23                       |

|   | Модуль 4                                                       |
|---|----------------------------------------------------------------|
| 5 | Работа с данными. Основы работы с БД                           |
|   | Даты: с 31.01.23 по 06.03.23                                   |
|   | Модуль 5                                                       |
| 6 | Языки программирования для работы с данными. Библиотеки Python |
| 7 | Основы машинного обучения                                      |
|   | Даты: с 06.03.23 по 14.05.23                                   |
|   | Модуль 6                                                       |
| 8 | Прикладной анализ данных на примере отрасли                    |
|   | Даты: с 14.05.23                                               |
| 9 | Завершение курса, итоговая аттестация, выпускная работа        |

# Средства программной разработки

| Модуль 1                    |                                                                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                          | Основы алгоритмизации и работы с данными                                              |
| 2.                          | Численные алгоритмы, Строковые алгоритмы                                              |
| 3.                          | Связные списки, массивы, стеки и очереди, сетевые алгоритмы. Распределенные алгоритмы |
| 4.                          | Сортировка и Поиск, Хеш-таблицы и Рекурсия                                            |
| 5.                          | Теория вероятностей и математическая статистика                                       |
| Даты: с15.09.22 по 08.10.22 |                                                                                       |
| Модуль 2                    |                                                                                       |
| 6.                          | Алгоритмы и структуры данных на Python                                                |
| 7.                          | Основы программирования на языке Python.                                              |
| 8.                          | Решение практических задач с использованием языка Python.                             |
| 10.                         | Практика программирования на Python, выполнение проектной работы                      |
| Даты: с08.10.22 по 11.12.22 |                                                                                       |

| Модуль 3                    |                                                                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.                          | Основные понятия теории баз данных, Модели данных, Языки доступа к базам данных                         |
| 11.                         | Проектирование Баз данных на примере PostgreSQL, MySQL, SQLite                                          |
| 12.                         | SOLID-принципы. Основы объектно-ориентированного программирования                                       |
| Даты: с11.12.22 по 01.01.23 |                                                                                                         |
| Модуль 4                    |                                                                                                         |
| 13.                         | Основы программирования в 1С.                                                                           |
| 14.                         | Язык запросов 1С.                                                                                       |
| 15.                         | Практическое использование встроенного языка 1С и инструментария «1С:Библиотека Стандартных Подсистем». |
| 16.                         | Практика программирования в 1С, выполнение проектной работы                                             |
| Даты: с01.01.23 по 20.02.23 |                                                                                                         |

| Модуль 5                    |                                                                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 17.                         | Основы Web-разработки, HTML, CSS                                  |
| 18.                         | Основы программирования на языке JavaScript.                      |
| 19.                         | Экосистема JavaScript.                                            |
| 20.                         | Практика Web-программирования, выполнение проектной работы        |
| Даты: с20.02.23 по 07.04.23 |                                                                   |
| Модуль 6                    |                                                                   |
| 21.                         | Анализ данных на Python. Изучение данных с помощью NumPy и Pandas |
| 22.                         | Анализ данных на Python. Визуализация данных с помощью Matplotlib |
| 23.                         | Алгоритмы машинного обучения, scikit-learn                        |
| 24.                         | Фреймворки для глубокого обучения (TensorFlow, Keras)             |
| Даты: с07.04.23 по 14.05.23 |                                                                   |
| 25.                         | Завершение курса. Итоговая квалификационная работа                |

# 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.



# Направления развития цифрового здравоохранения

Цифровое здравоохранение играет ключевую роль в обеспечении всеобщего охвата услугами здравоохранения, поскольку предоставляет рациональные и эффективные модели для оказания качественной помощи, в равной степени доступной для каждого человека. **Ключевыми направлениями развития** цифрового здравоохранения являются следующие:

1. расширение прав и возможностей граждан для контроля за состоянием своего здоровья и благополучия с использованием новых технологий;
2. перспективное планирование механизмов предоставления услуг здравоохранения и доступа к ним;
3. повышение оперативной эффективности и гибкости реагирования системы здравоохранения;
4. содействие переходу к интегрированным и ориентированным на нужды людей моделям оказания помощи, а также к смещению акцента от лечения к профилактике;
5. использование технологий и инноваций в поддержку осуществления ключевых инициатив в области общественного здравоохранения;
6. обеспечение устойчивого развития систем охраны здоровья граждан.

# 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

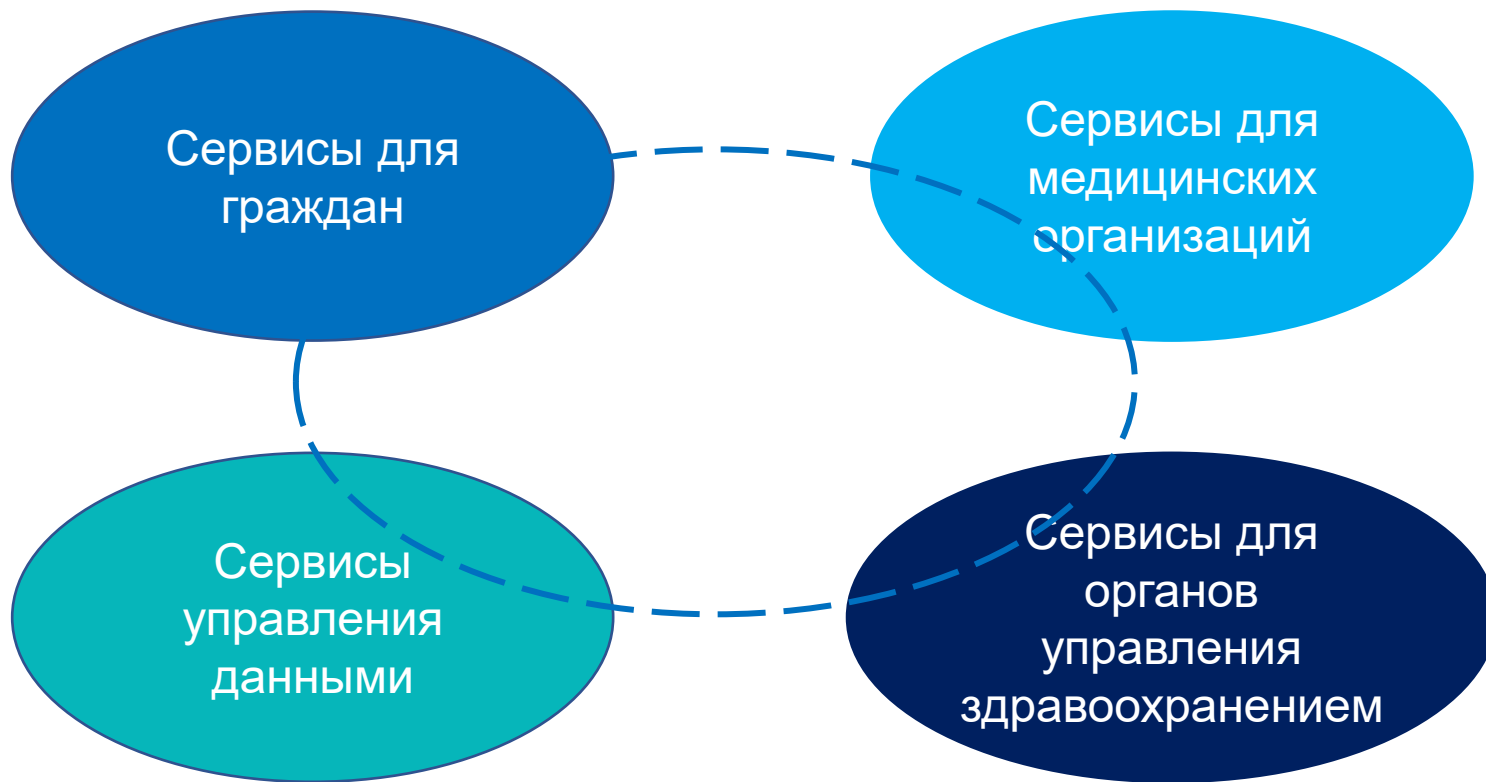
Инфраструктура

## **4П-медицина основывается на четырех базовых принципах\*:**

- **предиктивности (предсказательности)**, позволяющей прогнозировать заболевания на основе индивидуальных особенностей генома (создание вероятностного прогноза здоровья на основании генетических исследований);
- **превентивности (профилактики)**, работающей на опережение и позволяющей предотвращать появление заболеваний с помощью их профилактики, а также вакцин и препаратов для ремонта поврежденных генов;
- **персонализации**, основанной на индивидуальном подходе к каждому больному (создание уникального генетического паспорта для лечения и контроля за здоровьем пациента);
- **партисипативности (участия, партнерства)**, основанной на широком сотрудничестве различных врачей-специалистов и пациентов, а также на превращении пациента из субъекта лечения в объект лечебного процесса.

*\*профессор Лерой Худ,*

# Цифровые медицинские сервисы



# Сервисы цифровой медицины для граждан

- 1) **Личный электронный кабинет** в информационной системе в сфере здравоохранения для хранения персональной медицинской информации в структурированном виде с обеспечением доступа для гражданина (законного представителя) и для лечащего врача.
- 2) **Целевая связь с гражданином** на основе персонифицированных хранилищ данных (личных электронных кабинетов граждан), включающая передачу оповещений о событиях определенной группе населения, передачу/хранение целевой информации, основанной на состоянии здоровья или демографических данных, передачу целевых напоминаний, передачу/хранение результатов оказания медицинской помощи, вовлечения и обучения навыкам здорового образа жизни;
- 3) **Нецелевая связь с гражданином**, включающая передачу нецелевой пропаганды здорового образа жизни, информирования по вопросам общественного здоровья и безопасности.
- 4) **Связь между гражданами**, являющимися членами организованной группы, связанной со здоровьем (в т.ч. в социальных сетях);
- 5) **Контроль и управление состоянием личного здоровья**, включая доступ гражданина к личной медицинской документации, самоконтроль состояния, активный сбор данных о показателях состояния здоровья гражданина;
- 6) **Социологические опросы** для оценки удовлетворенности медицинскими услугами, деятельностью в сфере охраны здоровья граждан;
- 7) **Информационные услуги**, включая поиск и предоставление информации о профилактике, диагностике и лечении, работе учреждений системы здравоохранения и т.д.;
- 8) Сервисы, поддерживающие **финансовые операции граждан** при оказании медицинской помощи;
- 9) Сервисы для **дистанционного получения медицинских услуг** с применением телемедицинских технологий.

# Сервисы для медицинских организаций



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

- 1) **Идентификация и регистрация пациента**, включая проверку личности пациента, запись пациента на прием к врачу, на оказание медицинских услуг, выбор медицинской организации;
- 2) **Ведение электронной медицинской карты**, включая доступ гражданина к данным о своем состоянии здоровья, доступ медицинских работников с согласия гражданина к его медицинским данным через личный электронный кабинет.
- 3) **Поддержка принятия (врачебных) решений** для медицинских работников с применением технологий искусственного интеллекта, включая цифровые справочные пособия, поиск и подбор клинических рекомендаций, стандартов медицинской помощи, поиск в биомедицинских текстах, распознавание изображений;
- 4) **Оказание медицинской помощи с применением телемедицинских технологий**, включая дистанционное взаимодействие медицинских работников между собой и медицинских работников с пациентами (законными представителями);
- 5) **Комплекс персональных коммуникаций** медицинского работника, включая связь и передачу информации между медицинскими работниками, а также информирование медицинского работника, экстренные сообщения при дистанционном наблюдении за состоянием здоровья, взаимодействие с гражданами в социальных сетях по профессиональным вопросам;
- 6) **Управление маршрутизацией и логистикой движения пациентов**, включая оказание экстренной, неотложной и плановой медицинской помощи, в том числе вне медицинской организации, медицинскую эвакуацию и проч.
- 7) **Планирование деятельности** и составление расписания приемов для медицинских работников;
- 8) **Непрерывное обучение медицинских работников**, включая управление и предоставление контента для обучения и отработки навыков для медицинских работников и оценку знаний в электронной форме;
- 9) **Управление выпиской электронных рецептов** и оборотом лекарственных препаратов, включая передачу и отслеживание рецептов, отслеживание отпуска лекарственных препаратов и формирование отчетов о побочных действиях препарата;
- 10) **Управление диагностическими исследованиями**, включая формирование обоснованного назначения, доступ к результатам диагностических исследований, возможность получения консультации по результатам проведенного диагностического исследования с применением телемедицинских технологий, возможность получения предварительной интерпретации с применением технологий искусственного интеллекта.

# Сервисы для органов управления здравоохранением



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

- 1) **Сервисы централизованного сбора** (включая государственные регистры) и анализа информации в сфере здравоохранения для реализации прогнозной аналитики, управления на основе данных, автоматизированного формирования отчетности;
- 2) **Управление персоналом**, включая цифровые решения для управления кадрами здравоохранения, мониторинг непрерывного обучения, сертификации и идентификации работников здравоохранения);
- 3) **Управление поставками (цепочками поставок)**, включая цифровые решения для мониторинга и отчетности об уровне запасов, потреблении и распределении медицинских и сопутствующих товаров; в том числе управление запасами и распределением товаров медицинского и сопутствующего назначения, уведомление об уровне запаса товаров, отслеживание товаров медицинского назначения, чувствительных к температурному режиму, проверка регистрации лекарственных препаратов и товаров медицинского назначения, управление закупками, сообщение о поддельных или некачественных товарах;
- 4) **Уведомления о событиях в области здравоохранения**, включая цифровые решения для оповещения и сбора информации об образовательных или научных мероприятиях в области здравоохранения;
- 5) **Регистрация актов гражданского состояния** и статистика естественного движения населения, включая цифровые решения для поддержки регистрации рождений и смертей, выдачи свидетельств о рождении и смерти, а также сбора и распространения жизненно важных статистических данных, включая информацию о причинах смерти;
- 6) **Управление финансированием здравоохранения**, включая цифровые решения для управления финансовыми операциями расходов, связанных с системой здравоохранения и обязательным медицинским страхованием, контроля экономической, в том числе закупочной деятельности медицинских организаций;
- 7) **Управление оборудованием и активами**, включая цифровые решения отслеживания и управления техническим обслуживанием медицинских изделий и техники

# Сервисы управления данными



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

- 1) **Сбор, управление и использование данных**, включая цифровые решения сбора, управления, анализа, хранения данных, отдельные мероприятия, ориентированные исключительно на сбор данных и управление ими, а также услуги по обработке данных для поддержки других мероприятий, таких как визуализация данных в рамках управления цепочками поставок;
- 2) **Кодирование данных**, включая цифровые решения управления использованием стандартизированных наборов данных, преобразование неструктурированных данных в структурированные данные, объединение, удаление дубликатов и управление закодированными наборами данных или терминологией, классификация кодов заболеваний и причин смертности и других классификаторов и справочников;
- 3) **Отображение местоположения**, включая использование геолокационных координат для отображения объектов и событий, таких как карта расположения медицинских организаций, карта расположения событий здравоохранения, карта расположения мест пребывания граждан в случае возникновения потребности в оказании им медицинской помощи, карта проживания медицинских работников;
- 4) **Обмен данными и совместимость**, включая возможность двух или более систем обмениваться данными через определенные форматы данных и протоколы взаимодействия.



# Законодательные основы цифрового здравоохранения

- Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»
- Федеральный закон от 29.11.2010 г. № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании»
- Федеральный закон от 29.12.2006 г. N 255-ФЗ «Об обязательном социальном страховании на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством»;
- Федеральный закон от 12.04.2010 г. N 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств»;
- Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;
- Федеральный закон Российской Федерации от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О персональных данных»;
- Федеральный закон от 27.07.2010 N 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг»;
- Федеральный закон от 06.04.2011 N 63-ФЗ «Об электронной подписи»;
- Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ «О техническом регулировании»;
- Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»

# Подзаконные правовые акты высших органов

- Указ Президента Российской Федерации от 06.06.2019 г. № 254 «О стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 г.» <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44326>
- Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. №490 «О развитии искусственного интеллекта в РФ». Утверждена «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г.»
- Указ Президента РФ №204 от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»
- Постановление Правительства РФ от 26.04.2012 г. № 403 «О порядке ведения Федерального регистра лиц, страдающих жизнеугрожающими и хроническими прогрессирующими редкими (орфанными) заболеваниями, приводящими к сокращению продолжительности жизни граждан или их инвалидности, и его регионального сегмента»
- Постановление Правительства РФ от 26.04.2012 №404 «Об утверждении Правил ведения Федерального регистра лиц, больных гемофилией, муковисцидозом, гипофизарным нанизмом, болезнью Гоше, злокачественными новообразованиями лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей, рассеянным склерозом, лиц после трансплантации органов и (или) тканей»
- Постановление Правительства РФ от 23.07.2013 №625 «О порядке формирования и ведения Национального радиационно-эпидемиологического регистра»
- Постановление Правительства РФ №426 от 08.04.2017 года "О федеральных регистрах лиц, инфицированных вирусом иммунодефицита человека, и лиц, больных туберкулёзом«
- Постановление Правительства РФ №1567 от 16.12.2017 "О порядке информационного взаимодействия при формировании листа нетрудоспособности в форме электронного документа«
- Постановление Правительства РФ №1640 от 26.12.2017 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие здравоохранения"«
- Постановление Правительства РФ №447 от 12.04.2018 «О порядке взаимодействия государственных и негосударственных информационных систем в сфере здравоохранения»
- Постановление Правительства РФ №555 от 05.05.2018 «О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения»

# Распоряжения Правительства РФ

- Распоряжение Правительства РФ № 3980-р от 29.12.2021 г. «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации здравоохранения»
- Распоряжение Правительства РФ №2769-р от 29.12.2014 «Об утверждении концепции региональной информатизации»
- Распоряжение Правительства РФ №1526-р от 19.07.2017 «Об изменениях в перечне услуг в сфере здравоохранения, оказываемых в электронной форме»
- Распоряжение Правительства РФ №1632-р от 28.07.2017 «Об утверждении программы "Цифровая экономика Российской Федерации»
- Распоряжение Правительства РФ №2183-р от 06.10.2017 «О вопросах межведомственного взаимодействия при предоставлении услуг территориальными фондами обязательного медицинского страхования на едином портале Госуслуг»
- Распоряжение Правительства РФ №2521-р от 15.11.2017 «Об утверждении перечня услуг, которые предоставляются с использованием единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения»
- Распоряжение Правительства РФ №365-р от 03.03.2018 «О подключении медицинских организаций к скоростному интернету»
- Распоряжение Правительства РФ №659-Р от 12.04.2018 «О бюджетных ассигнованиях на внедрение информационных систем в медицинских организациях»
- Распоряжение Правительства РФ №1651-р от 08.08.2018 «О перераспределении бюджетных ассигнований на подключение медицинских организаций к скоростному интернету»

# Приказы в области цифрового здравоохранения

- Приказ Минздравсоцразвития России от 28.04.2011 г. № 364 (ред. 12.04.2012) «Об утверждении Концепции создания ЕГИС в здравоохранении».
- Приказ Минздрава РФ от 30.11.2017 №965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий»
- Приказ Минздрава РФ от 25.12.2017 №1065 «Об утверждении план-графика перехода на период 2017 - 2018 годов и на плановый период до 2020 года Министерства здравоохранения Российской Федерации на использование отечественного офисного программного обеспечения»
- Приказ Министерства здравоохранения РФ от 21 февраля 2019 г. N 79н «Об утверждении формы заявки на подключение информационной системы, предназначенной для сбора, хранения, обработки и предоставления информации, касающейся деятельности медицинских организаций и предоставляемых ими услуг, к единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения»
- Приказ Минздрава России от 24.12.2018 N 911н «Об утверждении Требований к государственным информационным системам в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, медицинским информационным системам медицинских организаций и информационным системам фармацевтических организаций»

# Приказы в области цифрового здравоохранения (2)

- Приказ ФФОМС от 07.04.2011 г. № 79 «Об утверждении общих принципов построения и функционирования ИС и порядка информационного взаимодействия в сфере ОМС» (В ред. 26.12.2013).
- Приказ Минздрава России от 31.12.2013 г. № 1159н «Об утверждении Порядка ведения персонифицированного учета при осуществлении медицинской деятельности лиц, участвующих в оказании медицинских услуг»
- Приказ Минздрава России от 30.11.2015 № 866 «Об утверждении Концепции создания Федеральной государственной информационной системы мониторинга движения лекарственных препаратов от производителя до конечного потребителя с использованием маркировки»
- Приказ Минздрава России от 07.09.2020 N 947н «Об утверждении Порядка организации системы документооборота в сфере охраны здоровья в части ведения медицинской документации в форме электронных документов»
- Приказ Минздрава России от 27.08.2020 N 906н "Об утверждении перечня, порядка ведения и использования классификаторов, справочников и иной нормативно-справочной информации в сфере здравоохранения«
- Приказ Минздрава России от 14.06.2018 № 341н «Об утверждении Порядка обезличивания сведений о лицах, которым оказывается медицинская помощь, а также о лицах, в отношении которых проводятся медицинские экспертизы, медицинские осмотры и медицинские освидетельствования»

# Электронный документооборот в здравоохранении

**Электронный документооборот** - комплекс нормативно-правовых, технологических и методологических мероприятий по обеспечению ведения медицинской документации в форме электронных документов и записей без дублирования на бумажном носителе

## Правила электронного документооборота

1. Ведение медицинской документации осуществляется **в форме электронных документов** (далее - электронный медицинский документ) без дублирования на бумажном носителе
2. Ведение медицинской документации в форме электронных медицинских документов включает **формирование, подписание и хранение электронных медицинских документов**, их регистрацию в ЕГИСЗ, предоставление доступа к медицинской документации, ведение которой осуществляется в форме электронных медицинских документов.
3. Электронный медицинский документ формируется медицинским работником или фармацевтическим работником с использованием **медицинской информационной системы медицинской организации** или иной информационной системы.
4. Электронный медицинский документ **подписывается усиленной квалифицированной электронной подписью** медицинского работника, сформировавшего документ.
5. В случае внесения исправлений в электронный медицинский документ **создается новая версия электронного медицинского документа**, подписанного электронной подписью.
6. С использованием информационных систем **обеспечивается хранение электронных медицинских документов**, предусматривая резервное копирование таких документов и электронных подписей в составе их метаданных, восстановление электронных медицинских документов и их метаданных из резервных копий, а также протоколирование и сохранение сведений о предоставлении доступа и о других операциях с электронными медицинскими документами и метаданными, автоматизированное ведение электронных журналов учета точного времени и фактов размещения, изменения и удаления информации, содержания вносимых изменений.
7. Электронные медицинские документы хранятся в информационной системе, которая используется для формирования электронного медицинского документа, **не менее срока хранения соответствующих медицинских документов на бумажном носителе**.

**Математические методы** в медицине — совокупность математических подходов, используемых для получения количественных зависимостей, построения моделей закономерностей каких-либо процессов или явлений, происходящих в живых организмах, а также относящихся к организации службы здравоохранения и охраны здоровья

- **Графические описания** (графики, диаграммы, номограммы и др.), **уравнения, статистические методы** (метод наименьших квадратов);
- **Системный анализ и математическое моделирование;**
- **Методы теории управления, теории массового обслуживания, теории игр, теории решений, теории информации (медицинская кибернетика);**
- **Методы искусственного интеллекта**

# Искусственный интеллект это:



- *Искусственный интеллект* – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе, в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений;
- *Технологии искусственного интеллекта* - технологии, основанные на использовании искусственного интеллекта, включая компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы искусственного интеллекта;
- *Интеллектуальная обработка медицинских данных* - обработка медицинских данных с применением методов искусственного интеллекта



# Цели применения ИИ в медицине



- 1) **повышения эффективности лечебного процесса** и управления им в медицинских организациях, учреждениях здравоохранения, органах исполнительной власти в сфере здравоохранения;
- 2) **контроль безопасности** и повышение качества медицинской помощи;
- 3) **создание условий для стабильного устойчивого развития предприятий** и организаций, обеспечивающих реализацию мер по охране здоровья граждан, включая разработку, внедрение и эксплуатацию информационных технологий и систем;
- 4) **создание условий для максимальной доступности** и своевременности медицинской помощи населению вне зависимости от социального статуса граждан, уровня их доходов, места жительства и иных факторов;
- 5) **создание условий для получения населением информационных**, медицинских и иных услуг, способствующих укреплению здоровья;
- 6) **развитие международного сотрудничества** и обмена опытом по стандартизации интеллектуальных методов обработки медицинских данных.

# Основные технологии ИИ в медицине



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

- 1) **интеллектуальная поддержка медицинских вмешательств** для обеспечения высокого качества профилактики, диагностики, лечения и медицинского ухода за счет повышения доступности, точности и аккуратности медицинских вмешательств;
- 2) **цифровой помощник для выполнения надлежащего лечения** в течение установленных норм времени за счет постоянного мониторинга состояния пациента и оповещения медицинских работников;
- 3) **машинное обучение для прогнозирования** течения патологического процесса с помощью анализа данных, влияющих на результаты лечения;
- 4) **глубокое обучение для обработки большого количества биомедицинских данных** разных типов для уменьшения неопределенности при принятии клинических решений о лечении;
- 5) **обработка изображений** для обработки больших объемов медицинских изображений для выявления заболеваний, диагностики, повышения качества и интенсивности обработки и т. д.;
- 6) **обработка естественных языков** для перевода длинных описательных наборов символов, например, при интерпретации записей электронных медицинских карт, извлечение и структурирование информации;
- 7) **распознавание звука** для голосового ввода данных в электронную медицинскую карту;
- 8) интеллектуальная обработка статистических данных для анализа большого объема медицинских данных с целью прогнозирования состояния пациента, контроля качества медицинской помощи;
- 9) **анализ больших данных** для обработки больших объемов данных из медицинских и прочих информационных систем в целях организации и управления системой здравоохранения, в целях управления здоровьем и качеством жизни населения;
- 10) **прогнозное моделирование** для применения моделирования для прогнозирования течения и исходов патологического процесса, рисков осложнений, эффективности и исходов лечения (в том числе, в сравнении).

# Применение технологий ИИ в медицинских специальностях



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

- 1) **в лучевой диагностике** для автоматизированного контроля качества выполненных исследований (полученных изображений), приоритизации результатов исследований, выявления признаков патологических процессов, поддержки принятия решений при дифференциальной диагностике, морфометрии, сравнительном анализе исследований, выполненных в динамике, формирования проектов описаний результатов исследований, голосового заполнения медицинской документации;
- 2) **в патоморфологии и цитологии** для автоматизированного контроля качества выполненных исследований (полученных изображений), приоритизации результатов исследований, выявления признаков патологических процессов, поддержки принятия решений при дифференциальной диагностике, морфометрии, сравнительном анализе исследований, выполненных в динамике, формирования проектов описаний результатов исследований;
- 3) **в дерматологии** для обнаружения и классификации злокачественных новообразований кожи (в том числе, при скрининге);
- 4) **в офтальмологии** для обнаружения и классификации глазных болезней по диагностическим изображениям;
- 5) **в терапии** для выявления рисков, прогнозирования осложнений и результатов; систем поддержки врачебных решений; подбора терапии, роботизированного выполнения инвазивных и неинвазивных манипуляций, содействия в уходе за пациентом;
- 6) **в кардиологии** для количественного определения, компьютерного обнаружения патологий, диагностики и дифференциальной диагностики; выявления рисков, прогнозирования исходов, результатов; поддержки клинических решений;
- 7) **в неврологии, урологии, хирургии** для прогнозирования осложнений и результатов; поддержки врачебных решений, роботизированного выполнения инвазивных и неинвазивных манипуляций, содействия в уходе за пациентом;
- 8) **в анестезиологии, отделении интенсивной терапии** для непрерывного мониторинга; прогнозирования осложнений и результатов, роботизированного выполнения инвазивных и неинвазивных манипуляций, содействия в уходе за пациентом;
- 9) **в неотложной помощи** для транспортировки и сортировки; непрерывного мониторинга; прогнозирования осложнений и результатов, роботизированного выполнения инвазивных и неинвазивных манипуляций.

# ИИ сервисы для цифровой трансформации здравоохранения



## Для пациентов

- Интеллектуальная обработка медицинской документации и информации с носимых устройств
- Предиктивная диагностика для раннего выявления заболеваний
- Интеллектуальная служба второго мнения



## Для медперсонала

- Речевое заполнение медицинских документов
- Системы поддержки принятия врачебных решений. Предиктивная аналитика и маршрутизация пациентов
- Распознавание и интерпретация результатов инструментальных исследований



## Для сферы здравоохранения

- Риск-ориентированная оценка деятельности медицинской организации
- Ускорение разработки и вывода на рынок новых медицинских изделий и лекарственных препаратов
- Выявление эффективных методов оказания медицинской помощи

Эффект применения ИИ



Сокращение непродуктивного времени медицинских работников, не связанного с лечением пациентов



Снижение процента ошибок в процессе оказания медицинской помощи



Повышение качества и сокращение сроков лечения



Повышение экономической эффективности

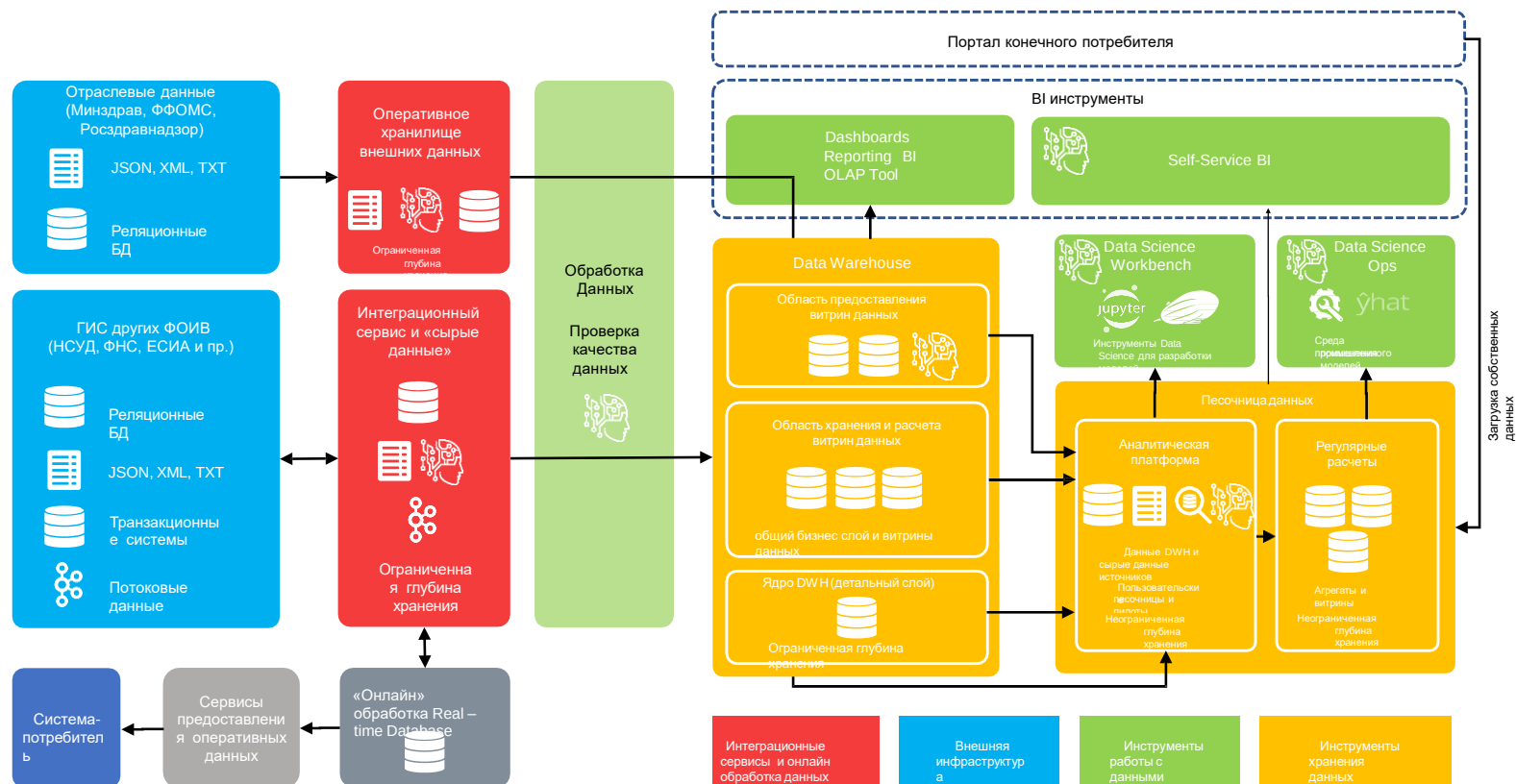


Повышение удовлетворённости населения

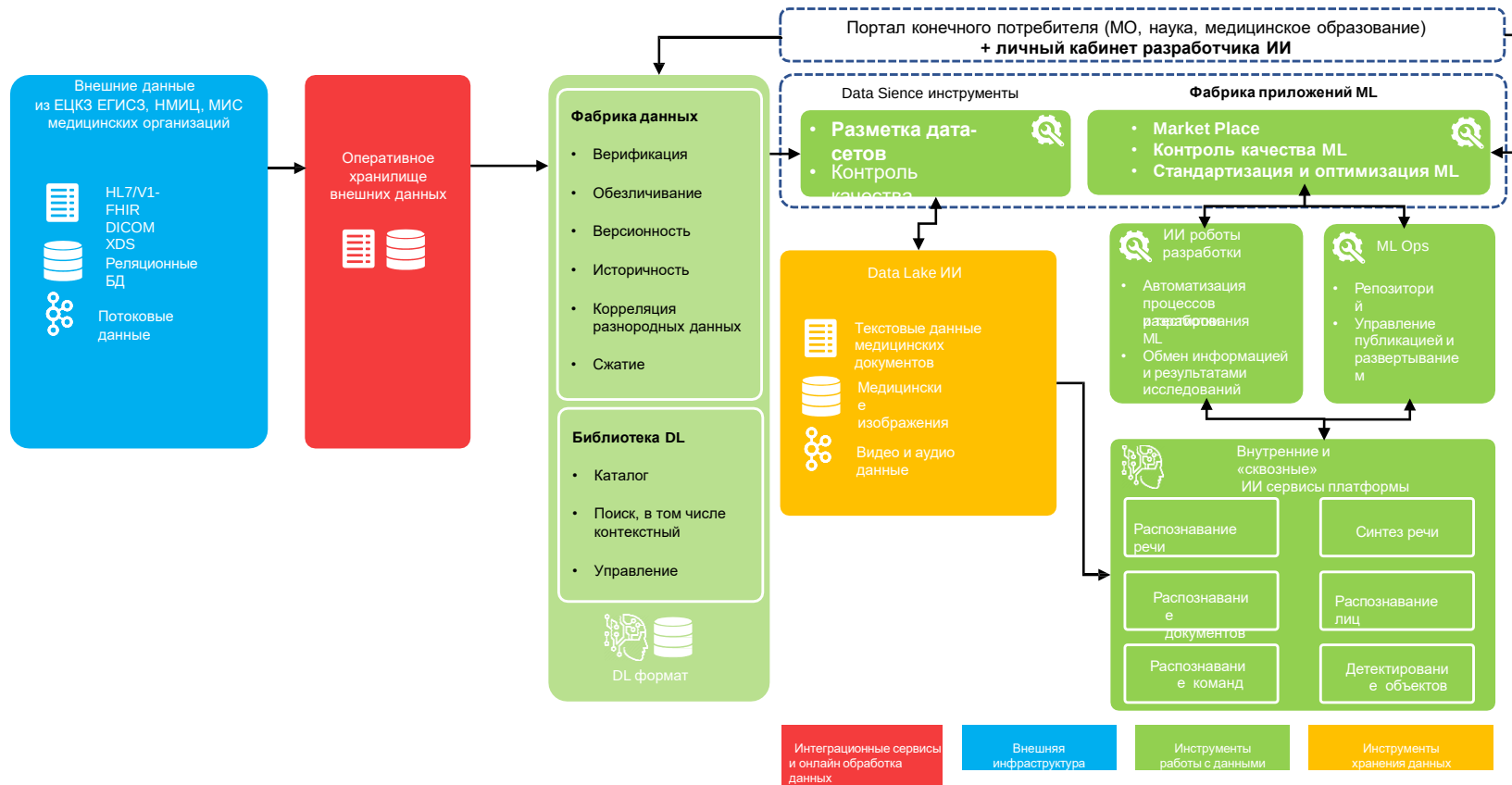
# Отраслевая платформа сервисов ИИ в здравоохранении



# Архитектура отраслевой платформы управления данными

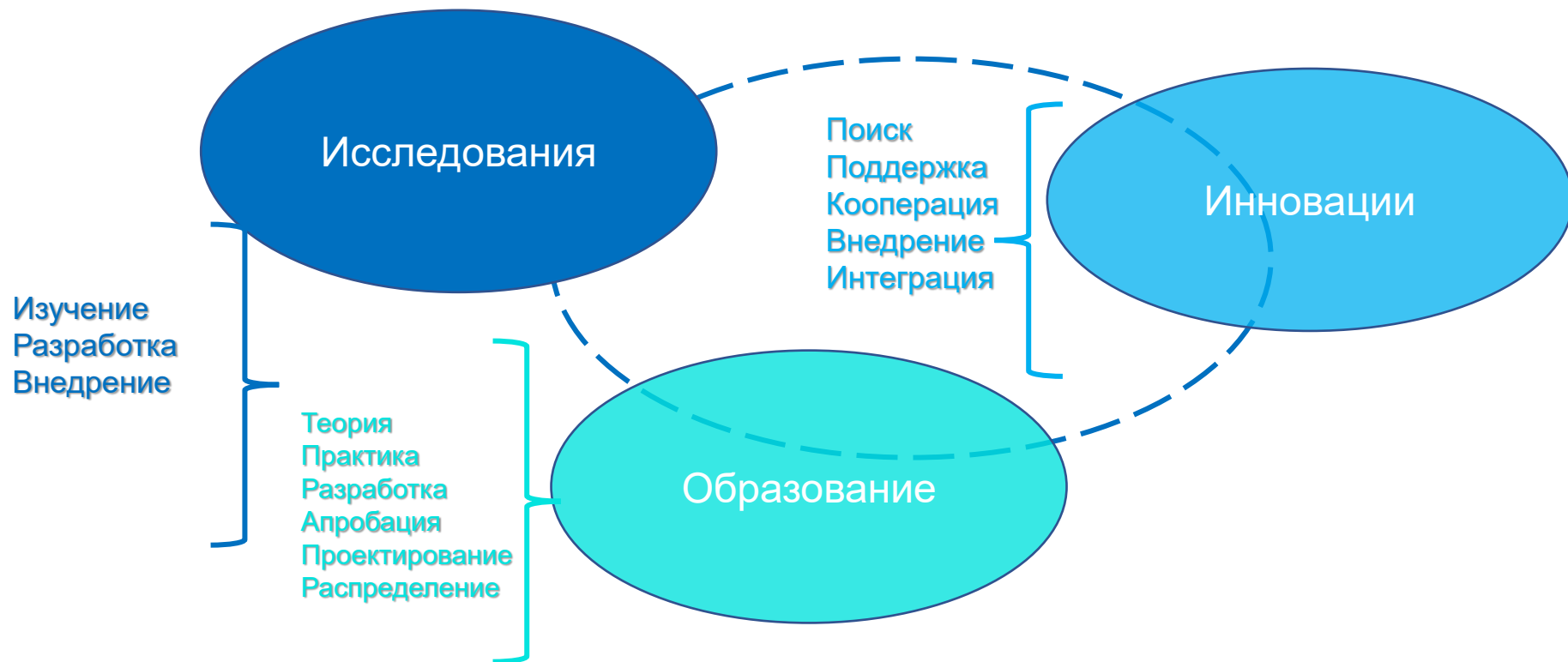


# Архитектура отраслевой платформы ИИ



# Основные направления развития ИЦМ

Институт создан 26.04.2018 г.





# Развитие телемедицинских технологий

| Наименование темы исследования                                                                                                                                                                                                                                    | Партнеры                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Перспективное сравнительное клиническое исследование оценки возможностей <b>дистанционного мониторинга пациентов в период проведения им химиотерапии по поводу онкологических заболеваний</b>                                                                     | Кафедра онкологии, радиотерапии и пластической хирургии |
| Перспективное сравнительное клиническое исследование по созданию и внедрению телемедицинской системы <b>мониторинга за состоянием и лечением пациентов с мочекаменной болезнью</b> с последующей оценкой эффективности, безопасности и экономической применимости | Институт урологии и репродуктивного здоровья            |
| Перспективное сравнительное клиническое исследование возможностей <b>дистанционного мониторинга студентов для коррекции избыточной массы тела</b>                                                                                                                 | Кафедра физической культуры                             |
| Перспективное сравнительное клиническое исследование <b>дистанционного мониторинга беременных находящихся в зоне риска</b>                                                                                                                                        | Клиника Акушерства и гинекологии                        |
| Телемедицинская система мониторинга <b>детей с расстройствами аутистического спектра</b>                                                                                                                                                                          | УДКБ                                                    |
| Телемедицинская система респираторной поддержки на дому                                                                                                                                                                                                           |                                                         |

# Интернет-приложение Sechenov DatMed с клиническими рекомендациями доказательной медицины



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

The image displays the Sechenov DataMed web application interface across different devices. The desktop version on the left shows a navigation menu with categories like 'Категории Статей' and 'Категории'. The mobile app versions on the right show the same interface adapted for smaller screens, with a focus on the search bar and category lists. The desktop version also includes a search bar at the top and a list of popular articles at the bottom.

**Desktop Version:**

- Header: Sechenov DataMed logo, navigation links (Резюме по нозологиям, Стандарты МП, КР Минздрава, Фармакотерапия).
- Search bar: 'Что ищете?' with a 'ПОИСК' button.
- Language selector: 'Выбор языка' with a dropdown menu (Russian).
- Categories: 'Категории' section with a list of categories and their counts.
- Articles: 'А. Резюме доказательств по нозологиям (1131)' and 'Б. Клинические рекомендации Минздрава (152)'.
- Popular articles: 'Популярные' section with a list of popular articles.

**Mobile App Versions:**

- Android (16:50): Shows the login screen with fields for 'Имя пользователя или email' (admin) and 'Пароль', a 'Войти' button, and a 'Забыли пароль?' link.
- iOS (16:46): Shows the search bar and category list.
- iOS (16:51): Shows the search bar and category list.

**Mobile App Content:**

- Categories: 'Категории' section with a list of categories and their counts.
- Articles: 'А. Резюме доказательств по нозологиям (1131)' and 'Б. Клинические рекомендации Минздрава (152)'.
- Popular articles: 'Популярные' section with a list of popular articles.

Вид в браузерах - Chrom, Opera, Safari

Мобильное  
приложение

# Предиктивные модели



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

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

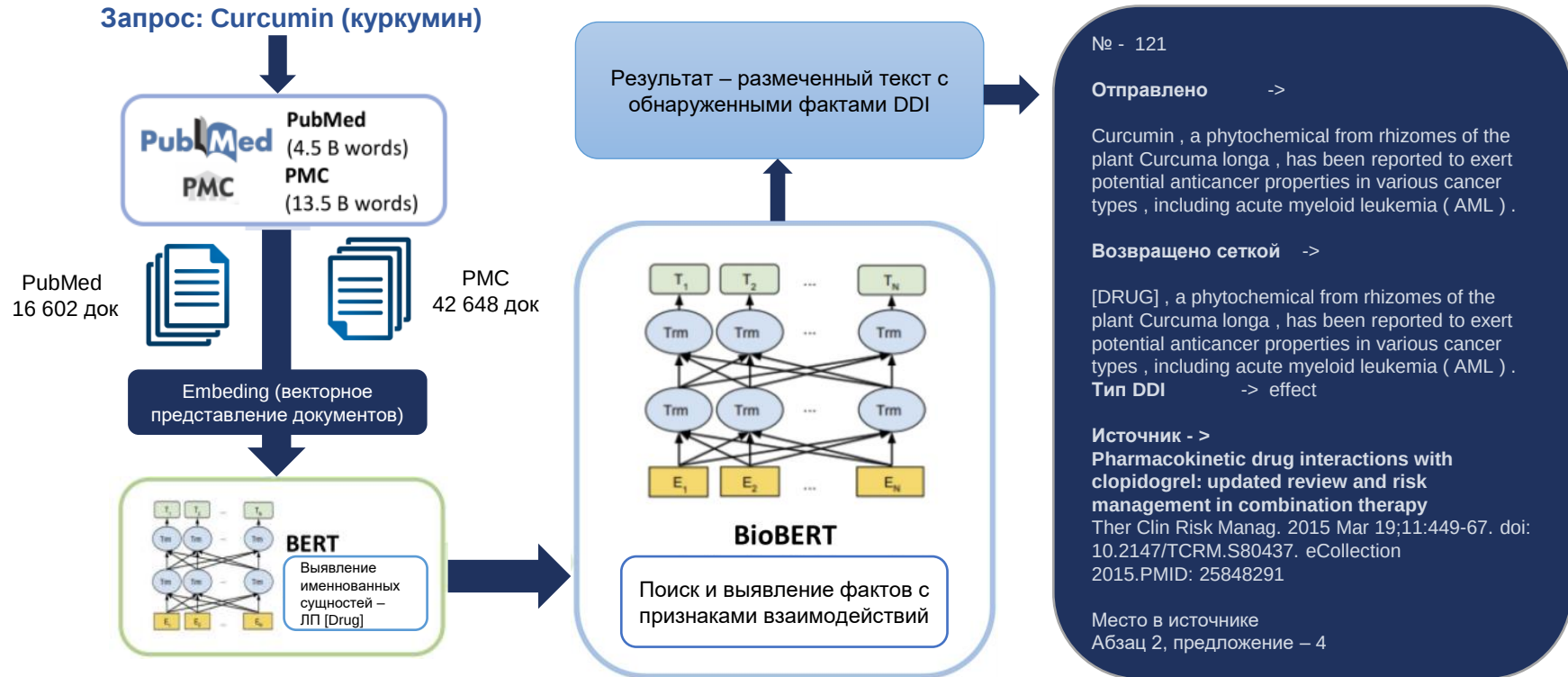
датасет **68** – входных параметров

- 
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 1 – ый 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)/

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



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

# База выявленных фактов лекарственного взаимодействия выявленных роботом

Datamed

Анализ текста

Поиск в PubMed

Поиск в локальной базе данных



abacavir

Найти

Type a keyword...

| PMID                     | Текст до обработки                                                                                                                                                                             | Текста после обработки                                                                                                                                                                                                      | Тип DDI        | Номер предложения в ст... | Скачать ста...          |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------|
| <a href="#">34093574</a> | Our data reveals a spectrum of abacavir mediated effects on the immunopeptidome which reconciles the heterogeneous functional T cell data reported in the literature .                         | Our data reveals a spectrum of [abacavir --- DRUG] mediated effects on the immunopeptidome which reconciles the heterogeneous functional T cell data reported in the literature .                                           | No_interaction | 6                         | <a href="#">Скачать</a> |
| <a href="#">34093574</a> | Abacavir hypersensitivity syndrome can occur in individuals expressing the HLA - B * 5 7 : 0 1 major histocompatibility complex class I allotype when utilising the drug abacavir as a part of | [Abacavir --- BRAND] hypersensitivity syndrome can occur in individuals expressing the HLA - B * 5 7 : 0 1 major histocompatibility complex class I allotype when utilising the drug [abacavir --- DRUG] as a part of their | effect         | 1                         | <a href="#">Скачать</a> |

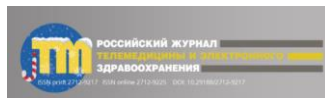
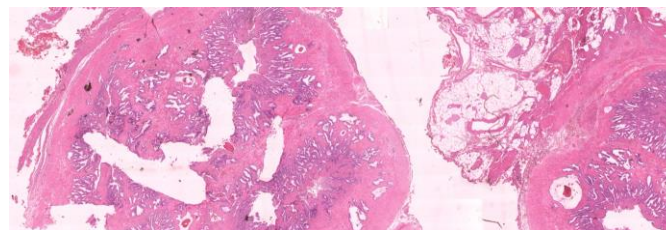
Разработка программного интерфейса ведется студентом Н.Сызранцевым (В.Тарасов, В.Чубарев)

# Разработка методологии аппаратно-программного комплекса для цифровой патоморфологии



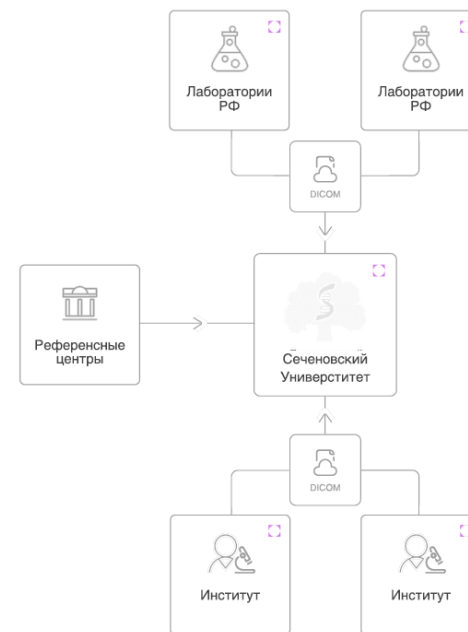
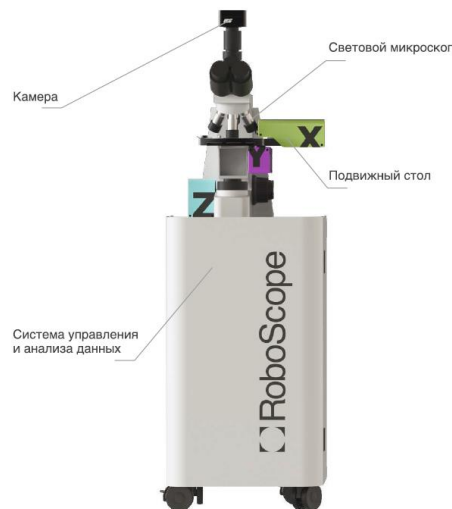
СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

- RoboScope производит автоматическое сканирование предметного стекла и сшивку полученных частных изображений в единое целое формата DICOM.
- Программное обеспечение позволяет работать с такими изображениями – измерять, выделять и отмечать необходимые фрагменты.
- Облачная система позволяет получить доступ к оцифрованным данным из любой точки мира.



## Цифровая патоморфология: создание системы автоматизированной микроскопии

- DOI: 10.29188/2712-9217-2021-7-4-27-47
- Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Тertychny А.С., Шадеркина А.И. Цифровая патоморфология: создание системы автоматизированной микроскопии. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2021;7(4);27-47;  
<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-4-27-47>





# 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

# Внедрение прикладных решений ИИ

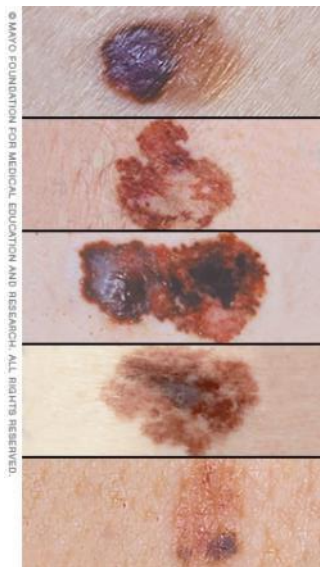


СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

- Система интеллектуального поиска обработки медицинского контента для доказательной медицины (Sechenov DataMed)
- Система **управления потоками пациентов** на основе интеллектуальной обработки данных анкетирования (первичный скрининг)
- Интеллектуальная **система распознавания патологий** на снимках глазного дна
- **Морфологическое цифровое хранилище** онкологического и урологического профилей в составе единого хранилища медицинских изображений Сеченовского университета
- Интеллектуальная система **мониторинга лежачих пациентов** и распознавания действий палатных медицинских сестер в ФЦ паллиативной медицины
- Интеллектуальная система **управления оперблоком УКБ№1**
- Интеллектуальная **система мониторинга пациентов, находящихся на реабилитации** (с травмами спинного мозга, другими состояниями, ограничивающими движение пациентов)
- Применение ИИ для анализа **рисков дефицита лекарственных препаратов**
- Технологии **проактивного мониторинга** в составе умной среды обитания



- 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

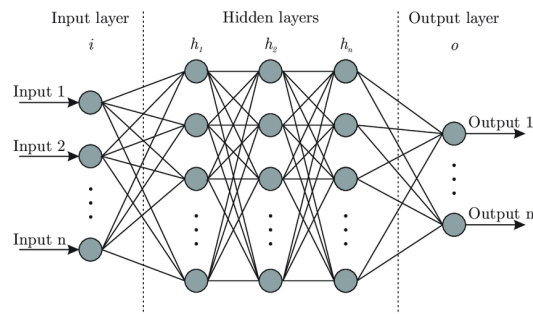
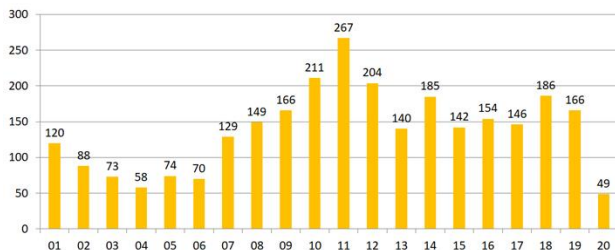
- Мы нашли 11 работ, соответствующих нашим запросам, в которых наблюдались
  - сверточные нейронные сети и
  - нейронные сети с глубоким обучением в сочетании с
  - алгоритмами FC или WCO при анализе дерматоскопических изображений.
- Все они требуют алгоритма ABCD и его производных,
  - большого набора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

- 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.



- Статья**
- Scope for the Application of Blockchain in the Public Healthcare of the Russian Federation. **Procedia Computer Science**. 126.

## Результаты

Проведенный анализ литературных источников показал:

- Повышение открытости информационных ресурсов
- Изменение принципов финансовых транзакций
- Создание инфраструктуры автоматизации контроля выполнения контрактов
- Снижение издержек на безопасное хранение значимой информации
- Ускорение процедур доступа к информации



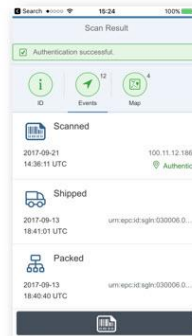
- Статья** • The distributed ledger technology as a measure to minimize risks of poor-quality pharmaceuticals circulation. **PeerJ Computer Science** 6:e292

## Результаты

- Результаты анализа содержат принципиальную схему реализации блокчейна для достижения поставленных целей.
- Проведен и представлен анализ современной структуры цепочки поставок фармацевтических препаратов и возможностей технологии блокчейн для совершенствования фармацевтических компаний.
- Кроме того, статья позволяет познакомиться с текущими проектами, выпущенными на рынок, а также с прогнозом потенциала блокчейн в развитии фармацевтической отрасли в будущем.



Product Scan



Product Audit



Fraud Detection

# Постановка задачи для машинного обучения

## Обозначения:

$X$  – набор факторов и показателей пациента

$Y$  – конечное множество исходов (ответов)

$f: X \rightarrow Y$  – неизвестная зависимость (искомая целевая функция)

## Дано:

$\{x_1, \dots, x_n\} \in X$  – данные  $n$ -пациентов (физические параметры, лабораторные результаты анализов, генетические данные, параметры фармакотерапии, ), параметры представлены наборами категориальных и непрерывных величин.

$y_r = y(x_r)$  результаты исходов лечения  $r = 1, \dots, R$  – известные значения

## Найти:

$M: X \rightarrow Y$  – модель (алгоритм), приближающий результаты  $Y$  на всем множестве входных данных  $X$ , с точностью не хуже  $Acc$



# Общий алгоритм решения задачи и исследуемые модели

1. Подготовка и предварительная обработка данных (анализ выбросов, очистка и нормализация).
2. Разработка моделей машинного обучения для различных методов и алгоритмов.
3. Обучение моделей и оценка качества.
4. Ранжирование по точности и выбор оптимальной архитектуры.
5. Оценка значимости и влияния факторов, снижение размерности вектора входных параметров.
6. Развертывание модели с наилучшими показателями в промышленном контуре.
7. Опытная эксплуатация модели.

## 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)/

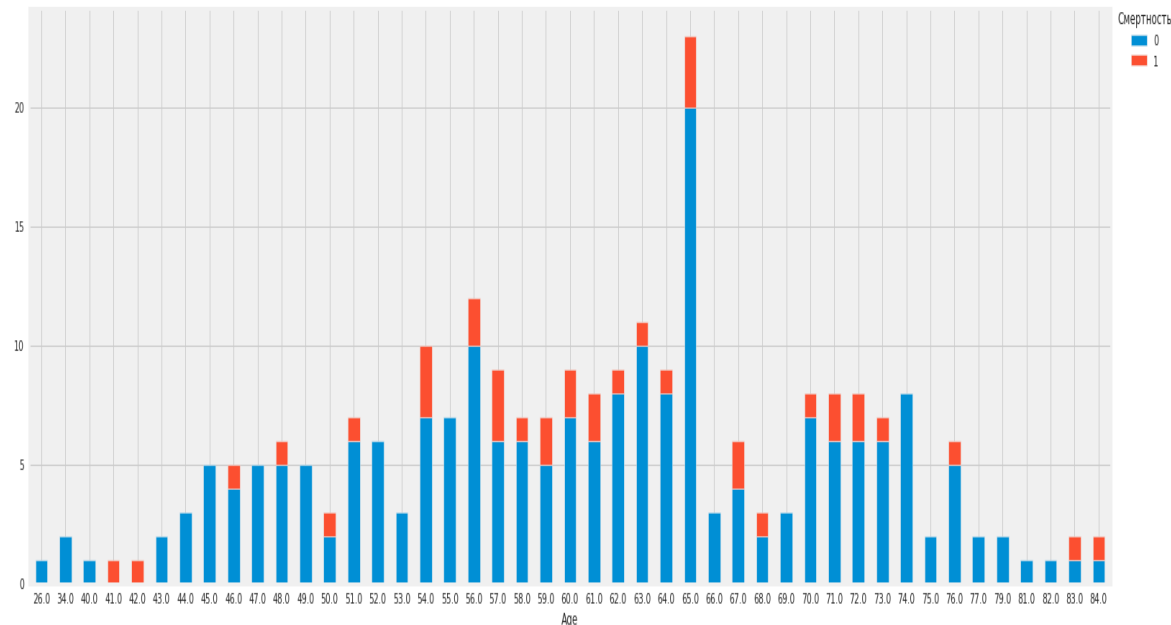
# Общая схема моделирования



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

| #  | Column      | Non-Null Count | Dtype   |
|----|-------------|----------------|---------|
| 0  | Age         | 249 non-null   | float64 |
| 1  | Sex         | 249 non-null   | object  |
| 2  | Fat         | 249 non-null   | float64 |
| 3  | CD          | 249 non-null   | float64 |
| 4  | GB          | 249 non-null   | float64 |
| 5  | Smoke       | 249 non-null   | float64 |
| 6  | Diag        | 249 non-null   | object  |
| 7  | UpST        | 249 non-null   | float64 |
| 8  | DepresST    | 249 non-null   | float64 |
| 9  | OtrT        | 249 non-null   | float64 |
| 10 | ACK         | 249 non-null   | float64 |
| 11 | GprnFrksprn | 249 non-null   | float64 |
| 12 | ADF         | 249 non-null   | float64 |
| 13 | ADF7        | 249 non-null   | float64 |
| 14 | Platelets   | 249 non-null   | float64 |
| 15 | Creatine    | 249 non-null   | float64 |
| 16 | ACT         | 249 non-null   | float64 |
| 17 | ALT         | 249 non-null   | float64 |
| 18 | XC          | 249 non-null   | float64 |
| 19 | TG          | 249 non-null   | float64 |
| 20 | FB          | 249 non-null   | float64 |
| 21 | AsprDos     | 249 non-null   | float64 |
| 22 | BAB         | 249 non-null   | object  |
| 23 | ingAPF      | 249 non-null   | object  |
| 24 | ARA         | 249 non-null   | object  |
| 25 | BKK         | 249 non-null   | object  |
| 26 | Diuret      | 249 non-null   | object  |
| 27 | Antagon     | 249 non-null   | object  |
| 28 | Nitrates    | 249 non-null   | object  |
| 29 | Statins     | 249 non-null   | object  |
| 30 | InhibitPP   | 249 non-null   | object  |
| 31 | RiskCHD     | 249 non-null   | float64 |
| 32 | Resistance  | 249 non-null   | float64 |
| 33 | ABCB1       | 249 non-null   | object  |
| 34 | CYP2C9      | 249 non-null   | object  |
| 35 | TBS1AT      | 249 non-null   | object  |
| 36 | TBS2GA      | 249 non-null   | object  |
| 37 | CYP2C192    | 249 non-null   | object  |
| 38 | Complicat   | 249 non-null   | int64   |
| 39 | ACS1d       | 249 non-null   | float64 |
| 40 | Stenocard   | 249 non-null   | float64 |
| 41 | Y           | 249 non-null   | int64   |

Предиктивная  
Модель



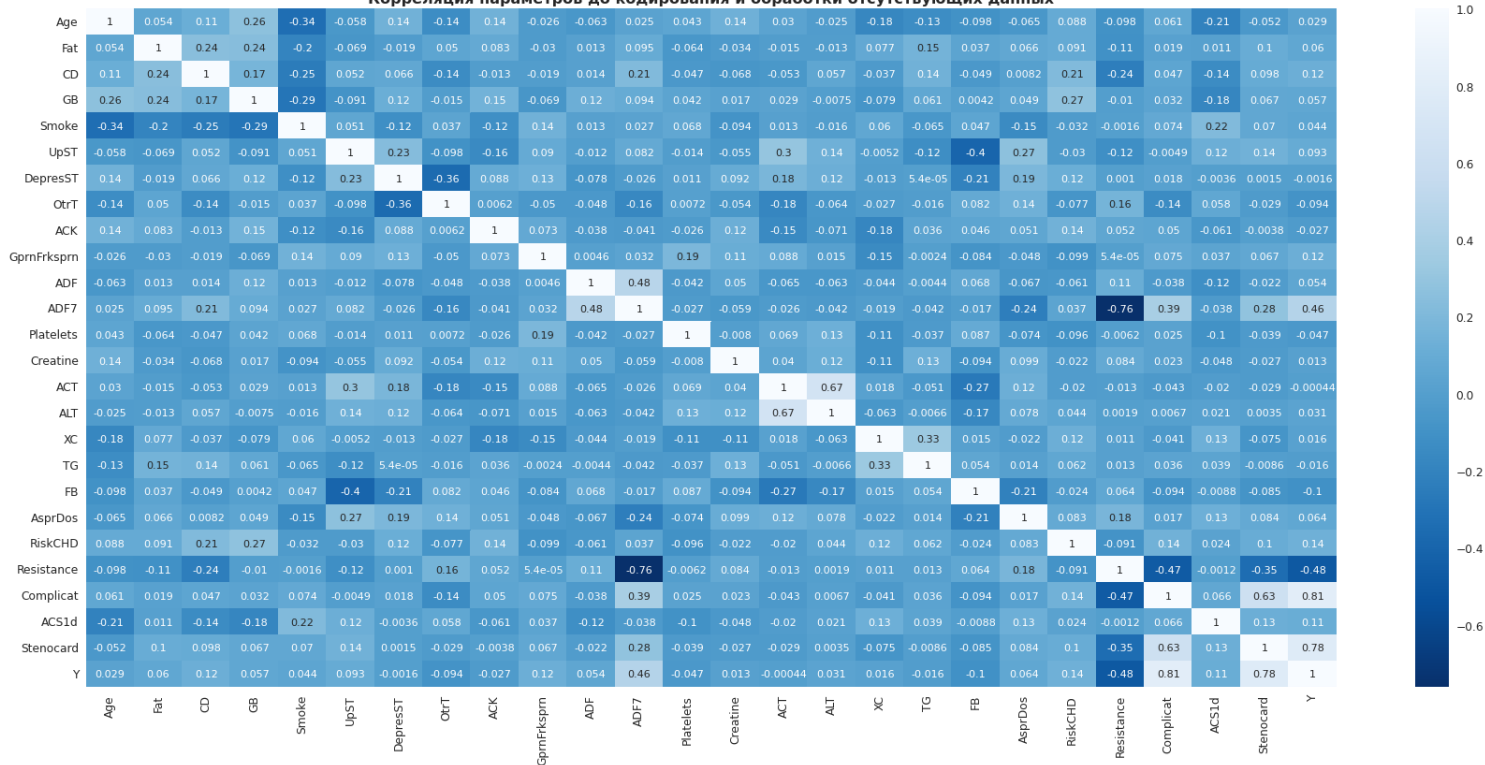
Распределение пациентов по исходам

# Корреляционная матрица для непрерывных параметров



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ

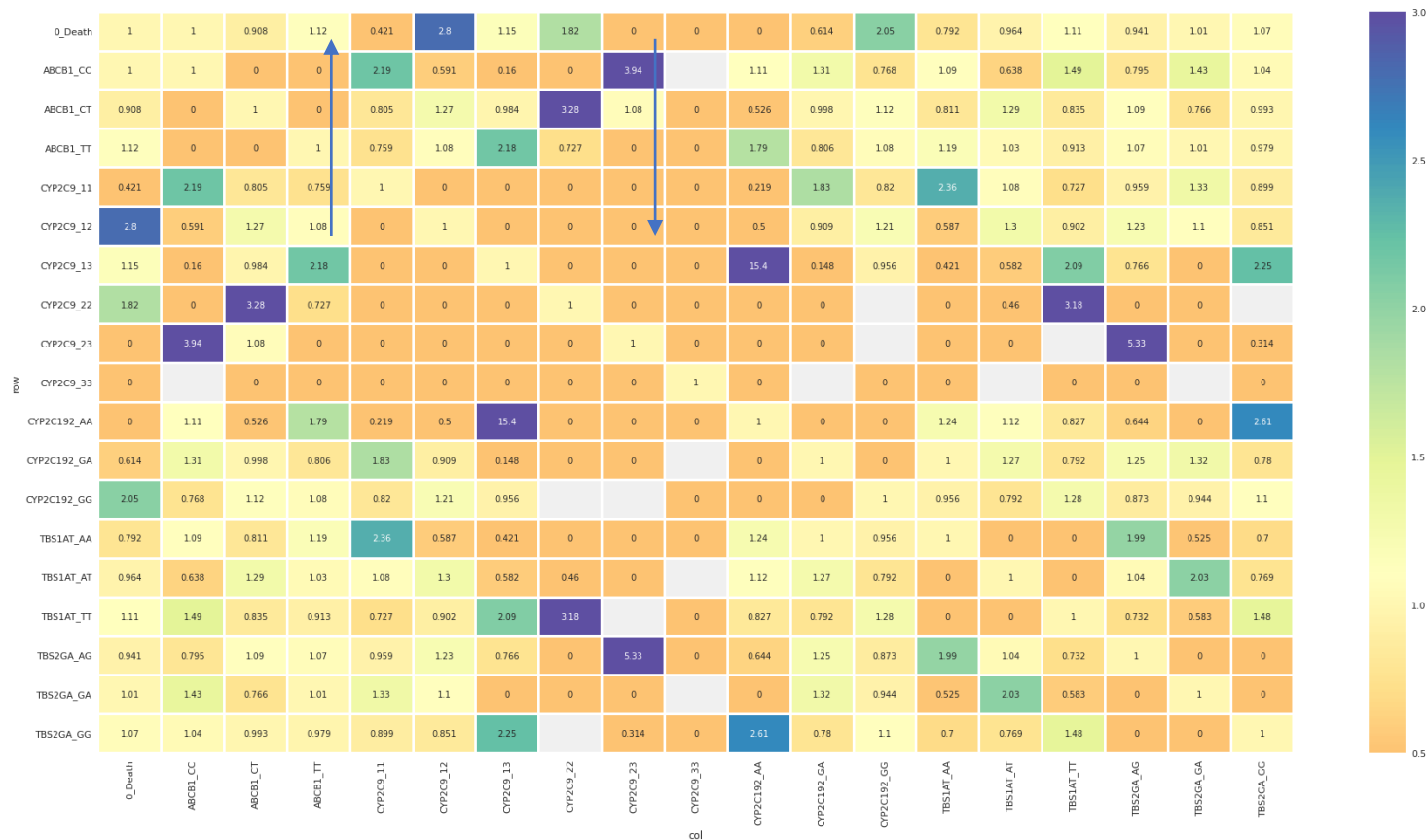
Корреляция параметров до кодирования и обработки отсутствующих данных







# Матрица шансов по категориальным значениям

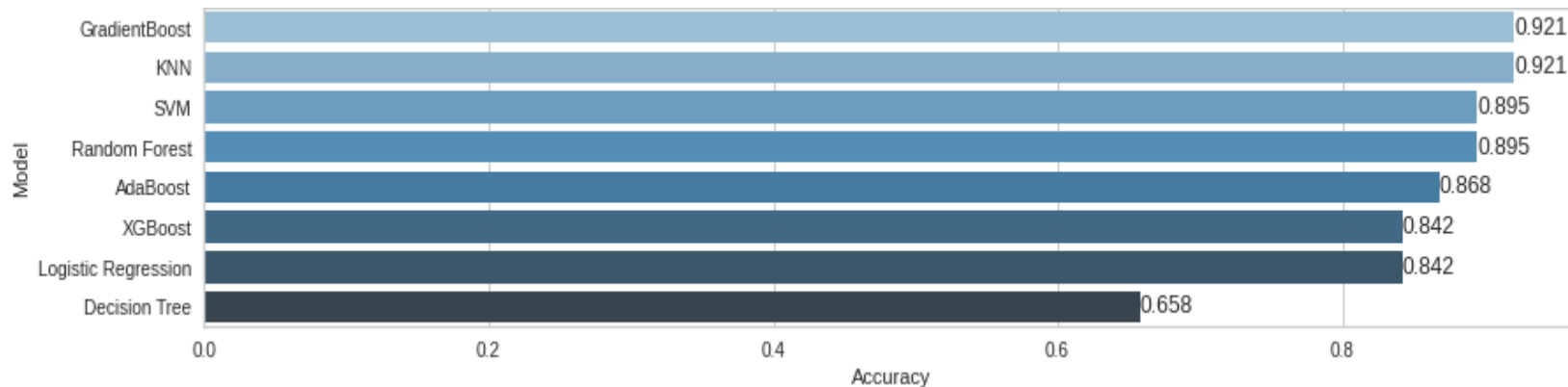




# Показатели качества моделей



СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУК О ЖИЗНИ



## Выводы:

В нашем пилотном исследовании мы провели обучение моделей различных архитектур для предиктивной оценки рисков смертельных исходов.

Результаты машинного обучения показали, что большинство спроектированных моделей, несмотря на ограниченный набор данных, обеспечивают высокую прогнозную точность на уровне **84-92%**.

Таким образом, предложенные модели могут рассматриваться, как основа для разработки программного обеспечения с перспективой применения в реальной клинической практике.

С этой целью мы планируем вести дальнейшие работы по обучению моделей с тонкой настройкой параметров обучения, что в конечном итоге позволит реализовать их применения в клинической практике.



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!