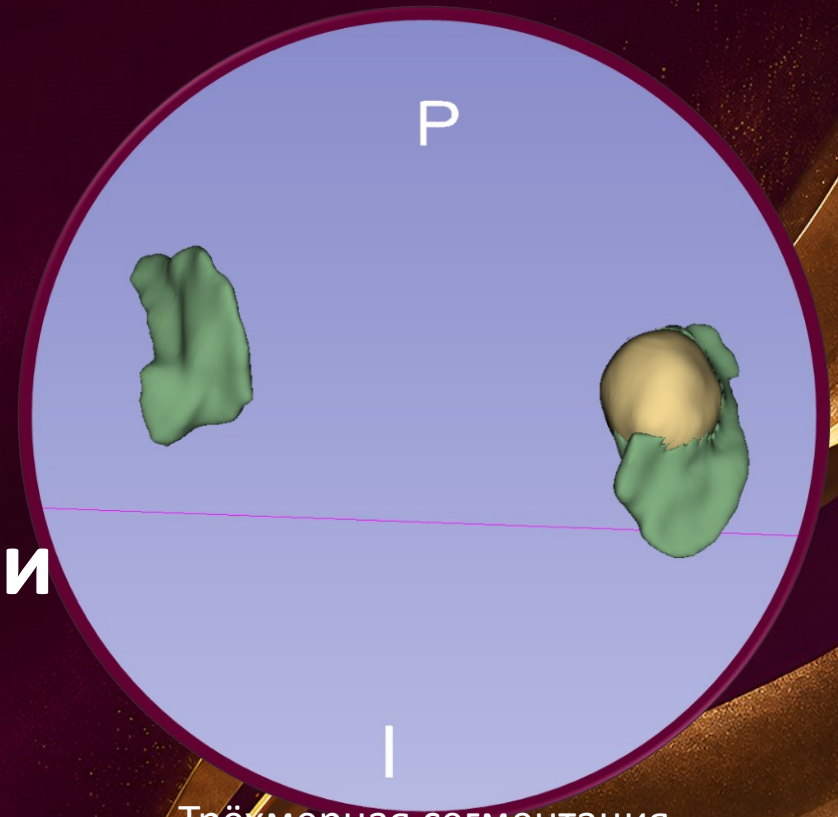
XXIII ПРЕМИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ
В ОБЛАСТИ
МЕДИЦИНЫ

2026

Автоматический анализ новообразований надпочечников при многофазной компьютерной томографии с внутривенным контрастированием



Трёхмерная сегментация надпочечников

Шихмурадов Д.У., Джумаев А.З., Арзамасов К.М., Доможирова А.С., Васильев Ю.А., Омелянская О.В., Владзимирский А.В., Магомедов Ш.Г.

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»;

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "МИРЭА - Российский технологический университет"

18+

АКТУАЛЬНОСТЬ

Общепопуляционная статистика обнаружения новообразований надпочечников при выполнении КТ исследований приближается к 4%, а в группе пациентов старше 70 лет ее частота возрастает до 7-10% [1].

В РФ за период с 2011 по 2021 гг. общее число КТ-исследований выросло в 6 раз и достигло 27,6 млн в год [2].

В условиях высокой нагрузки на врача (большой поток КТ, дефицит времени на описание) возрастает риск пропуска патологии надпочечников, что влияет на прогноз заболевания и жизни пациента.

Применение технологии ИИ при анализе КТ позволит снизить частоту пропусков патологии надпочечников и автоматизировать их количественный [3]

1. Bovio S., Cataldi A., Reimondo G., et al. Prevalence of adrenal incidentaloma in a contemporary computerized tomography series. J Endocrinol Invest. 2006;29(4):298-302. doi: 10.1007/BF03344099
2. Дружинина П.С., Романович И.К., Водоватов А.В., Чипига Л.А., Ахматдинов Р.Р., Братилова А.А., Рыжов С.А. Тенденции развития компьютерной томографии в РФ в 2011–2021 гг. Радиационная гигиена. 2023;16(3):101-117. https://doi.org/10.21514/1998-426X-2023-16-3-101-117.
3. Kliewer M.A. et al. Missed findings in abdominal CT. J Clin Imaging Sci. 2020;10:70. doi:10.25259/JCIS_184_2020

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Цель: разработать и оценить ПО для автоматического выявления, трехмерной сегментации и количественной оценки новообразований надпочечников по данным многофазной КТ.

Пайплайн разработки:

1

Входные данные

Нативная, артериальная, венозная и отсроченная фазы КТ исследования

→

2

ИИ-сегментация

Техническая основа: nnU-Net v2 3d_fullres

→

3

Постобработка

Очистка масок и ограничение маски образования надпочечником

→

4

Количественный анализ

Объем, линейные размеры, плотность и индексы вымывания

Задачи: сбор и разметка набора данных; поиск и адаптация моделей для сегментации и алгоритмов проведения количественного анализа; обучение моделей и их тестирование; объединение в единый программный продукт с удобным графическим интерфейсом и апробация готового решения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

235	131 (55,7 %)	104 (44,3 %)	4 фазы
независимых многофазных КТ-исследований	исследование с образованием	без образования	нативная и 3 постконтрастные

- **Обучающий набор:** 200 анонимизированных КТ-серий с ручной разметкой надпочечников и образований.
- **Референсный стандарт:** оценка врачей-рентгенологов с опытом работы более 5 лет.
- **Сравнение измерений:** 127 парных наблюдений для линейных размеров; 84 – для показателей вымывания.
- **Модели машинного обучения:** на основе nnU-Net v2.

Ретроспективная независимая оценка. Включались пациенты старше 18 лет; исключались исследования с выраженными артефактами и отсутствующими постконтрастными фазами.

РЕЗУЛЬТАТЫ: АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЙ НАДПОЧЕЧНИКОВ

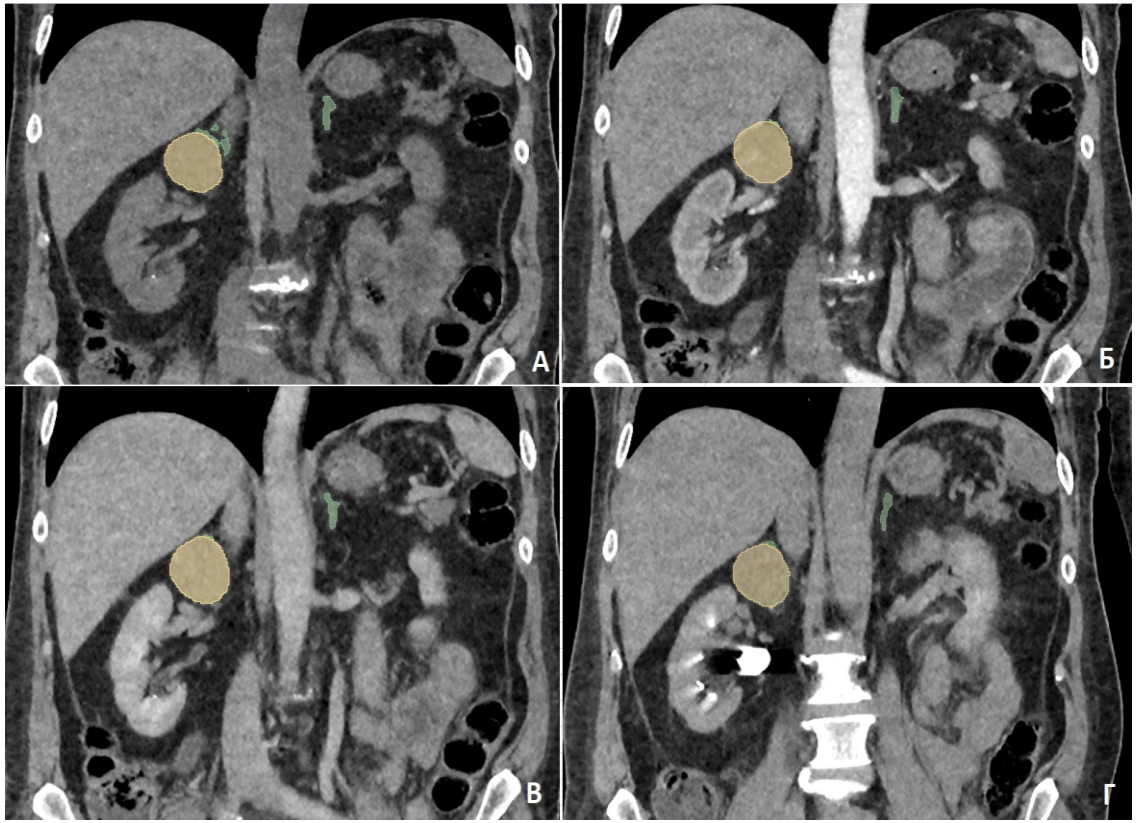
96,9 % (92,4–98,8%)	80,8 % (72,2–87,2%)	89,8 % (85,3–93,0%)	0,889 (0,847–0,930)
чувствительность	специфичность	точность	ROC AUC

Результаты на независимой валидации



Результат работы разработанного решения: выявление образований надпочечников и их количественная оценка (размеры, плотность, объем и индексы вымывания)

РЕЗУЛЬТАТЫ: СЕГМЕНТАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ



Пример сегментации образования на КТ: А – нативная фаза; Б – артериальная фаза; В – венозная фаза; Г – отсроченная фаза.
Желтая маска – образование надпочечника. Зеленая маска – ткань надпочечника

ρ = 0,864

корреляция максимального аксиального размера

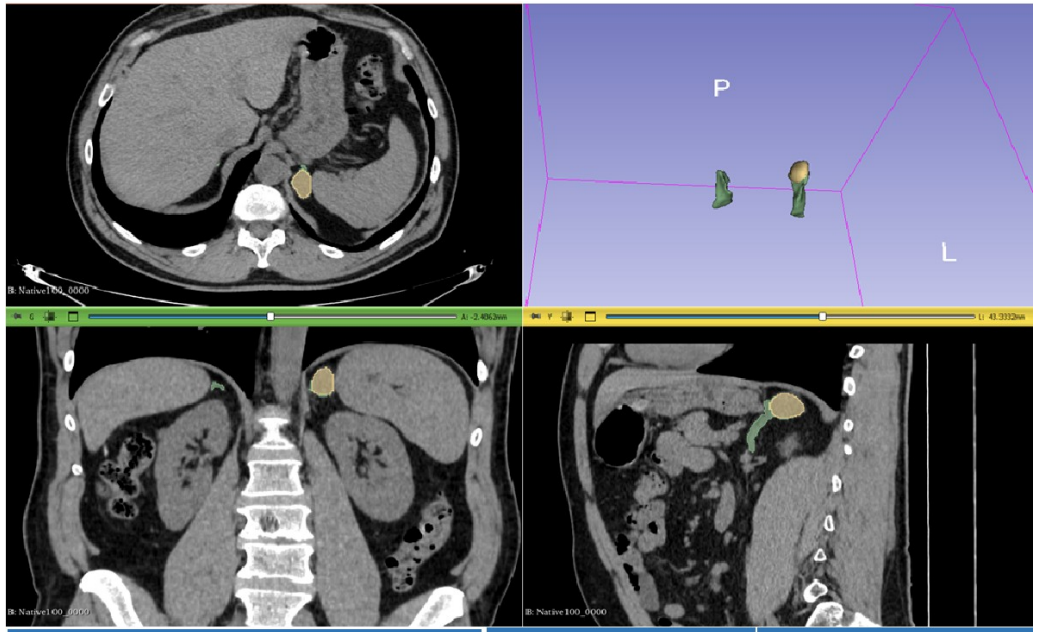
ρ = 0,889

корреляция перпендикулярного размера

Размер	Врач, мм среднее ± SD	ПО, мм среднее ± SD	Средняя разность, мм и 95% ДИ
Максимальный аксиальный	21,52 ± 7,06	22,82 ± 8,74	+1,30 0,36–2,24
Перпендикулярный	15,95 ± 5,48	15,52 ± 6,66	−0,43 −1,07–0,21

Разность рассчитана как измерение программы минус измерение врача

РЕЗУЛЬТАТЫ: ОЦЕНКА ВЫМЫВАНИЯ КОНТРАСТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРА ОБРАЗОВАНИЯ (ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫЙ ИЛИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЙ)



Максимальный аксиальный размер, мм	Перпендикулярный размер через центр, мм	Краниокаудальный размер, мм	Абсолютное вымывание контраста, %	Относительное вымывание контраста, %	Базовая оценка по компьютерной томографии
31,3	18,2	22,5	54,0	60,0	Признаки в пользу богатой липидами аденомы при однородной структуре

Автоматизированная морфометрия и расчет индексов вымывания

0,798

корреляция Пирсона – абсолютное вымывание

0,950

корреляция Пирсона – относительное вымывание

0,771

Коэффициент внутриклассовой корреляции – абсолютное вымывание

0,920

Коэффициент внутриклассовой корреляции – относительное вымывание

Наибольшее соответствие между врачебной оценкой и ПО получено для относительного процента вымывания.

АПРОБАЦИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ И СОВМЕСТНАЯ РАБОТА

< 5 минут

время анализа мультифазной КТ ОГК

> 1 года

исследовательская апробация в НПКЦ

№ 2026612640

свидетельство на программу MosMedSoft от 28.01.2026

2 базы данных

регистрация MosMedData:
№ 2026620340 от 22.01.2026
№ 2023621091 от 04.04.2023

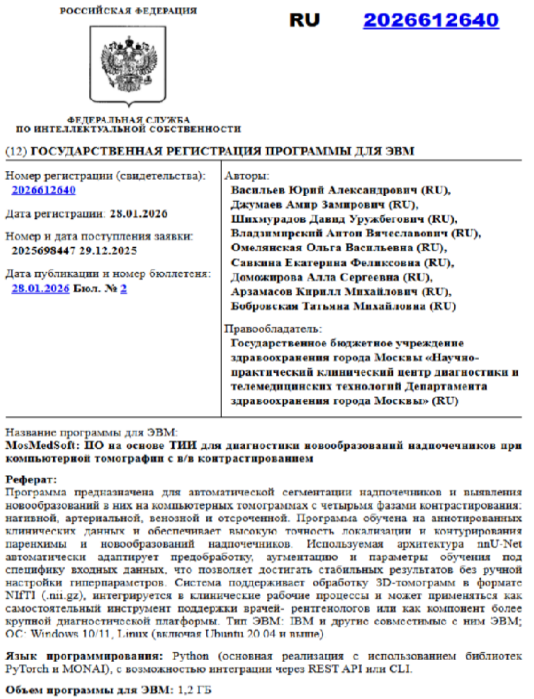
Совместная работа организаций

- **ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»:** клиническая постановка задачи, подготовка разметки, валидация ПО.

- **РТУ МИРЭА:** инженерная разработка и тестирование программного обеспечения.

Ключевые участники

Джумаев А.З. – разработка и тестирование ПО
Шихмурадов Д.У. – клиническая задача, подготовка наборов данных и валидация
Арзамасов К.М. – постановка задачи и подхода к тестированию
Доможирова А.С. - Постановка клинической задачи, оценка результативности
Омелянская О.В. - Оценка инновационности подхода, перспективности внедрения
Владзимирский А.В. - Методологическое сопровождение разработки
Васильев Ю.А. - Экспертный анализ полученной разработки
Магомедов Ш.Г. - Оценка технической реализации проекта



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

RU 2026612640

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

Номер регистрации (свидетельства): 2026612640

Дата регистрации: 28.01.2026

Номер и дата поступления заявки: 2025698447 29.12.2025

Дата публикации и номер бюллетеня: 28.01.2026 Бюл. № 2

Авторы:
Васильев Юрий Александрович (RU),
Джумаев Амир Замирович (RU),
Шихмурадов Давид Уружбегович (RU),
Владзимирский Антон Вячеславович (RU),
Омелянская Ольга Васильевна (RU),
Санкина Екатерина Феликсовна (RU),
Доможирова Алла Сергеевна (RU),
Арзамасов Кирилл Михайлович (RU),
Бобровская Татьяна Михайловна (RU)

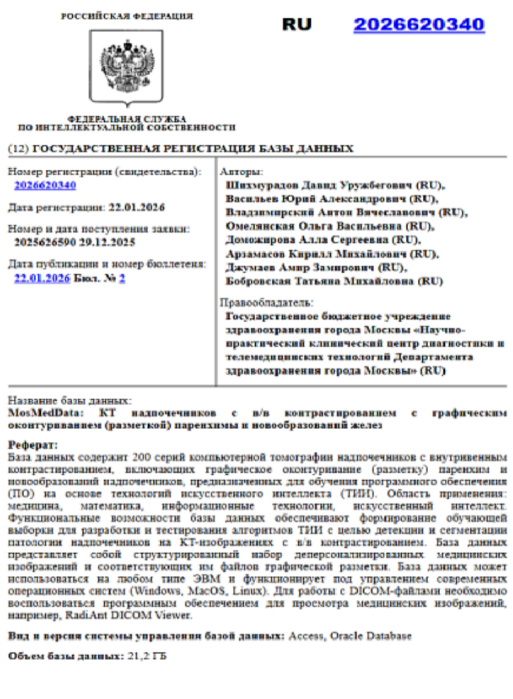
Правообладатель:
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (RU)

Название программы для ЭВМ:
MosMedSoft: ПО на основе ТИИ для диагностики новообразований надпочечников при компьютерной томографии с в/в контрастированием

Реферат:
Программа предназначена для автоматической сегментации надпочечников и выявления новообразований в них на компьютерных томограммах с четырьмя фазами контрастирования: нативной, артериальной, венозной и отсроченной. Программа обучена на анонимированных клинических данных и обеспечивает высокую точность локализации и контурирования паренхимы и новообразований надпочечников. Используемая архитектура nnU-Net автоматически адаптирует предобработку, аугментацию и параметры обучения под специфику входных данных, что позволяет достигать стабильных результатов без ручной настройки гиперпараметров. Система поддерживает обработку 3D-томограмм в формате NIfTI (.nii.gz), интегрируется в клинические рабочие процессы и может применяться как самостоятельный инструмент поддержки врачей- рентгенологов или как компонент более крупной диагностической платформы. Тип ЭВМ: IBM и другие совместимые с ним ЭВМ; ОС: Windows 10/11, Linux (включая Ubuntu 20.04 и выше)

Язык программирования: Python (основная реализация с использованием библиотек PyTorch и MONAI), с возможностью интеграции через REST API или CLI.

Объем программы для ЭВМ: 1,2 ГБ



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

RU 2026620340

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ

Номер регистрации (свидетельства): 2026620340

Дата регистрации: 22.01.2026

Номер и дата поступления заявки: 2025626590 29.12.2025

Дата публикации и номер бюллетеня: 22.01.2026 Бюл. № 2

Авторы:
Шихмурадов Давид Уружбегович (RU),
Васильев Юрий Александрович (RU),
Владзимирский Антон Вячеславович (RU),
Омелянская Ольга Васильевна (RU),
Доможирова Алла Сергеевна (RU),
Арзамасов Кирилл Михайлович (RU),
Джумаев Амир Замирович (RU),
Бобровская Татьяна Михайловна (RU)

Правообладатель:
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (RU)

Название базы данных:
MosMedData: КТ надпочечников с в/в контрастированием с графическим оконтуриванием (разметкой) паренхимы и новообразований желез

Реферат:
База данных содержит 200 серий компьютерной томографии надпочечников с внутривенным контрастированием, включающих графическое оконтуривание (разметку) паренхим и новообразований надпочечников, предназначенных для обучения программного обеспечения (ПО) на основе технологий искусственного интеллекта (ТИИ). Область применения: медицина, математика, информационные технологии, искусственный интеллект. Функциональные возможности базы данных обеспечивают формирование обучающей выборки для разработки и тестирования алгоритмов ТИИ с целью детекции и сегментации патологии надпочечников на КТ-изображениях с в/в контрастированием. База данных представляет собой структурированный набор деперсонализированных медицинских изображений и соответствующих им файлов графической разметки. База данных может использоваться на любом типе ЭВМ и функционирует под управлением современных операционных систем (Windows, MacOS, Linux). Для работы с DICOM-файлами необходимо воспользоваться программным обеспечением для просмотра медицинских изображений, например, RadiAnt DICOM Viewer.

Вид и версия системы управления базой данных: Access, Oracle Database

Объем базы данных: 21,2 ГБ

Научные результаты представлены на VIII Международном форуме онкологии и радиотерапии "FORLIFE / Ради жизни" (2025), VII Онкологическом онлайн-марафоне «Онлайн-весна» (2026), межрегиональной научно-практической конференции онкологов и специалистов лучевой и инструментальной диагностики (2026); опубликованы тематические статьи в научных журналах; оформлен акт исследовательской апробации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработано программное обеспечение для автоматического выявления, трехмерной сегментации и количественной оценки образований надпочечников по данным многофазной КТ.

96,9 %	0,889	0,950
чувствительность выявления образований	ROC AUC	связь для относительного вымывания

Разработка предназначена для поддержки принятия врачебных решений, направлена на снижение риска пропуска образований надпочечников при анализе КТ и автоматизацию рутинных задач их количественной оценки на мультифазной КТ

Команда проекта: Джумаев А.З., Шихмурадов Д.У., Арзамасов К.М., Доможирова А.С., Омелянская О.В., Владзимирский А.В., Васильев Ю.А., Магомедов Ш.Г.

РТУ МИРЭА • ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Правительство Москвы

МОСКОВСКАЯ МЕДИЦИНА

СОВЕТ ГЛАВНЫХ ВРАЧЕЙ ДЗМ

НИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ:

МОСКОВСКАЯ МЕДИЦИНА cito

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ ЗДОРОВЬЕ МЕГАПОЛИСА

ВРАЧ МОСКОВСКАЯ МЕДИЦИНА

18+