

Зачем искусственный интеллект врачу-эндокринологу?

Цифровые решения ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России

Елена Владимировна Ковалева

Кандидат медицинских наук,
Руководитель отдела цифровой трансформации,
Старший научный сотрудник отделения патологии ОЩЖ и НМО
ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России
Директор: член.-корр. РАН, д.м.н. Мокрышева Н.Г.



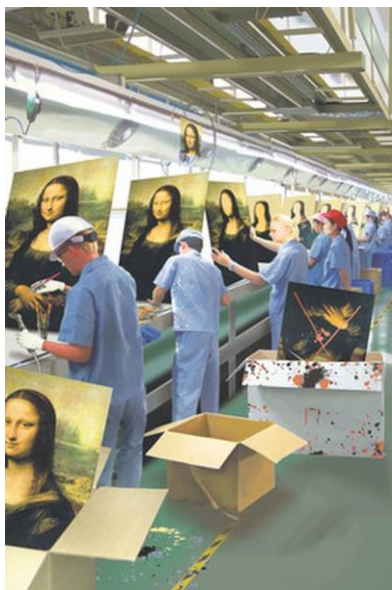
Высокий профессионализм и передовые технологии

Сервисы для врача



Врач

Рутинные действия врача



Четкого алгоритма, рекомендаций нет



Опыт применения: литературные данные

Полезьа для врача:

- помощь в принятии решения по коррекции терапии, что особенно важно для специалистов с небольшим клиническим опытом,
- помощь в оценке лекарственных взаимодействий, фармакологической безопасности, особенно у коморбидных пациентов

и пациента:

- повышение приверженности к лечению,
- улучшение контроля над заболеванием и пр.

Проблемы и ограничения, связанные с использованием СППВР, например:

- «Программные сбои повлияли на использование СППВР врачами»,
- «Отсутствие интеграции с системой электронных медицинских карт приведет к усложнению рабочего процесса»,
- «Некоторые рекомендации, предоставленные СППВР, не учитывали сопутствующие заболевания или приверженность пациентов»,
- «СППВР не соответствовали самым последним рекомендациям»

Clinical application All users
(n=81)

Treatment recommendations	63 (78)
Insulin dose adjustment	30 (48)
Drug recommendations ^e	27 (43)
Suggestions for diet and exercise	11 (17)
Complication risk assessment ^f	12 (15)
Medical education	13 (16)

Summary of the effectiveness (64/85, 75%) of CDSSs^a for biomarkers.

Outcomes	Studies that showed CDSSs significantly improved outcomes, n/N (%) ^b	References
Blood glucose	45/63 (71)	[23, 28-30, 32, 34, 36, 39, 42-46, 48-51, 53, 54, 57, 58, 61, 62, 65, 68, 69, 73-75, 78, 79, 82, 84, 86, 87, 90-94, 98, 101, 102, 104, 110]
HbA1c ^c	30/43 (70)	[23, 28, 29, 34, 36, 39, 42-46, 49-51, 53, 54, 61, 62, 65, 68, 74, 75, 78, 79, 84, 86, 87, 91, 92, 98]
FBG ^d	4/9 (44)	[39, 58, 93, 101]
MBG ^e	8/14 (57)	[30, 32, 36, 43, 46, 82, 90, 102]
TIR ^f	12/18 (67)	[48, 57, 73, 82, 87, 90, 94, 98, 101, 102, 104, 110]
GV ^g	5/7 (71)	[36, 46, 48, 69, 87]
Blood pressure	12/18 (67)	[35, 42, 44, 45, 47, 50, 58, 61, 63, 65, 72, 78]
SBP ^h	11/18 (61)	[42, 44, 45, 47, 50, 58, 61, 63, 65, 72, 78]
DBP ⁱ	10/15 (67)	[35, 42, 44, 45, 47, 50, 58, 63, 65, 72]
Blood lipid	8/21 (38)	[39, 42, 44, 47, 61, 65, 72, 74]
LDL ^j cholesterol	6/15 (40)	[39, 44, 47, 65, 72, 74]
HDL ^k cholesterol	1/7 (14)	[39]
TC ^l	4/11 (36)	[39, 44, 47, 61]
TG ^m	2/5 (40)	[39, 42]

Автоматизация рутинных действий врача

СППВР на основе знаний из различных источников:

- Клинические рекомендации
- Стандарты оказания медицинской помощи
- Эксперты

СППВР на основе методов искусственного интеллекта:

- Анализ медицинских изображений
- Анализ текстовых заключений



Полученные таким образом СППВР моделируют рассуждения врача, понятны и логичны

Преимущества

- Увеличение точности постановки диагноза
- Улучшение полноты оказания медицинской помощи пациентам
- Уменьшение трудозатрат врача
- Своевременность диагностики



- **Эффективное использование времени врача,**
- **Уменьшение вероятности врачебной ошибки**

Калькулятор расчета режимов дозирования витамина D

Калькулятор расчета режимов дозирования витамина D

1. Расчет концентрации кальция

Введите сывороточную концентрации 25(OH) витамина D *

Численное значение концентрации

Недостаточность витамина D.

Рекомендуется насыщающая доза колекальциферола 200 000 МЕ в течение 4 недель

Получить заключение

2. Выберите дозировку колекальциферола

Выберите дозировку колекальциферола

- 50 000 МЕ (100 капель) 1 раз в неделю - 4 недели
- 25 000 МЕ (50 капель) 2 раз в неделю - 4 недели
- 7 000 МЕ (14 капель) 1 раз в сутки - 4 недели

Получить варианты режимов дозирования

Утверждено:
Общественная организация «Российская Ассоциация Эндокринологов»



Президент, академик РАН Дедов И.И.

Клинические рекомендации

Дефицит витамина D

Кодирование по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем: **E21.1/E55/E55.9/M83**

Возрастная группа: **взрослые**

Год утверждения: **202_**

Разработчик клинической рекомендации:

- Общественная организация «Российская ассоциация эндокринологов»



СППВР регистров первичного гиперпаратиреоза и хронического гипопаратиреоза

Рубриктор
клинических рекомендаций

Главная | Клинические рекомендации | Методические руководства | Алгоритмы действий врача | О разработке клинических рекомендаций | Справочники

Введите наименование заболевания

Расширенный поиск

Главная / Все клинические рекомендации / Гипопаратиреоз у взрослых

Гипопаратиреоз у взрослых

ID: 627

Кодирование по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем: E20.0, E20.8, E20.9, E89.2

Возрастная категория: **Взрослые**

Год утверждения: 2021

Год окончания действия: 2023

Статус: **Действует**

Одобрено Научно-практическим Советом Минздрава РФ

[Открыть](#)

[Скачать в формате .pdf](#)

Первичный гиперпаратиреоз

ID: 88

Кодирование по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем: E21.0, E21.2, E21.3, E21.4, E21.5, D35.1, C75.0

Возрастная категория: **Взрослые**

Год утверждения: 2020

Пересмотр не позднее: 2022

Дата размещения: 26.01.2021

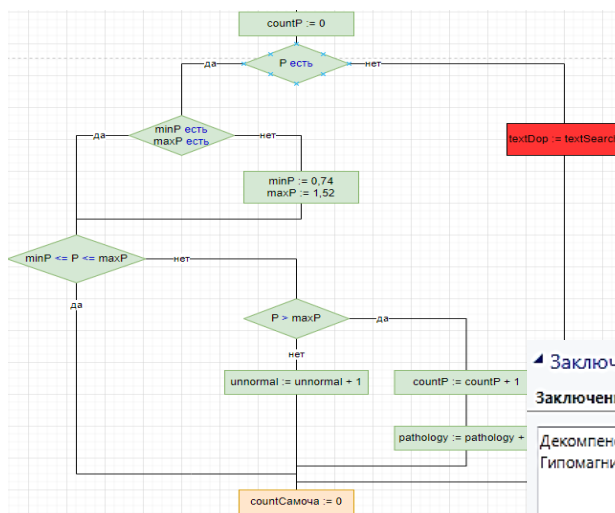
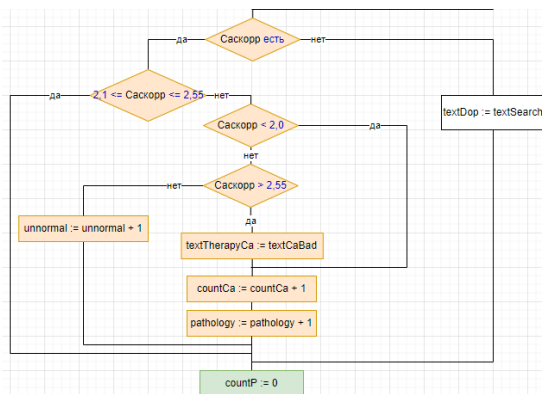
Статус: **Действует**

[Применяется](#)

Одобрено Научно-практическим Советом Минздрава РФ

[Открыть](#)

[Скачать в формате .pdf](#)



РЕГИСТРЫ ЭНДОКРИНОПАТИЙ
ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ ЭНДОКРИНОЛОГИИ» МИНЗДРАВА РОССИИ

РЕГИСТР СД | РЕГИСТР ОГТО | РЕГИСТР ГИПОПТ | РЕГИСТР ПГПТ | РЕГИСТР МРЩК

Фосфор					
Фосфор, ммоль/л	2,09	мин значение нормы лаборатории	0,74	макс значение нормы лаборатории	1,52
Магний					
Магний, ммоль/л	0,67	мин значение нормы лаборатории	0,70	макс значение нормы лаборатории	1,05
Щелочная фосфатаза					
Щелочная фосфатаза, ед/л	218,00	мин значение нормы лаборатории	40,00	макс значение нормы лаборатории	150,00
Креатинин, мкмоль/л	55,80	СКФ (СКФ-ЕП), мл/мин	96,75		
25(ОН)витамин D, нг/мл		Остеокальцин, нг/мл	51,22	Кальциурия утренняя, ммоль/л	

Заключение и Рекомендации

Заключение

Декомпенсация заболевания.
Гипомагниемия.

Рекомендации

Рекомендовано дообследование 25(ОН)витамина D. Коррекция доз стандартной терапии, Контроль лабораторных показателей (кальций общий, альбумин (с расчетом альбумин-скорректированного кальция крови), фосфор, магний, креатинин) не реже 1 раза в 7-10 дней до достижения целевых показателей кальция. Коррекция терапии – рассмотрение вопроса об увеличении дозы активных метаболитов/аналогов витамина D (альфакальцитриол, кальцитриол) И/ИЛИ препаратов кальция. Рассмотреть вопрос о назначении препаратов магния до 300-400 мг в сутки, прием курсами в 1-3 месяца (средне-терапевтические дозы до 300-400 мг в сутки, курсами в 1-3 месяца). Прием препаратов магния и кальция строго с интервалом в 1,5-2 часа. Контроль уровня магния после завершения курсового приема препарата.

Автоматизированная экспертная система дифференциальной диагностики инциденталом гипофиза

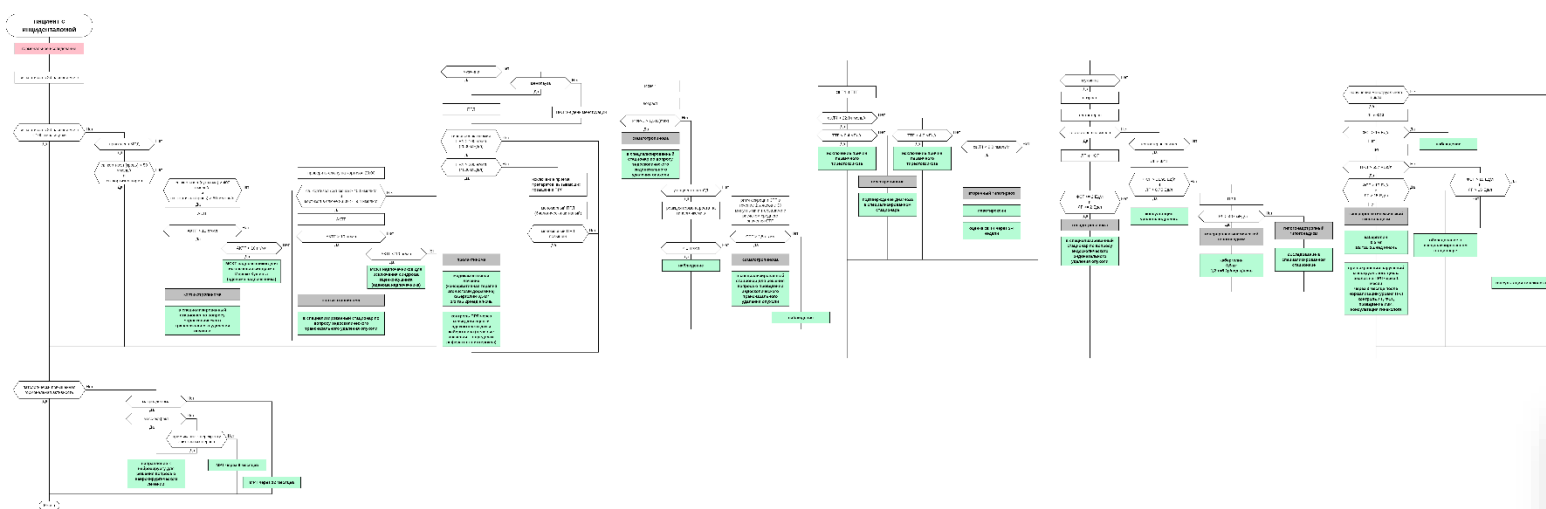
Совместно с экспертами: Пигаровой Е.А., Дзерановой Л.К.

Задача проекта: разработка СППВР дифференциальной диагностики инциденталом гипофиза (пролактинома, кортикотропинома, гонадотропинома, соматотропинома, тиреотропинома, гормонально-неактивная аденома гипофиза)

Работа с экспертами и литературой

Разработка алгоритма работы СППВР

Разработка приложения



дифференциальная диагностика инциденталом гипофиза

Возраст: 22 Наличие СД 1 или 2 типа
 Пол: Менопауза
 Нарушения менструального цикла

Дополнительные результаты лабораторного исследования
 Проведена ли МПД?
 Результат МПД:
 Исключение приема препаратов, вызывающих повышение ПРП
 Мономерная ПРП (Биологически активная): 400,00 мЕд/л
 ритм секреции СТГ в течение 24 часов с 30 минутными интервалами с расчетом среднего значения СТГ: 0,50 нг/мл

Результаты лабораторного исследования
 св. кортизол в суточной моче: 90,00 нмоль/сут
 ПРП (3-9 день менстр. цикла): 900,00 мЕд/л
 ИФР-1: 20,00 нг/мл
 св. Т4: 2,00 пмоль/л
 ТТГ: 2,00 мЕд/л

Результаты исследования головного мозга
 Макroadенома (d > 1 см)
 Масс-эффект
 Принадлежит к перекресту зрительных нервов

получить заключение

Планы:

- Валидация
- Внедрение

Автоматизированная система дифференциальной диагностики нормокальциемического первичного и вторичного гиперпаратиреоза с поэтапным применением функциональных проб

Совместно с отделением патологии ОЦЖ и НМО (Еремкина А.К.)

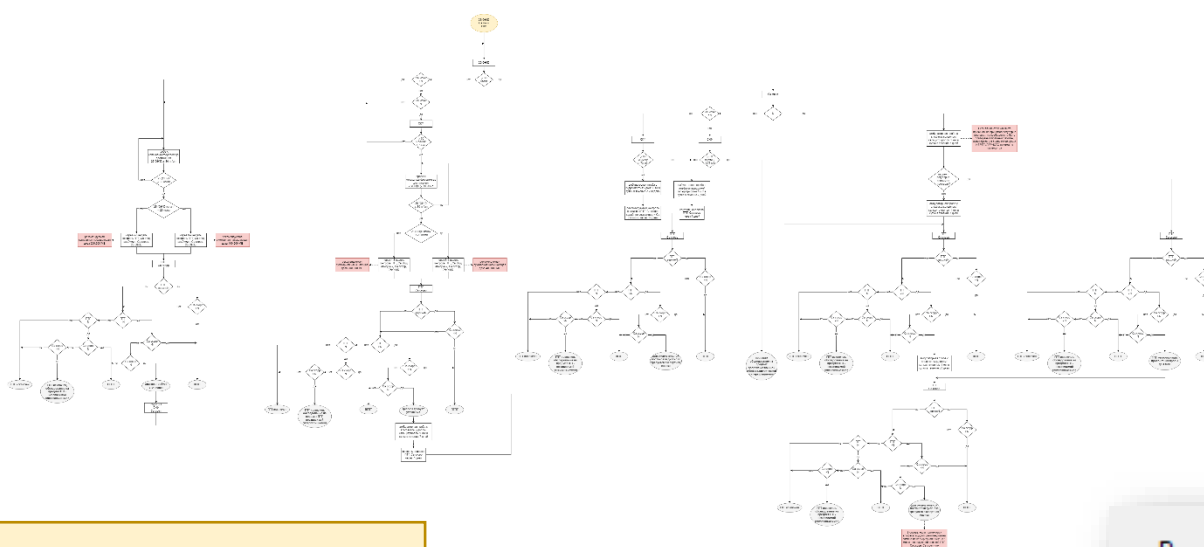


Задача проекта: разработка СППВР дифференциальной диагностики нПГПТ и ВГПТ

Работа с экспертами и литературой

Разработка алгоритма работы СППВР

Разработка приложения



Исходные данные

25(ОН)витамин D нг/мл

Кальций суточной мочи ммоль/сут

Скорость клубочковой фильтрации мл/мин/1.73м²

Проба с колкальцифером до достижения 25(ОН)D ≥ 30 нг/мл

Через 8-9 недель контроль ПТГ, общего кальция, Альбумина, Альбумин-скорр. кальций, 25(ОН)D

Рекомендуемая суммарная насыщающая доза 400 000 МЕ

ПТГ пг/мл

Альбумин-скорр. кальций ммоль/л

Укажите референсный диапазон для выбранных единиц измерения: 2.50 - 8.00

Укажите референсный диапазон для выбранных единиц измерения: 15.00 - 65.00

Укажите референсный диапазон для выбранных единиц измерения: 2.15 - 2.55

референсный диапазон для общего кальция совпадает с референсным диапазоном для альбумин-скорректированного кальция

Вторичный гиперпаратиреоз

Планы:

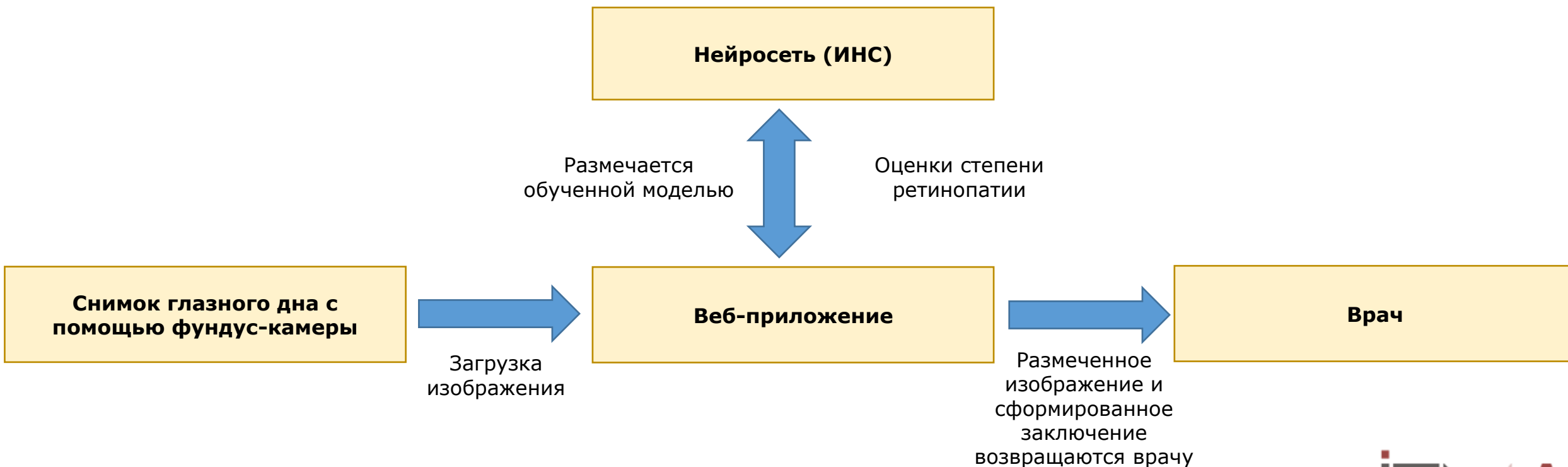
- Валидация
- Внедрение

Система автоматического скрининга диабетической ретинопатии (снимки)

Совместно с лечебно-диагностическим отделением диабетической ретинопатии и офтальмохирургии (Липатов Д.В., Александрова В.К., Чистяков Т.А.)

Задачи проекта:

- 1.Собрать и аннотировать базу данных снимков глазного дна с фундус-камеры
- 2.Разработать систему автоматического скрининга диабетической ретинопатии
- 3.Разработать веб-приложение для загрузки данных и отображения результатов



Система автоматического скрининга диабетической ретинопатии (снимки)

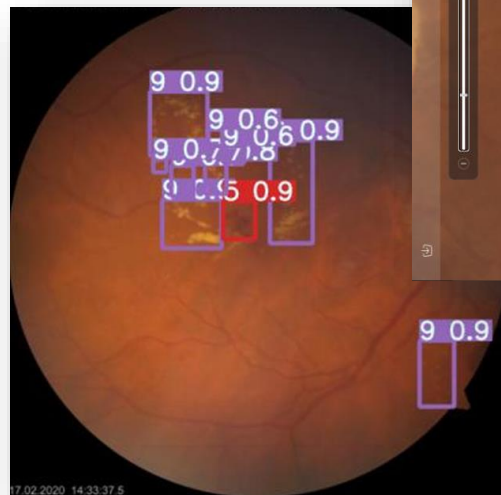
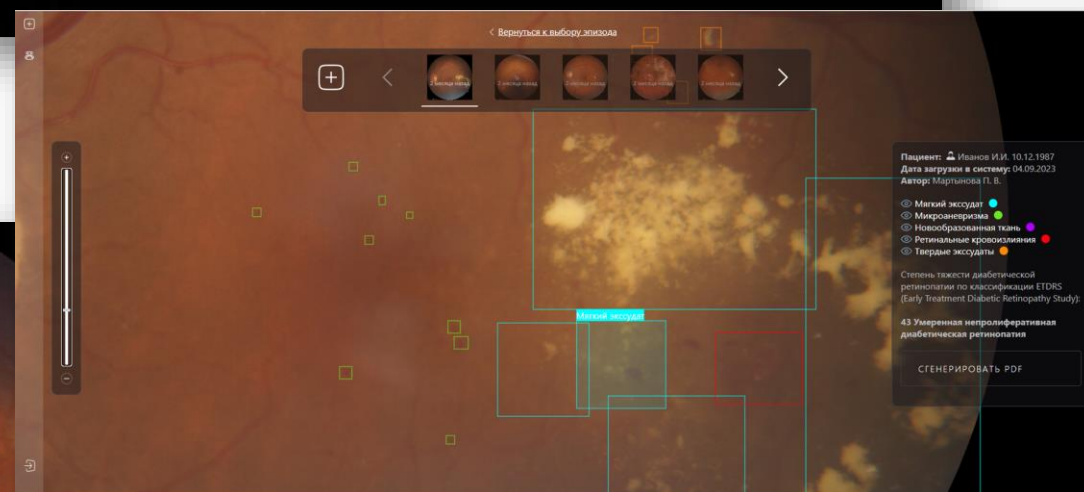
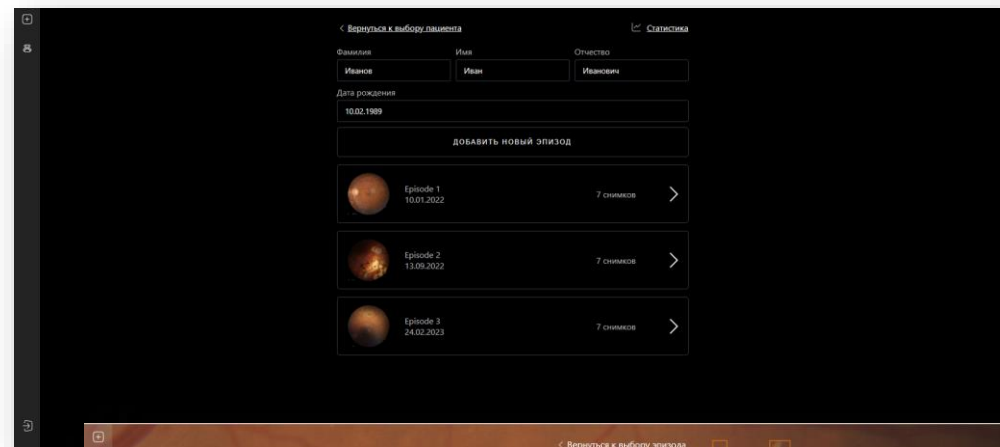
Обучение нейросети (ИНС)

Аннотировано 329 изображений

ИНС – YOLOv7

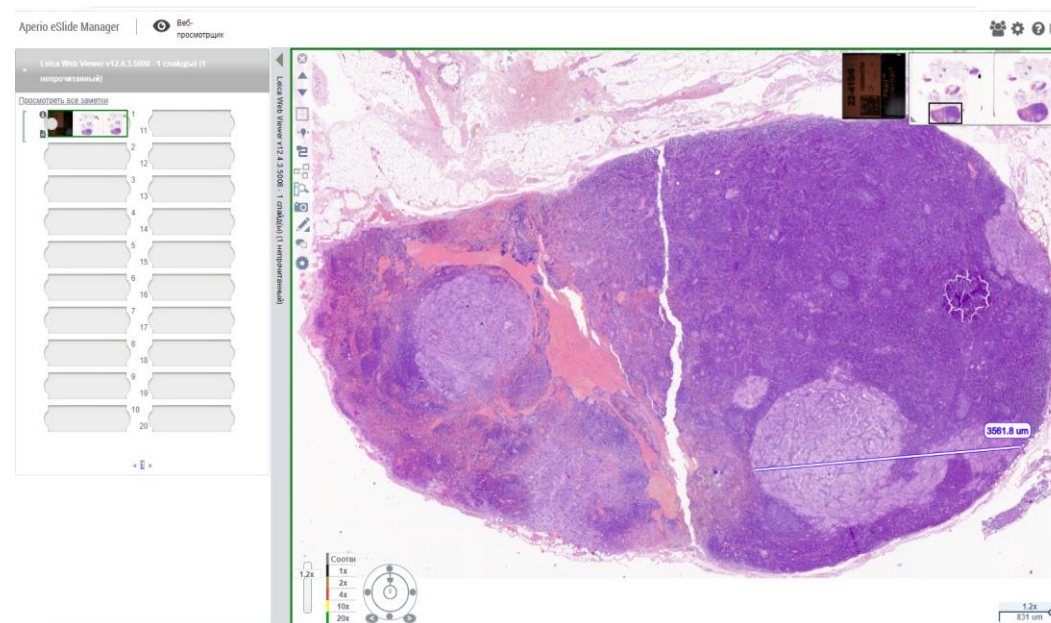
1. Единое хранилище данных
2. Удаление одинаковых фотографий из выборки
3. Аугментация фотографий:
 - повороты изображений на произвольный угол
 - отражения изображения по горизонтали и вертикали
 - нормализация изображения
4. Разбиение всей совокупности фотографий на train\valid\test выборки с группировкой по пациенту
5. Удаление конкретных классов (ЛКС, гемофтальм, пролиферативная ткань) для решения задачи детекции
6. Объединение пересекающихся bbox'ов на фотографиях глазного дна в один объект

Веб-приложение



Проекты НМИЦ эндокринологии: на основе библиотеки цифровых гистологических изображений

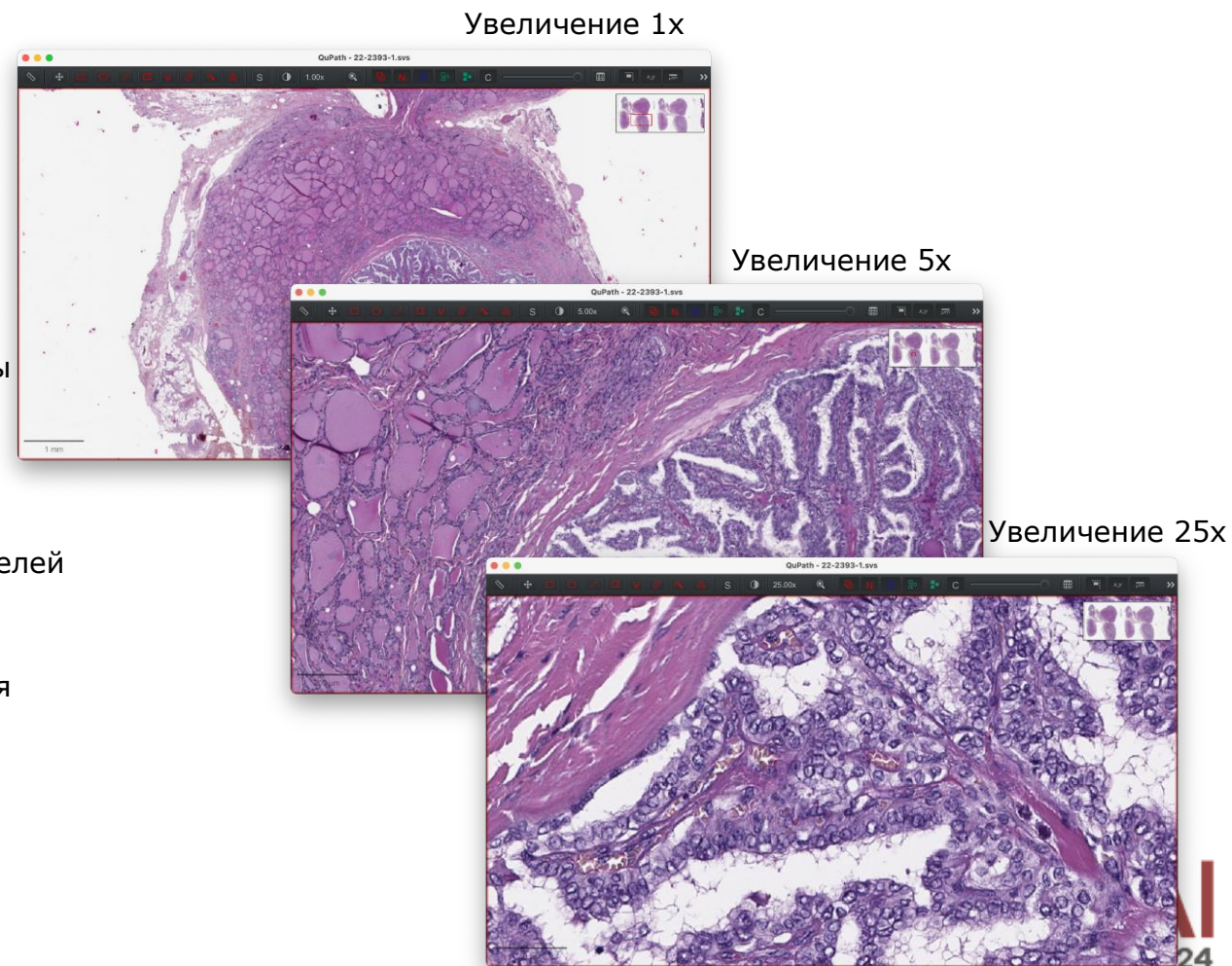
в НМИЦ эндокринологии оцифровано **более 50 тыс.** гистологических препаратов для последующего изучения с помощью алгоритмов **компьютерного зрения** и создания **системы поддержки принятия клинических решений врача-патоморфолога**



Классификация новообразований щитовидной железы (гистосканы)

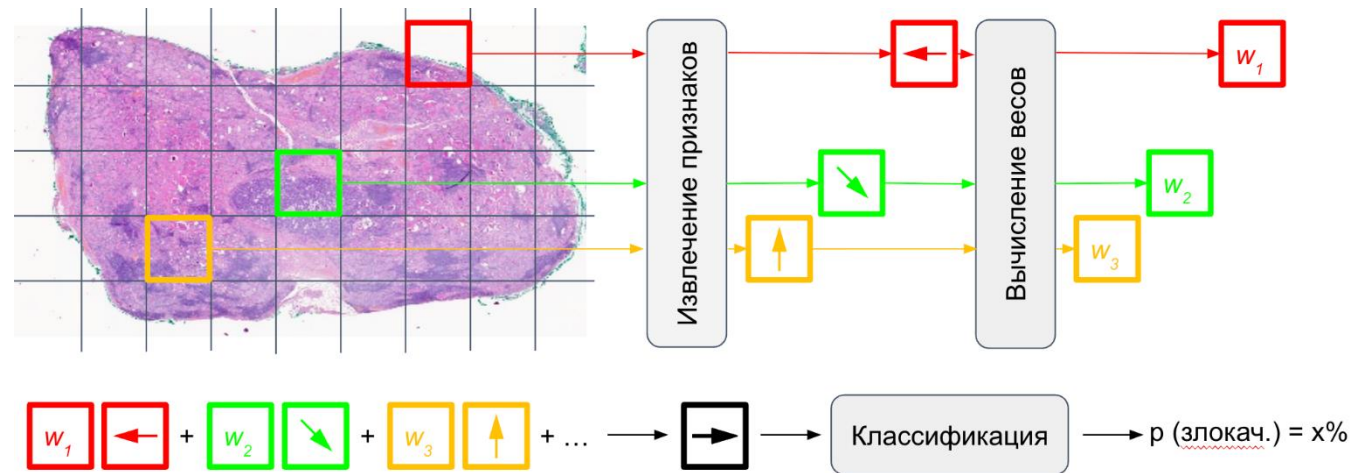
Совместно с отделом фундаментальной патоморфологии
(Урсова Л.С., Варламов А.В., Пачуашвили Н., Порубаева Э.)

- **Морфологическая диагностика новообразований щитовидной железы осложнена:**
 - Критерии часто субъективны
 - Официальная классификация имеет недочеты
 - Отсутствует единый протокол подготовки образцов→ **Врачу требуется поддержка в принятии решений**
 - Для решения задач классификации изображений часто используются методы машинного обучения и компьютерного зрения
 - Особенности гистологических сканов:
 - Очень высокое разрешение (~ 100 000 пикселей против ~ 1 000 пикселей для «обычных изображений», отличие в 1 000 раз)
 - Проявленность признаков на всех масштабах увеличения изображения
 - «Слабый» характер разметки (высокоуровневый, без указания локализации опухоли)
- > **«Традиционные» методы машинного обучения не подойдут**

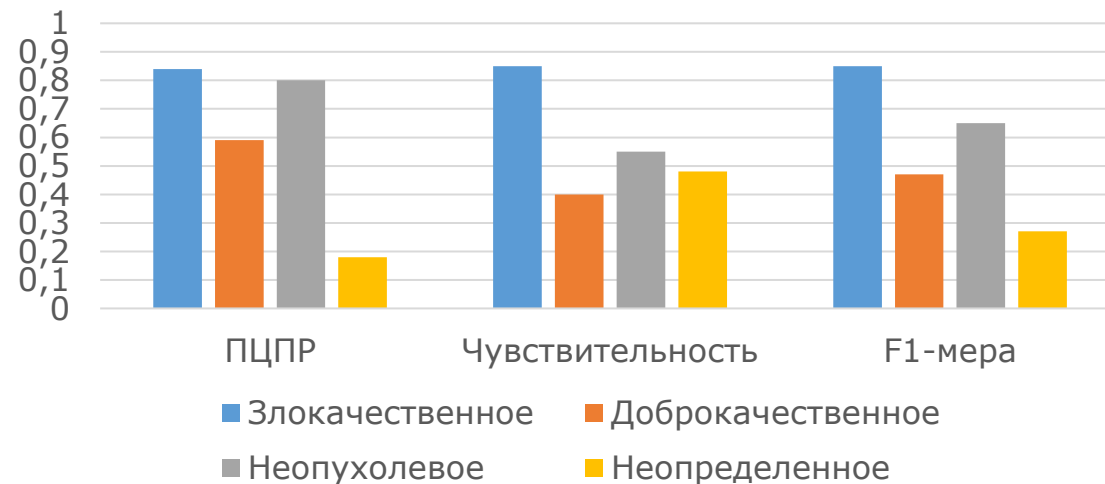


Классификация новообразований щитовидной железы (гистосканы)

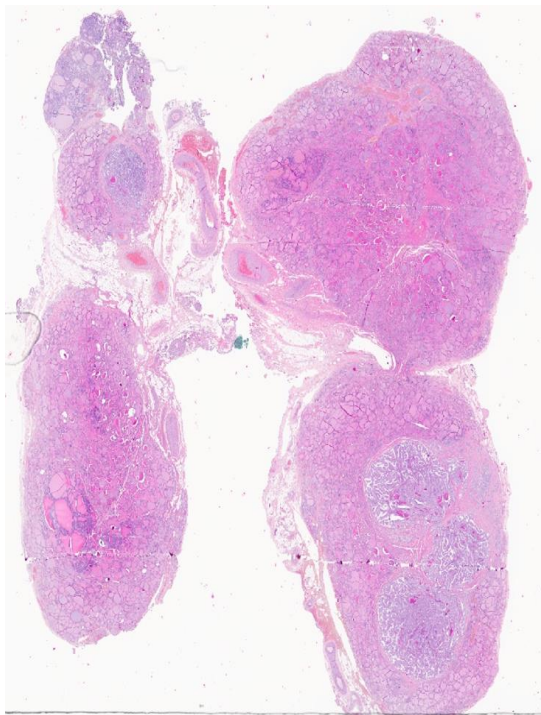
- Актуальное исследование
 - Классификация случаев на 4 класса**
 - 1320 лабораторных случаев исследования 1 доли ЩЖ
 - Случаи с числом сканов ≤ 5 , общее число сканов 5276
- Подход - классификация (CLAM) + регуляризация на основе кластеризации
 - Нарезка слайда -> отдельная обработка -> агрегация
 - Одновременный учет всех сканов л.с.
- Результаты



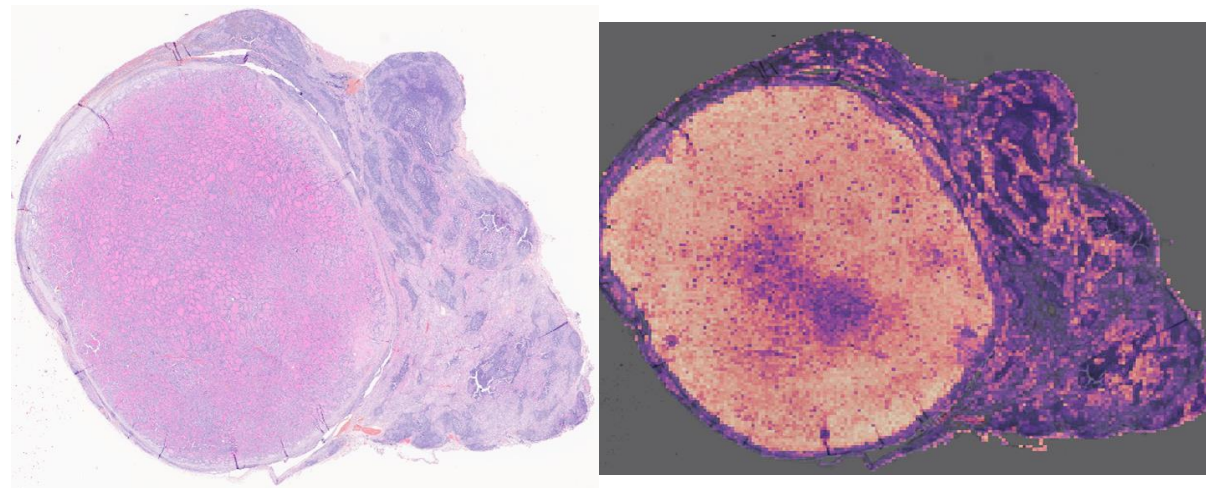
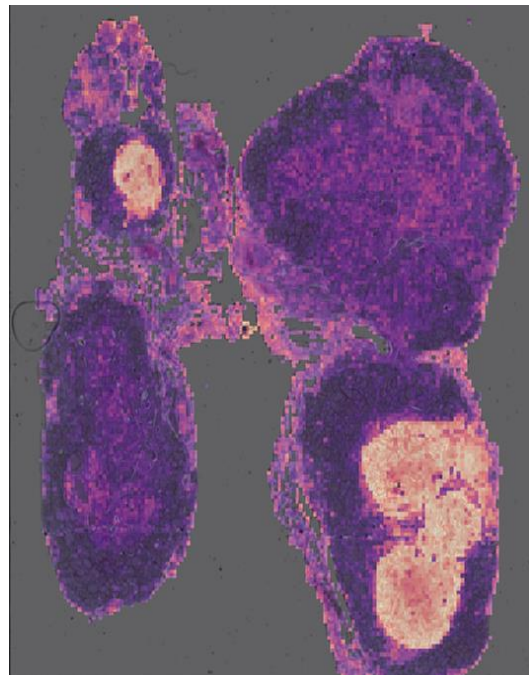
Класс	F1-мера
Злокачественные	0,86 ± 0,02
Доброкачественные	0,67 ± 0,03
Неопределенного характера	0,23 ± 0,03
Неопухолевые	0,71 ± 0,02
Среднее значение	0,56 ± 0,25



Классификация новообразований щитовидной железы (гистосканы)



Ткань щитовидной железы, в которой определяются 2 узла папиллярного рака и гиперпластический доброкачественный узел



Ткань щитовидной железы, в которой определяется узел, изначально оцененный как фолликулярная аденома (доброкачественное новообразование)
Алгоритм расценил его как злокачественное новообразование

Поиск «сомнительных» случаев для перепроверки результатов

При пересмотре стекол узел переквалифицирован как «пограничный»

Совпадение «мнений» модели и врачей-патоморфологов

Разработка СППКР на основе методов искусственного интеллекта

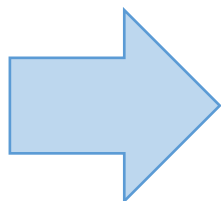
Ситуации

- Отсутствие готовых решающих правил
- Необходимость поиска оптимального решения

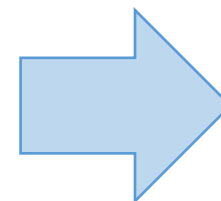
Методы искусственного интеллекта выполняют

- Поиск паттернов и взаимосвязей в базах данных
- Разработку решающих правил

Формирование базы данных



Разработка модели, правил



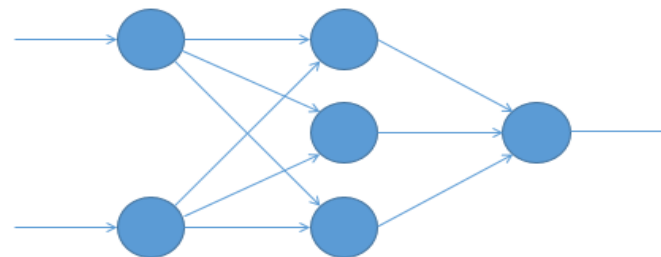
Разработка
программного
продукта

Математическая модель прогнозирования развития гипокальциемии в раннем послеоперационном периоде после паратиреоидэктомии у пациентов с первичным гиперпаратиреозом

Цель: разработать математическую модель, прогнозирующую развитие гипокальциемии на 1-3 сутки после ПТЭ у пациентов с ПГПТ.

Для прогнозирования развития гипокальциемии на 1-3 сутки после паратиреоидэктомии у пациентов с первичным гиперпаратиреозом построен **многослойный персептрон**, использующий:

- демографические данные
- лабораторные данные
- инструментальные данные
- факт приема предоперационной лекарственной терапии



324 пациента, из них у 172 (53%) гипокальциемия:

- Обучающая выборка – 219 пациентов, из них у 117 (53%) гипокальциемия
- Тестовая выборка – 105 пациентов, из них у 55 (52%) гипокальциемия

Результат:

ПРОГНОЗИРУЕТСЯ РАЗВИТИЕ ГИПОКАЛЬЦИЕМИИ

Вероятность правильного прогноза от 68% до 79%

Результат:

ПРОГНОЗИРУЕТСЯ ОТСУТСТВИЕ РАЗВИТИЯ ГИПОКАЛЬЦИЕМИИ

Вероятность правильного прогноза от 66% до 88%

Способ прогнозирования снижения расчетной скорости клубочковой фильтрации через 12 месяцев после паратиреоидэктомии у пациентов с первичным гиперпаратиреозом

Программная реализация

ЭНЦ

Калькулятор для прогнозирования снижения СКФ через 12 месяцев после паратиреоидэктомии у пациентов с первичным гиперпаратиреозом

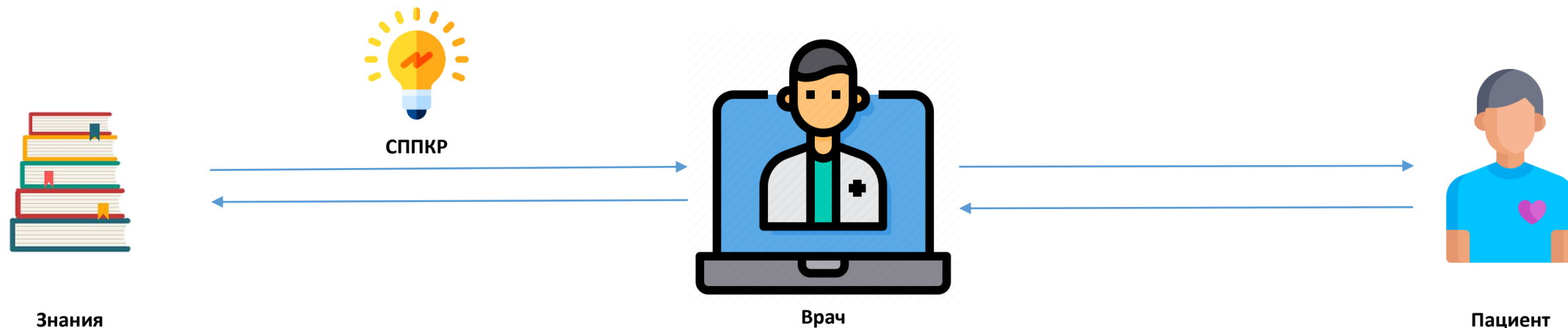
Пол*	<input type="checkbox"/> Ж <input type="checkbox"/> М
Возраст на момент операции (полных лет)*	<input type="text"/> лет
Рост*	<input type="text"/> см
Вес*	<input type="text"/> кг
ПТГ до приема лекарственных препаратов (бисфосфонатов, деносумаба, цинакальцета)*	<input type="text"/> пг/мл
Кальций ионизированный до приема лекарственных препаратов (бисфосфонатов, деносумаба, цинакальцета)*	<input type="text"/> ммоль/л
Фосфор до приема лекарственных препаратов (бисфосфонатов, деносумаба, цинакальцета)*	<input type="text"/> ммоль/л
Щелочная фосфатаза предоперационная*	<input type="text"/> ед/л
Мочевина предоперационная*	<input type="text"/> ммоль/л
Общий холестерин предоперационный*	<input type="text"/> ммоль/л
Исходная СКФ*	<input type="text"/> мл/мин/1,73м ²
Диастолическое артериальное давление*	<input type="text"/> мм рт.ст

ХБП в анамнезе*	<input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/> Да
МПК по данным рентгеновской денситометрии*	<input type="text"/> SD
Критерий*	<input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> Z
Предоперационная лекарственная терапия	
<input type="checkbox"/> Витамин D (колекальциферол) (минимум в течение 1 недели до операции)	
<input type="checkbox"/> Цинакальцет (накануне или за 2 дня до операции)	
Прием органопротективных препаратов	
<input type="checkbox"/> Блокаторы рецепторов ангиотензина II	
<input type="checkbox"/> Ингибиторы АПФ	
Гистология*	
<input type="checkbox"/> Гиперплазия ОЩЖ	
<input type="checkbox"/> Аденома ОЩЖ	
<input type="checkbox"/> Атипичическая аденома ОЩЖ	
<input type="checkbox"/> Карцинома ОЩЖ	
Послеоперационная гипокальциемия*	<input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/> Да
Послеоперационная лекарственная терапия (дозы)	
Доза альфакальцидола*	<input type="text"/> мкг/сут
Доза препаратов кальция*	<input type="text"/> мг/сут
Послеоперационный прием колекальциферола*	<input type="text"/> МЕ/нед

Сбросить

Рассчитать

Заключение



Качество и безопасность!

- Все интеллектуальные системы должны быть инициированы специалистами в области здравоохранения (клиническая постановка задачи),
- Все интеллектуальные системы должны быть валидированы в условиях реальной клинической практики,
- Все интеллектуальные системы должны быть внедрены в медицинские информационные системы,
- Цифровизация в эндокринологии должна идти по пути единства и согласованности для создания Единой системы эндокринологической службы под руководством Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Спасибо за внимание

Ковалева Елена Владимировна

Кандидат медицинских наук,

руководитель отдела цифровой трансформации,

старший научный сотрудник отделения патологии околощитовидных желез и нарушений минерального обмена

Kovaleva.elena@endocrincentr.ru

8 499 124-34-22, доб. 14-17