



## ЭНДОКРИНОЛОГИЯ/ENDOCRINOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12> EDN: YMNWAT

## ОСТРОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ПОЧЕК У ГОСПИТАЛИЗИРОВАННЫХ ПАЦИЕНТОВ С COVID-19: ЧАСТОТА, ФАКТОРЫ РИСКА И СВЯЗЬ С ТЯЖЕСТЬЮ ТЕЧЕНИЯ

Научная статья

Майоров В.А.<sup>1,\*</sup>, Курникова И.А.<sup>2</sup>, Завалина М.А.<sup>3</sup>, Мелешкевич Т.А.<sup>4</sup>, Майоров А.А.<sup>5</sup>, Косимов О.У.<sup>6</sup>, Мохаммед Хейм Х.А.<sup>7</sup>, Герчет В.А.<sup>8</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-8227-5558;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-5712-9679;<sup>3</sup> ORCID : 0009-0001-4010-7625;<sup>4</sup> ORCID : 0000-0003-3229-3357;<sup>5</sup> ORCID : 0009-0008-5945-2032;<sup>6</sup> ORCID : 0009-0003-4973-3715;<sup>7</sup> ORCID : 0009-0006-5314-7526;<sup>8</sup> ORCID : 0009-0002-1336-6557;<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (maikvova[at]gmail.com)

Предложена: 05.04.2026; Принята: 21.05.2026; Опубликовано: 17.06.2026

**Аннотация**

Цель исследования: оценить частоту острого повреждения почек (ОПП) у госпитализированных пациентов с COVID-19, определить связанные с ним клинико-лабораторные факторы и проанализировать его связь с тяжестью заболевания.

Проведён ретроспективный анализ базы данных 1368 пациентов с COVID-19. В итоговую выборку вошли 628 пациентов, у которых было не менее двух измерений сывороточного креатинина с корректными датами. ОПП определяли по критериям KDIGO на основании динамики креатинина: повышение на  $\geq 26,5$  мкмоль/л за 48 часов или в  $\geq 1,5$  раза за 7 суток. Стадирование также выполняли по KDIGO. рСКФ рассчитывали по формуле СКД-EPI 2021 года с учётом первого значения креатинина, возраста и пола. Тяжесть COVID-19 определяли по клиническому диагнозу в медицинской документации. Для статистического анализа применяли непараметрические методы, точные критерии для категориальных переменных и логистическую регрессию с коррекцией Firth.

ОПП выявлено у 17 из 628 пациентов, что составило 2,7%. KDIGO 1 зарегистрирована у 12 пациентов, KDIGO 2 — у 2, KDIGO 3 — у 3. Большинство пациентов имели среднюю степень тяжести COVID-19 — 67,2%, лёгкое течение наблюдалось у 20,1%, среднетяжёлое — у 7,6%, тяжёлое — у 5,1%.

У пациентов с ОПП исходная рСКФ была ниже, чем у пациентов без ОПП: 57,9 против 81,5 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> (p=0,0007). Хроническая болезнь почек встречалась чаще в группе ОПП: 58,8% против 18,7% (p=0,0004). Сахарный диабет также чаще выявлялся у пациентов с ОПП: 52,9% против 13,9% (p=0,0002).

В многофакторной модели статистически значимыми факторами оставались сниженная исходная рСКФ (ОШ 0,74 на каждые 10 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>; p=0,009) и наличие сахарного диабета (ОШ 4,71; p=0,003). Возраст независимой связи с ОПП не показал. Связь между ОПП и тяжестью COVID-19 статистически значимой не была (p=0,145). ROC-анализ показал умеренную прогностическую ценность исходной рСКФ (AUC=0,741), тогда как глюкоза имела низкую дискриминационную способность (AUC=0,602).

В исследуемой выборке ОПП при COVID-19 встречалось редко, но было связано со сниженной исходной функцией почек и наличием сахарного диабета. Исходная рСКФ обладает умеренной прогностической ценностью. Из-за малого числа случаев ОПП полученные выводы о факторах риска требуют осторожной интерпретации.

**Ключевые слова:** COVID-19, острое повреждение почек, ОПП, KDIGO, скорость клубочковой фильтрации, сахарный диабет, хроническая болезнь почек, креатинин.

**ACUTE KIDNEY INJURY IN HOSPITALISED PATIENTS WITH COVID-19: PREVALENCE, RISK FACTORS AND ASSOCIATION WITH DISEASE SEVERITY**

Research article

Maiorov V.A.<sup>1,\*</sup>, Kurnikova I.A.<sup>2</sup>, Zavalina M.A.<sup>3</sup>, Meleshkevich T.A.<sup>4</sup>, Maiorov A.A.<sup>5</sup>, Kosimov O.U.<sup>6</sup>, Mohammed Heyam H.A.<sup>7</sup>, Gerchet V.A.<sup>8</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-8227-5558;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0002-5712-9679;<sup>3</sup> ORCID : 0009-0001-4010-7625;<sup>4</sup> ORCID : 0000-0003-3229-3357;<sup>5</sup> ORCID : 0009-0008-5945-2032;<sup>6</sup> ORCID : 0009-0003-4973-3715;<sup>7</sup> ORCID : 0009-0006-5314-7526;<sup>8</sup> ORCID : 0009-0002-1336-6557;<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</sup> Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Москва, Russian Federation

\* Corresponding author (maikvova[at]gmail.com)

Suggested: 05.04.2026; Accepted: 21.05.2026; Published: 17.06.2026

## Abstract

Research objective: to evaluate the frequency of acute kidney injury (AKI) in hospitalised patients with COVID-19, identify associated clinical and laboratory factors, and analyse its relationship with disease severity.

A retrospective analysis was conducted on a database of 1,368 patients with COVID-19. The final sample consisted of 628 patients who had at least two serum creatinine measurements with valid dates. Acute kidney injury (AKI) was defined according to KDIGO criteria based on creatinine dynamics: an increase of  $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$  over 48 hours or  $\geq 1.5$ -fold over 7 days. Staging was also performed according to KDIGO. eGFR was calculated using the 2021 CKD-EPI formula, taking into account the baseline creatinine value, age and sex. The severity of COVID-19 was determined by the clinical diagnosis in the medical records. For statistical analysis, non-parametric methods, exact criteria for categorical variables and logistic regression with Firth correction were used.

AKI was identified in 17 out of 628 patients, accounting for 2.7%. KDIGO stage 1 was recorded in 12 patients, KDIGO stage 2 in 2, and KDIGO stage 3 in 3. The majority of patients had moderate COVID-19 — 67.2%; mild disease was observed in 20.1%, moderate in 7.6%, and severe in 5.1%.

In patients with AKI, baseline eGFR was lower than in patients without AKI: 57.9 versus 81.5 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> (p=0.0007). Chronic kidney disease was more common in the AKI group: 58.8% versus 18.7% (p=0.0004). Diabetes mellitus was also more frequently detected in patients with AKI: 52.9% versus 13.9% (p=0.0002).

In the multivariate model, the statistically significant factors remained a reduced baseline eGFR (OR 0.74 for every 10 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>; p=0.009) and the presence of diabetes mellitus (OR 4.71; p=0.003). Age showed no independent association with AKI. The association between AKI and the severity of COVID-19 was not statistically significant (p=0.145). ROC analysis showed moderate predictive value for baseline eGFR (AUC=0.741), whereas glucose had low discriminatory power (AUC=0.602).

In the studied sample, AKI associated with COVID-19 was rare, but was associated with reduced baseline renal function and the presence of diabetes mellitus. Baseline eGFR has moderate prognostic value. Due to the small number of AKI cases, the conclusions drawn regarding risk factors should be interpreted with caution.

**Keywords:** COVID-19, acute kidney injury, AKI, KDIGO, glomerular filtration rate, diabetes mellitus, chronic renal disease, creatinine.

## Введение

### 1.1. Тема исследования

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19), вызванная вирусом SARS-CoV-2, остаётся значимой проблемой здравоохранения. Тяжесть течения заболевания во многом определяется наличием коморбидной патологии, включая сахарный диабет (СД), хроническую болезнь почек (ХБП) и сердечно-сосудистые заболевания [1], [2]. У пациентов с метаболическими нарушениями COVID-19 чаще протекает тяжело и сопровождается более высоким риском неблагоприятных исходов [1], [2].

### 1.2. Актуальность

Почки являются одним из органов-мишеней при COVID-19. Это обусловлено как возможным прямым повреждением почечной ткани (за счёт экспрессии ACE2 на подоцитах и тубулярных клетках), так и опосредованными механизмами, включающими системное воспаление, эндотелиальную дисфункцию, гиперкоагуляцию и микроциркуляторные нарушения [3], [4]. Острое повреждение почек (ОПП) рассматривается как одно из наиболее значимых экстрапульмональных осложнений COVID-19, поскольку ассоциируется с ухудшением прогноза, увеличением длительности госпитализации и риском последующего снижения функции почек [5], [6].

Особое значение имеет сочетание COVID-19 с СД. У пациентов с нарушениями углеводного обмена риск почечного повреждения может быть выше вследствие исходно сниженного функционального резерва почек, хронического воспаления, сосудистой дисфункции и более высокой частоты сопутствующей патологии [7], [8], [9], [10].

### 1.3. Степень изученности проблемы и выявление пробелов

Несмотря на значительное число публикаций, посвящённых ОПП при COVID-19, данные о его частоте и факторах риска в отдельных госпитальных когортах остаются неоднородными. В крупных международных исследованиях частота ОПП варьирует от 0,5% до 46% в зависимости от тяжести когорты, критериев определения и учёта диуреза [5], [6]. При этом в российской практике систематических ретроспективных анализов с детальной оценкой факторов риска и прогностических порогов недостаточно. Кроме того, остаётся недостаточно изученным вопрос: является ли сниженная исходная рСКФ независимым предиктором ОПП при COVID-19 после поправки на возраст и диабет, и каков оптимальный порог для стратификации риска.

### 1.4. Гипотеза исследования

Сниженная рСКФ при поступлении и наличие СД являются независимыми факторами риска развития ОПП у госпитализированных пациентов с COVID-19, причём исходная рСКФ обладает умеренной прогностической способностью с определённым порогом отсечения.

### 1.5. Цель и задачи

Целью настоящего исследования явилась оценка частоты развития ОПП у госпитализированных пациентов с COVID-19, выявление клинико-лабораторных факторов, ассоциированных с его развитием, а также анализ связи ОПП с тяжестью течения заболевания.

Задачи исследования:

1. Определить частоту развития ОПП на основе динамики сывороточного креатинина в соответствии с критериями KDIGO.
2. Сравнить клинико-лабораторные характеристики (возраст, пол, исходную функцию почек, уровень глюкозы, ХБП, тяжесть COVID-19) в группах пациентов с ОПП и без него.
3. Выявить независимые факторы риска развития ОПП с помощью многофакторного логистического регрессионного анализа.
4. Оценить связь между развитием ОПП и тяжестью течения COVID-19, определённой по клиническому диагнозу в медицинской документации.
5. Проанализировать прогностическую значимость исходной СКФ и уровня глюкозы в развитии ОПП с использованием ROC-анализа.

### **1.6. Теоретическая и практическая значимость**

Теоретическая значимость заключается в уточнении роли исходной функции почек и СД как факторов риска ОПП у пациентов с COVID-19 в условиях российской пандемической практики.

Практическая значимость — определение оптимального порога рСКФ ( $<73$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) позволяет стратифицировать пациентов по риску ОПП при поступлении и проводить целенаправленный мониторинг функции почек, избегать нефротоксичных препаратов, поддерживать адекватную гемодинамику.

## **Методы и принципы исследования**

### **2.1. Дизайн исследования**

Проведено ретроспективное одноцентровое когортное исследование. Исследование выполнено на базе временного госпиталя «Сокольники» – подразделения ГКБ им. Ф.И. Иноземцева (г. Москва, Российская Федерация) в период активной фазы пандемии COVID-19 с 1 января по 31 декабря 2020 года. Ввиду ретроспективного характера и использования обезличенных данных информированное согласие пациентов не требовалось.

### **2.2. Объекты исследования и схема эксперимента**

#### **2.2.1. Источник данных**

Первичные данные извлечены из электронной медицинской информационной системы «ЕМИАС» и агрегированы в формате Microsoft Excel (версия 16.0, Microsoft Corp., США). Статистическая обработка проводилась в программе SPSS Statistics (версия 16.0, IBM Corp., США). Все данные были обезличены перед анализом.

#### **2.2.2. Оборудование и реагенты**

Ввиду ретроспективного анализа информация о реагентах и оборудовании отсутствует. Подтверждение инфекции COVID-19 — полимеразная цепная реакция (ПЦР) мазков из носо- и ротоглотки на амплификаторе «CFX96 Touch» (Bio-Rad, США) с использованием набора реагентов «АмплиСенс SARS-CoV-2» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Российская Федерация).

#### **2.2.3. Схема эксперимента (процедура сбора данных)**

- Из электронной базы выгружены все последовательные госпитализации с подтверждённым COVID-19 за период январь–декабрь 2020 г.
- Для каждого пациента извлечены: возраст, пол, дата госпитализации, дата выписки, первый уровень креатинина в течение 24 часов от поступления, последний уровень креатинина перед выпиской или в течение 7 дней госпитализации, уровень глюкозы при поступлении, промежуточные лабораторные значения, наличие СД по данным медицинской документации, а также тяжесть течения COVID-19, указанная в этапной документации или заключительном клиническом диагнозе.
- Тяжесть COVID-19 не рассчитывали дополнительно по КТ, NEWS2 или другим балльным шкалам. Для анализа использовали категорию тяжести, зафиксированную в диагнозе лечащим врачом: лёгкая, средняя, среднетяжёлая или тяжёлая форма заболевания.
- После применения критериев включения и исключения сформирована финальная аналитическая выборка.
- Для каждого пациента рассчитана рСКФ по формуле СКД-EPI 2021, определено наличие ХБП при рСКФ  $<60$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>.
- На основе динамики креатинина зафиксировано ОПП по критериям KDIGO.
- Выполнены групповые сравнения, логистическая регрессия с коррекцией Firth и ROC-анализ.

### **2.3. Характеристика выборки**

В исследование включены 1368 пациентов с лабораторно подтверждённой инфекцией COVID-19. В анализ включали пациентов, у которых имелись как минимум два измерения уровня сывороточного креатинина: при поступлении в стационар и при выписке (Кр1 — момент госпитализации, Кр2 — момент выписки). ОПП фиксировали при: приросте креатинина  $\geq 0,3$  мг/дл ( $\approx 26,5$  мкмоль/л) между Кр1 и Кр2 или увеличении креатинина  $\geq 1,5$  раза (Кр2/Кр1  $\geq 1,5$ ). В итоговый анализ вошли 628 пациентов.

Стадирование ОПП проводили по критериям KDIGO на основании отношения Кр2/Кр1 и абсолютного прироста креатинина: KDIGO 1 — увеличение креатинина в 1,5–1,9 раза или прирост  $\geq 26,5$  мкмоль/л; KDIGO 2 — увеличение в 2,0–2,9 раза; KDIGO 3 — увеличение  $\geq 3,0$  раза или достижение уровня креатинина  $\geq 353,6$  мкмоль/л. Поскольку данные о диурезе и заместительной почечной терапии были неполными, поэтому классификация ОПП основывалась только на динамике сывороточного креатинина. ХБП определяли как рСКФ  $<60$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>; стадии ХБП по рСКФ трактовали следующим образом: С1 —  $\geq 90$ , С2 — 60–89, С3а — 45–59, С3б — 30–44, С4 — 15–29, С5 —  $<15$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>.

Тяжесть течения COVID-19 определяли ретроспективно на основании клинического диагноза, указанного в медицинской документации. В анализ включали готовую диагностическую категорию тяжести, сформулированную лечащим врачом в истории болезни: лёгкое течение, средняя степень тяжести, среднетяжёлое течение или тяжёлое

течение. Дополнительное самостоятельное присвоение категории тяжести по степени поражения лёгких по КТ, шкале NEWS2, уровню сатурации, потребности в кислородной поддержке или иным балльным системам не проводилось. В рамках настоящего ретроспективного анализа авторы не выполняли повторную классификацию тяжести COVID-19, а использовали уже зафиксированную в медицинской документации диагностическую категорию. Подробная характеристика выборки представлена в табл. 1.

#### 2.4. Критерии включения и исключения

Критерии включения:

- Лабораторно подтверждённый COVID-19.
- Госпитализация в стационар.
- Наличие не менее двух измерений сывороточного креатинина с датами (первое — в первые 24 ч, повторное — в течение 7 дней или при выписке).

Критерии исключения:

- Отсутствие повторного креатинина.
- Терминальная стадия ХБП (рСКФ <15 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> или диализ).
- Возраст <18 лет.
- Беременность.
- Онкологические заболевания в анамнезе.
- Отказ от лечения.
- Отказ от нахождения в стационаре.
- Госпитализация <48 часов без клинических показаний к повторному забору крови.

#### 2.5. Статистический анализ

Обоснование выбора методов:

- Количественные переменные (возраст, рСКФ, креатинин, глюкоза) не соответствовали нормальному распределению по критерию Колмогорова-Смирнова ( $p < 0,05$ ). Поэтому для описания использованы медианы и межквартильные интервалы [Q1; Q3], а для сравнения групп — непараметрический U-критерий Манна-Уитни (не требует нормальности, устойчив к выбросам).

- Категориальные переменные (пол, ХБП, СД, стадии ОПП) сравнивали с помощью точного критерия Фишера (а не  $\chi^2$ ), так как в некоторых ячейках ожидаемые частоты были <5, а общее число событий ОПП мало.

- Многофакторный анализ. Из-за малого числа событий ОПП ( $n=17$ ) классическая логистическая регрессия с максимальным правдоподобием даёт смещённые оценки (разделение, переобучение). Поэтому применён метод Firth's penalized maximum likelihood, который уменьшает малое смещение и обеспечивает конечные оценки даже при полном разделении. Это обоснованное решение для редких событий. В модель включались переменные с  $p < 0,10$  в однофакторном анализе: возраст, исходная рСКФ, наличие СД, ХБП. Из-за коллинеарности рСКФ и ХБП (ХБП – производный дихотомический признак от рСКФ) в финальную модель включены рСКФ (непрерывная) и СД, а также возраст — как потенциальный клинический конфандер. Результаты представлены как отношение шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (ДИ).

- Связь ОПП с тяжестью COVID-19 оценивали по четырёхкатегориальной переменной, извлечённой из клинического диагноза в медицинской документации: лёгкое течение, средняя степень тяжести, среднетяжёлое течение, тяжёлое течение. Поскольку тяжесть заболевания уже была указана в диагнозе, дополнительный пересчёт по КТ, NEWS2 или иным шкалам авторами не выполнялся. Для анализа использовали точный критерий Фишера для таблицы 2×4, так как ожидаемые частоты в отдельных ячейках были <5.

- ROC-анализ. Для оценки прогностической способности исходной рСКФ и глюкозы построены ROC-кривые. Площадь под кривой (AUC) рассчитана с 95% ДИ методом bootstrap (1000 повторностей). Оптимальный порог отсечения определён по максимальному индексу Юдена (чувствительность + специфичность — 1). Такой подход стандартен для бинарных исходов.

- Уровень значимости принят  $p < 0,05$  (двусторонний).

#### Основные результаты

В аналитическую выборку вошли 628 пациентов, что представлено в табл. 1 и на рис. 1. ОПП диагностировано у 17 пациентов, что составило 2,7% выборки. Распределение по стадиям KDIGO среди пациентов с ОПП было следующим: стадия 1 — 12 случаев (70,6%), стадия 2 — 2 случая (11,8%), стадия 3 — 3 случая (17,6%).

По диагностическим категориям тяжести пациенты распределились следующим образом: лёгкое течение — 126 пациентов, средняя степень тяжести — 422 пациента, среднетяжёлое течение — 48 пациентов, тяжёлое течение — 32 пациента. Таким образом, в исследуемой когорте преобладали пациенты со средней степенью тяжести COVID-19.

Таблица 1 - Общая характеристика аналитической когорты

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12.1>

Показатель		Значение
Возраст, лет, Me [Q1; Q3]		62,0 [56,0; 69,5]
Мужчины	n	273
	%	43,5
Женщины	n	355

Показатель		Значение
	%	56,5
Без диабета	n	534
	%	85,0
Сахарный диабет 1 типа	n	5
	%	0,8
Сахарный диабет 2 типа	n	89
	%	14,2

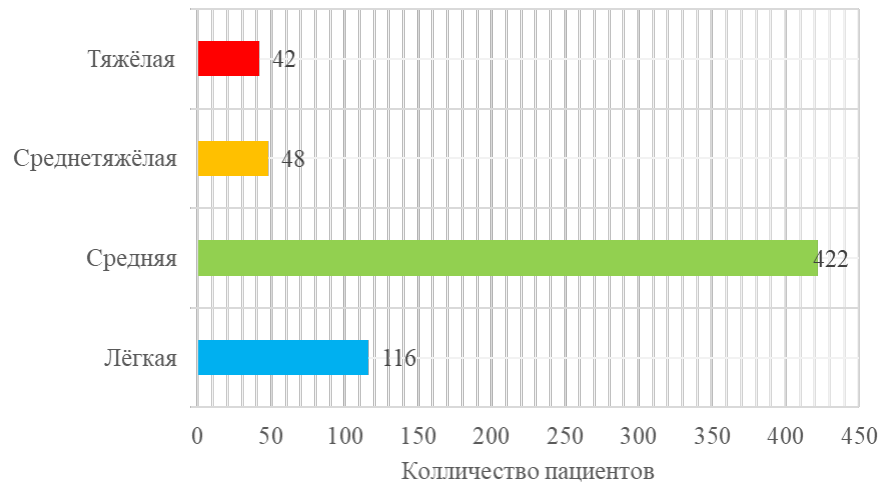


Рисунок 1 - Тяжесть COVID-19  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12.2>

### 3.1. Сравнение клинико-лабораторных характеристик

Сравнительный анализ пациентов с ОПП и без него представлен в табл.2 и рис.2. Пациенты с ОПП характеризовались достоверно более низкой исходной функцией почек рСКФ, более высоким первым значением креатинина, а также большей частотой ХБП и СД. По возрасту, полу, исходному уровню глюкозы и тяжести COVID-19 статистически значимых различий не выявлено.

Таблица 2 - Характеристики пациентов с ОПП и без ОПП

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12.3>

Показатель		ОПП	Без ОПП	p
n		17	611	-
Возраст, лет		68,0 [61,0; 74,0]	62,0 [56,0; 69,5]	0,106
Женский пол, n (%)	n	11	344	0,322
	%	64,7	56,3	
Мужской пол, n (%)	n	6	267	-
	%	35,3	43,7	
рСКФ, мл/мин/1,73 м <sup>2</sup>		57,9 [40,1; 73,0]	81,5 [67,6; 91,8]	0,0007
Креатинин при поступлении, мкмоль/л		88,1 [79,0; 158,0]	82,0 [70,0; 97,0]	0,0166
Глюкоза при поступлении, ммоль/л		6,44 [5,64; 10,99]	5,88 [5,55; 6,65]	0,152
ХБП (рСКФ <60), n (%)	n	10	114	0,0004
	%	58,8	18,7	
СД, n (%)	n	9	85	0,0002
	%	52,9	13,9	
Тяжесть COVID-19, код, Me [Q1; Q3]		2,0 [1,0; 2,0]	2,0 [2,0; 2,0]	0,937

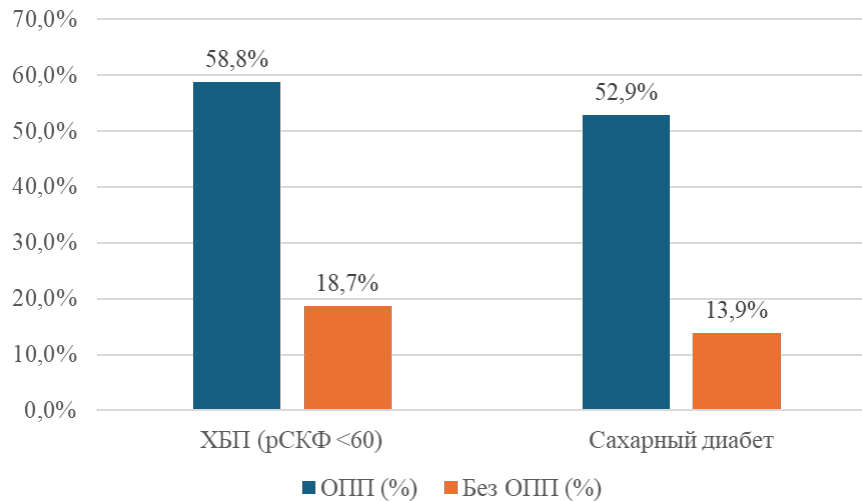


Рисунок 2 - Частоты ХБП и СД в группах с ОПП и без ОПП  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12.4>

*Примечание: ХБП (рСКФ <60 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) выявлялась у 58,8% пациентов с ОПП и у 18,7% пациентов без ОПП; сахарный диабет - у 52,9% и 13,9% соответственно*

В многофакторную логистическую модель с коррекцией Firth были включены возраст, исходная рСКФ и наличие СД. Независимыми факторами, ассоциированными с развитием ОПП, оказались более низкая исходная рСКФ и наличие СД. При увеличении рСКФ на каждые 10 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> вероятность развития ОПП снижалась на 26%, тогда как наличие СД повышало риск ОПП более чем в 4 раза. Возраст статистически значимой связи с ОПП не продемонстрировал. табл.3.

Таблица 3 - Факторы риска развития ОПП

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12.5>

Фактор	ОШ	95% ДИ	p
Возраст (на 10 лет)	0,94	0,59-1,50	0,802
рСКФ (на 10 мл/мин/1,73 м <sup>2</sup> )	0,74	0,59-0,93	0,009
СД	4,71	1,68-13,20	0,003

*Примечание: многофакторная логистическая регрессия с коррекцией*

### 3.2. Связь ОПП с тяжестью COVID-19

Тяжесть течения COVID-19 оценивали на основании клинического диагноза, указанного в медицинской документации. Для статистического анализа использовали четыре диагностические категории: лёгкое течение, средняя степень тяжести, среднетяжёлое течение и тяжёлое течение. Дополнительная переклассификация тяжести по КТ, NEWS2, уровню сатурации, объёму поражения лёгких или потребности в кислородной поддержке в рамках настоящего анализа не проводилась.

Статистически значимой связи между развитием ОПП и тяжестью течения COVID-19, указанной в клиническом диагнозе, не выявлено: точный критерий Фишера  $p=0,145$ . При этом данный результат следует интерпретировать осторожно ввиду малого числа случаев ОПП, преобладания пациентов со средней степенью тяжести заболевания и ретроспективного характера извлечения данных.

В многофакторной модели логистической регрессии с коррекцией по методу Firth выявлены независимые факторы, ассоциированные с развитием ОПП табл.3, рис.3. Снижение исходной рСКФ достоверно ассоциировалось с увеличением риска ОПП: при увеличении рСКФ на каждые 10 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> вероятность развития ОПП снижалась на 26%. Наличие сахарного диабета увеличивало риск развития ОПП более чем в 4 раза.

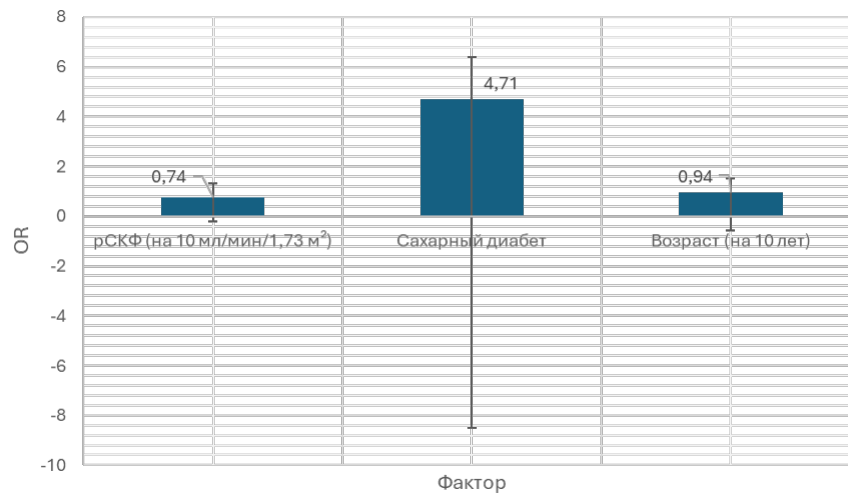


Рисунок 3 - Логистическая регрессия с OR  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12.6>

*Примечание: представлены отношения шансов для возраста, исходной рСКФ и сахарного диабета; более низкая исходная рСКФ и наличие сахарного диабета сохраняли статистическую значимость, тогда как возраст независимой статистически значимой ассоциации с ОПП не продемонстрировал*

### 3.3. Прогностическая значимость исходной рСКФ и глюкозы (ROC-анализ)

Исходная рСКФ рис.4 обладала умеренной прогностической способностью (AUC=0,741; 95% ДИ 0,631–0,851). Оптимальный порог отсечения по индексу Юдена — 73,0 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> (чувствительность 70,6%, специфичность 71,5%). Это соответствует уровню умеренной дискриминационной способности и указывает на ограниченную, но клинически значимую прогностическую ценность показателя. Исходный уровень глюкозы рис.5 показал низкую дискриминационную способность (AUC=0,602; 95% ДИ 0,466–0,738).

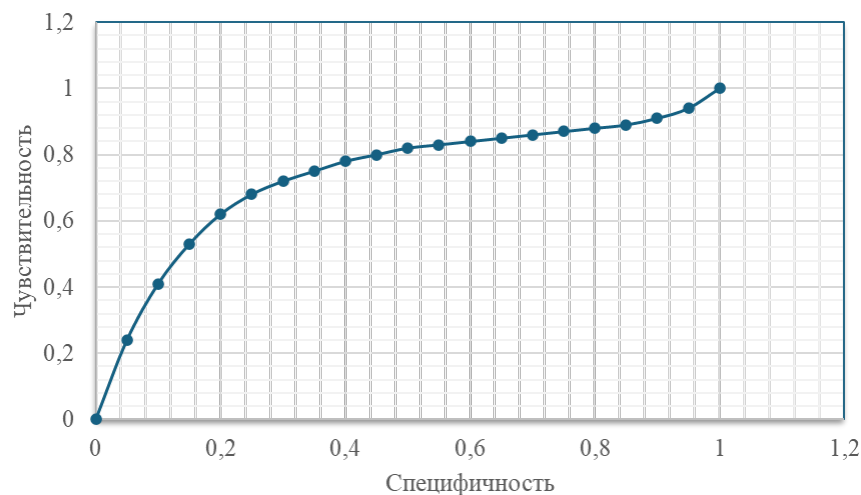


Рисунок 4 - ROC для рСКФ  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12.7>

*Примечание: AUC=0,741; 95% ДИ 0,631-0,851; оптимальный порог по индексу Юдена - около 73,0 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>*

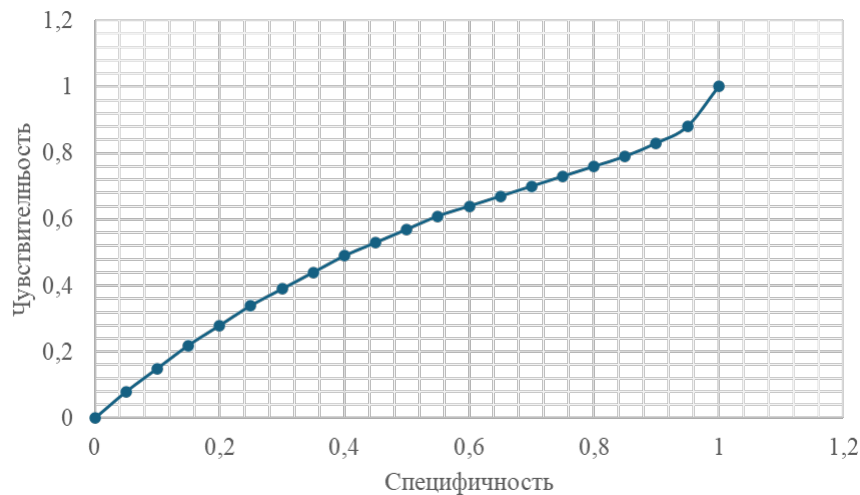


Рисунок 5 - ROC для глюкозы

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.12.8>*Примечание: AUC=0,602; 95% ДИ 0,466-0,738; показатель имеет низкую дискриминационную способность*

### Обсуждение

Проведённый анализ показал, что в данной ретроспективной госпитальной когорте частота ОПП составила 2,7%, что ниже ряда показателей, опубликованных в крупных международных исследованиях (5–46%) [5], [6]. Возможные объяснения: особенности отбора пациентов (исключение тяжёлых с терминальной ХБП и отсутствием повторных креатининов), использование исключительно креатининовых критериев KDIGO без учёта диуреза (что могло привести к недоучёту лёгких форм ОПП), а также специфика временного госпиталя «Сокольники» с преобладанием пациентов средней тяжести. Тем не менее, полученная частота сопоставима с данными некоторых европейских когорт, где ОПП регистрировалось у 2–5% [9].

Наиболее значимыми факторами, ассоциированными с ОПП, оказались сниженная исходная рСКФ и наличие СД. Эти результаты согласуются с современными представлениями о многофакторном патогенезе COVID-19-ассоциированного почечного повреждения: прямое вирусное поражение, эндотелиальная дисфункция, коагулопатия, системное воспаление накладываются на сниженный функциональный резерв почек у пациентов с ХБП и диабетом [3], [4], [9]. В настоящем исследовании возраст не сохранял статистически значимой независимой ассоциации с развитием ОПП после включения в модель рСКФ и СД. Однако данный результат следует интерпретировать осторожно. Поскольку формальный анализ медиации не проводился, нельзя утверждать, что влияние возраста полностью опосредовано через рСКФ и СД. Более корректно рассматривать полученный результат как отсутствие независимой статистически значимой ассоциации возраста с ОПП именно в данной модели и в данной выборке.

Отсутствие статистически значимой связи между ОПП и тяжестью COVID-19 ( $p=0,145$ ) может быть связано не с отсутствием клинической взаимосвязи как таковой, а с особенностями структуры выборки и способом фиксации данного показателя. В настоящем исследовании тяжесть течения COVID-19 бралась из клинического диагноза, указанного в медицинской документации, и не пересчитывалась авторами по КТ, NEWS2 или другим стандартизированным шкалам. Такой подход отражает реальную клиническую практику ведения документации в период пандемии, однако может сопровождаться межврачебной вариабельностью в формулировке диагноза и неодинаковым учётом отдельных признаков тяжести.

Кроме того, в выборке преобладали пациенты со средней степенью тяжести COVID-19, тогда как доля тяжёлых случаев была ограниченной. При малом числе случаев ОПП ( $n=17$ ) это снижает статистическую мощность анализа и может затруднять выявление связи между тяжестью инфекции и развитием почечного повреждения. Поэтому отсутствие статистической значимости следует рассматривать как результат, характерный для данной выборки и данной методики ретроспективного извлечения данных, а не как доказательство полного отсутствия влияния тяжести COVID-19 на риск ОПП [5], [6].

При сопоставлении с отечественными данными обращает на себя внимание более низкая частота ОПП в нашей выборке. В российской когорте пациентов с COVID-19, опубликованной А.А. Щепалиной и соавт., ОПП выявлялось значительно чаще; в исследовании 500 госпитализированных пациентов ОПП развилось у 190 больных, что составило 38% [13]. В другой работе по российским данным указывается, что частота ОПП среди госпитализированных пациентов с COVID-19 в исследованиях из Российской Федерации составляла от 17,6% до 29% [14]. Вероятно, расхождение с отечественными данными объясняется теми же методологическими особенностями выборки и определения ОПП.

ROC-анализ показал, что исходная рСКФ обладает умеренной прогностической ценностью в отношении развития ОПП ( $AUC=0,741$ ), а порог около 73 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> может рассматриваться как ориентировочный критерий повышенного риска. Однако данный порог не следует трактовать как универсальную диагностическую границу. Его практическое значение состоит в том, что пациенты с COVID-19, исходной рСКФ ниже указанного уровня и/или



сахарным диабетом могут нуждаться в более тщательном лабораторном мониторинге функции почек. Исходный уровень глюкозы при поступлении не продемонстрировал достаточной дискриминационной способности (AUC=0,602), что может быть связано с отсутствием систематического учёта длительности диабета, уровня HbA1c, терапии сахароснижающими препаратами и степени компенсации углеводного обмена до госпитализации.

#### 4.1. Ограничения исследования

Ограничения исследования включают ретроспективный одноцентровый дизайн, отсутствие данных о диурезе, использование только креатининовых критериев KDIGO, отсутствие долгосрочных исходов и малое число случаев ОПП (n=17), что ограничивает статистическую мощность и устойчивость многофакторной модели. Несмотря на применение логистической регрессии с коррекцией Firth, отношения шансов следует рассматривать как оценочные, а не как окончательные прогностические параметры. Возможна систематическая ошибка отбора, связанная с включением только пациентов с повторными измерениями креатинина.

Дополнительным ограничением является способ оценки тяжести COVID-19. В настоящем исследовании тяжесть заболевания не рассчитывалась авторами заново по КТ, NEWS2, уровню сатурации или потребности в кислородной поддержке, а извлекалась из клинического диагноза, указанного в медицинской документации. Такой подход соответствует ретроспективному дизайну исследования, но может быть связан с неоднородностью формулировок диагноза и различиями в клинической оценке тяжести между лечащими врачами. В связи с этим анализ связи ОПП с тяжестью COVID-19 следует рассматривать как ориентировочный.

#### Приложения и декларации

Исследование проводилось в рамках подготовки и защиты кандидатской диссертации по утвержденной теме диссертации в Российском университете дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН), Медицинском институте, кафедре госпитальной терапии с курсами эндокринологии, гематологии и клинико-лабораторной диагностики. Протокол заседания отдела (Протокол № 0300-12-04/4) от 30 октября 2023 г.: «Функция почек и риск развития ХБП у пациентов с сахарным диабетом 2 типа после COVID-19» специальность: Внутренние болезни (3.1.18)

#### Заключение

Острое повреждение почек у госпитализированных пациентов с COVID-19 в доступной аналитической выборке встречалось относительно редко: 17 из 628 пациентов (2,7%). Более низкая исходная рСКФ и наличие сахарного диабета были независимыми факторами, ассоциированными с развитием ОПП. Исходная рСКФ продемонстрировала умеренную прогностическую ценность (AUC=0,741) с ориентировочным порогом около 73 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>, тогда как исходный уровень глюкозы имел низкую дискриминационную способность (AUC=0,602). Независимая ассоциация возраста с ОПП в данной модели не подтверждена, однако этот результат требует осторожной интерпретации из-за малого числа событий и возможной связи возраста с исходной функцией почек и коморбидностью.

Статистически значимой связи между ОПП и тяжестью COVID-19, определённой по клиническому диагнозу в медицинской документации, не выявлено (p=0,145). Однако данный результат требует осторожной интерпретации, поскольку тяжесть заболевания не пересчитывалась авторами по КТ, NEWS2 или иным стандартизированным шкалам, а была извлечена из готовой диагностической формулировки в истории болезни.

#### 6.1. Практическая значимость

Пациенты с COVID-19, имеющие исходную рСКФ <73 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> и/или сахарный диабет, требуют более тщательного лабораторного мониторинга функции почек во время госпитализации, включая динамическое измерение креатинина и, при наличии возможности, контроль диуреза. Ранняя идентификация таких пациентов позволяет своевременно корректировать терапию, избегать нефротоксичных препаратов, поддерживать адекватный волеический статус, контролировать гликемию и снижать риск прогрессирования почечного повреждения.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Conflict of Interest

None declared.

#### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

#### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

#### Список литературы / References

1. Huang C. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China / C. Huang, Y. Wang, X. Li [et al.] // *Lancet*. — 2020. — № 395 (10223). — P. 497–506. — DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
2. Wu Z. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention / Z. Wu, J.M. McGoogan // *JAMA*. — 2020. — № 323 (13). — P. 1239–1242. — DOI: 10.1001/jama.2020.2648.
3. Martinez-Rojas M.A. Is the kidney a target of SARS-CoV-2? / M.A. Martinez-Rojas, O. Vega-Vega, N.A. Bobadilla // *Am J Physiol Renal Physiol*. — 2020. — № 318 (6). — P. F1454–F1462. — DOI: 10.1152/ajprenal.00160.2020.
4. Battle D. Acute Kidney Injury in COVID-19: Emerging Evidence of a Distinct Pathophysiology / D. Battle, M.J. Soler, M.A. Sparks [et al.] // *J Am Soc Nephrol*. — 2020. — № 31 (7). — P. 1380–1383. — DOI: 10.1681/ASN.2020040419.
5. Cheng Y. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19 / Y. Cheng, R. Luo, K. Wang [et al.] // *Kidney Int*. — 2020. — № 97 (5). — P. 829–838. — DOI: 10.1016/j.kint.2020.03.005.



6. Hirsch J.S. Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19 / J.S. Hirsch, J.H. Ng, D.W. Ross [et al.] // *Kidney Int.* — 2020. — № 98 (1). — P. 209–218. — DOI: 10.1016/j.kint.2020.05.006.
7. Ronco C. Management of acute kidney injury in patients with COVID-19 / C. Ronco, T. Reis, F. Husain-Syed // *Lancet Respir Med.* — 2020. — № 8 (7). — P. 738–742. — DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30229-0.
8. Ng J.H. Outcomes Among Patients Hospitalized With COVID-19 and Acute Kidney Injury / J.H. Ng, J.S. Hirsch, A. Hazzan [et al.] // *Am J Kidney Dis.* — 2021. — № 77 (2). — P. 204–215.e1. — DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.09.002.
9. Nadim M.K. COVID-19-associated acute kidney injury: consensus report of the 25th Acute Disease Quality Initiative (ADQI) Workgroup / M.K. Nadim, L.G. Forni, R.L. Mehta [et al.] // *Nat Rev Nephrol.* — 2020. — № 16 (12). — P. 747–764. — DOI: 10.1038/s41581-020-00356-5.
10. Perico L. SARS-CoV-2 and the spike protein in endotheliopathy / L. Perico, A. Benigni, G. Remuzzi // *Trends in microbiology.* — 2024. — № 32 (1). — P. 53–67. — DOI: 10.1016/j.tim.2023.06.004.
11. Inker L.A. New Creatinine- and Cystatin C-Based Equations to Estimate GFR without Race / L.A. Inker, N.D. Eneanya, J. Coresh [et al.] // *The New England Journal of Medicine.* — 2021. — № 385 (19). — P. 1737–1749. — DOI: 10.1056/NEJMoa2102953.
12. Da Silva A. Bias Reduction of Modified Maximum Likelihood Estimates for a Three-Parameter Weibull Distribution / A. da Silva, F. Quintino, F. Almeida [et al.] // *Entropy (Basel, Switzerland).* — 2025. — № 27 (5). — P. 485. — DOI: 10.3390/e27050485.
13. Shchepalina A. Acute Kidney Injury in Hospitalized Patients with COVID-19: Risk Factors and Serum Biomarkers / A. Shchepalina, N. Chebotareva, L. Akulkina [et al.] // *Biomedicines.* — 2023. — № 11(5). — P. 1246. — DOI: 10.3390/biomedicines11051246.
14. Хрулева Ю.В. Краткосрочные и отдаленные исходы пациентов с COVID-19 и острым повреждением почек / Ю.В. Хрулева, М.А. Ефремовцева, Ю.А. Тимофеева [и др.] // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* — 2023. — № 22 (6). — С. 3587. — DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3587.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Huang C. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China / C. Huang, Y. Wang, X. Li [et al.] // *Lancet.* — 2020. — № 395 (10223). — P. 497–506. — DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
2. Wu Z. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention / Z. Wu, J.M. McGoogan // *JAMA.* — 2020. — № 323 (13). — P. 1239–1242. — DOI: 10.1001/jama.2020.2648.
3. Martinez-Rojas M.A. Is the kidney a target of SARS-CoV-2? / M.A. Martinez-Rojas, O. Vega-Vega, N.A. Bobadilla // *Am J Physiol Renal Physiol.* — 2020. — № 318 (6). — P. F1454–F1462. — DOI: 10.1152/ajprenal.00160.2020.
4. Batlle D. Acute Kidney Injury in COVID-19: Emerging Evidence of a Distinct Pathophysiology / D. Batlle, M.J. Soler, M.A. Sparks [et al.] // *J Am Soc Nephrol.* — 2020. — № 31 (7). — P. 1380–1383. — DOI: 10.1681/ASN.2020040419.
5. Cheng Y. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19 / Y. Cheng, R. Luo, K. Wang [et al.] // *Kidney Int.* — 2020. — № 97 (5). — P. 829–838. — DOI: 10.1016/j.kint.2020.03.005.
6. Hirsch J.S. Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19 / J.S. Hirsch, J.H. Ng, D.W. Ross [et al.] // *Kidney Int.* — 2020. — № 98 (1). — P. 209–218. — DOI: 10.1016/j.kint.2020.05.006.
7. Ronco C. Management of acute kidney injury in patients with COVID-19 / C. Ronco, T. Reis, F. Husain-Syed // *Lancet Respir Med.* — 2020. — № 8 (7). — P. 738–742. — DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30229-0.
8. Ng J.H. Outcomes Among Patients Hospitalized With COVID-19 and Acute Kidney Injury / J.H. Ng, J.S. Hirsch, A. Hazzan [et al.] // *Am J Kidney Dis.* — 2021. — № 77 (2). — P. 204–215.e1. — DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.09.002.
9. Nadim M.K. COVID-19-associated acute kidney injury: consensus report of the 25th Acute Disease Quality Initiative (ADQI) Workgroup / M.K. Nadim, L.G. Forni, R.L. Mehta [et al.] // *Nat Rev Nephrol.* — 2020. — № 16 (12). — P. 747–764. — DOI: 10.1038/s41581-020-00356-5.
10. Perico L. SARS-CoV-2 and the spike protein in endotheliopathy / L. Perico, A. Benigni, G. Remuzzi // *Trends in microbiology.* — 2024. — № 32 (1). — P. 53–67. — DOI: 10.1016/j.tim.2023.06.004.
11. Inker L.A. New Creatinine- and Cystatin C-Based Equations to Estimate GFR without Race / L.A. Inker, N.D. Eneanya, J. Coresh [et al.] // *The New England Journal of Medicine.* — 2021. — № 385 (19). — P. 1737–1749. — DOI: 10.1056/NEJMoa2102953.
12. Da Silva A. Bias Reduction of Modified Maximum Likelihood Estimates for a Three-Parameter Weibull Distribution / A. da Silva, F. Quintino, F. Almeida [et al.] // *Entropy (Basel, Switzerland).* — 2025. — № 27 (5). — P. 485. — DOI: 10.3390/e27050485.
13. Shchepalina A. Acute Kidney Injury in Hospitalized Patients with COVID-19: Risk Factors and Serum Biomarkers / A. Shchepalina, N. Chebotareva, L. Akulkina [et al.] // *Biomedicines.* — 2023. — № 11(5). — P. 1246. — DOI: 10.3390/biomedicines11051246.
14. Khruleva Yu.V. Kratkosrochnie i otdalennie iskhodi patsientov s COVID-19 i ostrim povrezhdeniem pochek [Short- and long-term outcomes of patients with COVID-19 and acute kidney injury] / Yu.V. Khruleva, M.A. Yefremovtseva, Yu.A. Timofeeva [et al.] // *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika [Cardiovascular Therapy and Prevention].* — 2023. — № 22 (6). — P. 3587. — DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3587. [in Russian]