

## РЕНТГЕНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕГОЧНОЙ ТКАНИ ПРИ COVID-19

А. А. Гаус<sup>1</sup>, Н. В. Климова<sup>2</sup>, И. А. Гаус<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Сургутская окружная клиническая больница, Сургут, Россия

<sup>2</sup> Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

**Цель** – изучение особенностей рентгеноморфологической картины воспалительных изменений в легких у больных с COVID-19 по данным мультиспиральной компьютерной томографии для оценки эффективности лечения. **Материал и методы.** Проанализированы данные мультиспиральной компьютерной томографии грудной полости 990 больных с COVID-19, проходивших лечение в многопрофильной клинической больнице г. Сургута в период с марта по июль 2020 г. Лучевая диагностика проводилась для выявления патогномичных рентгеноморфологических признаков COVID-19, степени поражения, а также для оценки динамики воспалительных изменений легочной ткани. **Результаты.** В ходе исследования выявлено различное течение воспалительных изменений в легких в динамике после пиковой стадии консолидации: развитие резидуального «матового стекла», фиброзирование разной степени выраженности, а также затяжное течение консолидации легочной ткани.

**Ключевые слова:** COVID-19, вирусная пневмония, регрессирование, «матовое стекло», консолидация легочной ткани, фиброзирование легочной ткани.

**Шифр специальности:** 14.01.13 Лучевая диагностика, лучевая терапия.

**Автор для переписки:** Гаус Анна Алексеевна, e-mail: gaa\_74\_78@mail.ru

### ВВЕДЕНИЕ

Особо опасные инфекционные заболевания, распространяющиеся в мировых масштабах и уносящие миллионы жизней (чума, холера, тиф, малярия, грипп и т. д.), наблюдались на протяжении всей истории человечества. 11 марта 2020 г. ВОЗ объявила о развитии пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19. В настоящее время известно, что инфекция относится к природно-очаговым с естественным резервуаром (летучая мышь) и данный вирус относится к особо опасному для людей роду  $\beta$ -coronavirus. Оболочечные белки типа «зубцов короны» и наличие РНК-содержа-

щего генома являются важными факторами его высокой контагиозности [1–2]. До настоящего времени данные о длительности и напряженности иммунитета у переболевших коронавирусной инфекцией различны.

80 лет назад академик Е. Н. Павловский впервые сформулировал теорию природной очаговости многих болезней людей, животных и растений, а также естественного существования возбудителей инфекций в природе по законам эволюции вне зависимости от деятельности человека. Очевидно, что полностью

## X-RAY MORPHOLOGICAL AND DYNAMIC CHANGES OF LUNG TISSUE IN COVID-19

A. A. Gaus<sup>1</sup>, N. V. Klimova<sup>2</sup>, I. A. Gaus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia

<sup>2</sup> Surgut State University, Surgut, Russia

**The study aims** to study the features of the X-ray morphological picture of inflammatory changes in the lungs in COVID-19 patients according to multispiral computed tomography, and to assess the effectiveness of treatment. **Material and methods.** The study is carried out according to the data of dynamic examination of X-ray computed tomography of the thoracic cavity of 990 patients with COVID-19 who were treated at a multidisciplinary clinical hospital in Surgut from March to July 2020. Radiation diagnosis of the disease consisted in identifying pathognomonic X-ray morphological signs of COVID-19, the degree of damage, as well as assessing the dynamics of inflammatory changes in the lung tissue. **Results.** The study revealed a different course of inflammatory changes in the lungs in dynamics after the peak stage of consolidation: the development of recurrent “ground glass”, varying degrees of severity of fibrosis, as well as a lingering course of the consolidation of lung tissue.

**Keywords:** COVID-19, viral pneumonia, regression, ground glass, consolidation of lung tissue, fibrosis of lung tissue.

**Code:** 14.01.13 Radiology and Radiation Therapy.

**Corresponding Author:** Anna A. Gaus, e-mail: gaa\_74\_78@mail.ru

избавиться от инфекционных заболеваний, включая COVID-19, человечеству не удастся.

Морфологически вирус COVID-19 поражает мельчайшие сосуды легких. Вследствие повышения проницаемости клеточных мембран развивается геморрагическое пропитывание интерстиция, а в дальнейшем и альвеол. Высвобождение большого количества цитокинов может приводить к развитию синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС-синдрома). Разрушение сурфактанта легочной ткани приводит к острому респираторному дистресс-синдрому (ОРДС-синдрому), острой легочной недостаточности и развитию внелегочных осложнений [3–4].

Кроме того, под действием РНК-полимеразы вируса у больных с COVID-19 развивается выраженная иммуносупрессия, проявляющаяся оппортунистическими инфекциями различных локализаций и обострениями коморбидных заболеваний. В этой связи мировому медицинскому сообществу следует продолжать скрупулезное изучение эпидемиологии COVID-19, основных закономерностей течения этого заболевания, а также его диагностику, лечение и профилактику [5].

**Цель** – изучение особенностей рентгеноморфологической картины воспалительных изменений в легких у больных с COVID-19 по данным мультиспиральной компьютерной томографии для оценки эффективности лечения заболевания.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В Сургутской окружной клинической больнице с марта по июль 2020 г. находились на лечении

990 больных с COVID-19 (564 мужчины, 426 женщин) в возрасте от 33 до 78 лет. При поступлении от всех пациентов было получено письменное добровольное информированное согласие на обследование и лечение. Публикация материалов согласована с администрацией медицинского учреждения. Всем пациентам выполняли мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) органов грудной клетки по стандартному протоколу при поступлении, а также в динамике в ходе лечения: через 5–7 дней, перед выпиской, при ухудшении или отсутствии эффекта от проводимой терапии – каждые 3 дня (всего 3 692).

Лучевая диагностика воспалительных изменений легочной ткани и их динамики у больных с COVID-19 проводилась на основании Методических рекомендаций Департамента здравоохранения г. Москвы от 17.04.2020 (версия № 2). Чувствительность метода составила 99,7 %, специфичность – 98,2 %. Задачей проводимых исследований на начальном этапе было выявление патогномоничных КТ-признаков COVID-19 (двусторонний, полисегментарный, периферический характер поражения, симптом «матового стекла», консолидация легочной ткани и т. д.), распространенности (процент поражения), степени тяжести воспалительного процесса. В ходе лечения по данным МСКТ оценивали наличие новых участков снижения пневматизации легких, угрожающих жизни осложнений – ОРДС (рис. 1), а также рентгенологические признаки регрессирования воспалительных изменений.

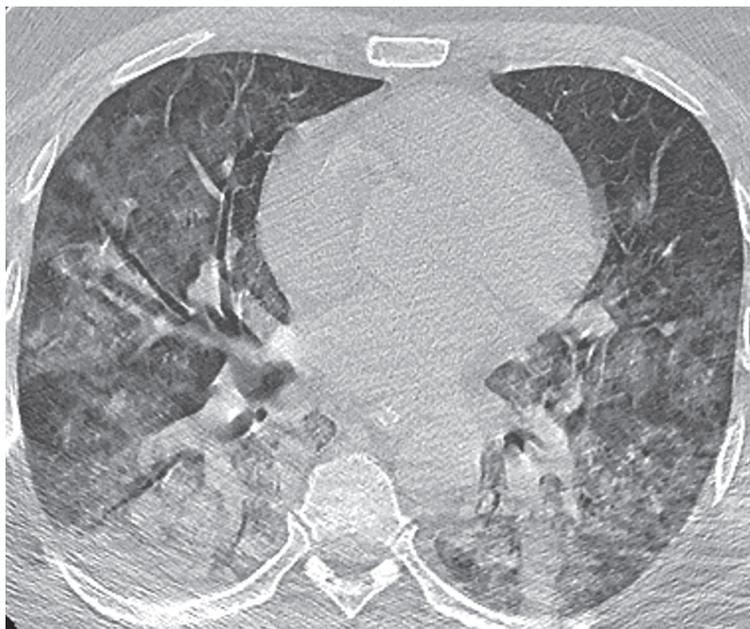


Рис. 1. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки больной Т. 45 лет с COVID-19, острый респираторный дистресс-синдром

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании анализа данных обследованных больных выделены наиболее часто встречающиеся рентгеноморфологические особенности разрешения воспалительных изменений в легких при COVID-19.

У 43,6 % больных (n = 432) процесс регрессирования вирусной пневмонии начинался после пиковой стадии (с 10–14-го дня заболевания), когда участки

консолидации легочной ткани вновь приобретали вид «матового стекла» (резидуальное «матовое стекло»), что рентгеноморфологически не противоречит ранней стадии заболевания (рис. 2). Разрешение воспалительных изменений в легких у этой категории больных было полным, фиброзирование легочной ткани не наблюдалось. Такой тип течения COVID-19 и клинически, и рентгенологически расценивался как благоприятный.

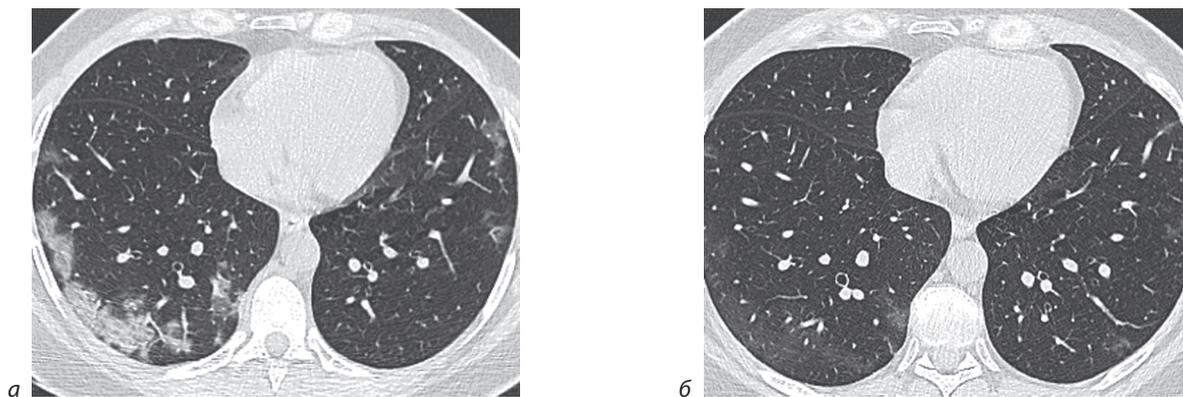


Рис. 2. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки больной М. 42 лет с COVID-19:  
а) через 5 дней после начала заболевания (консолидация легочной ткани);  
б) через 20 дней (резидуальное «матовое стекло»)

При классическом варианте течения COVID-19 консолидация легочной ткани трансформировалась в участки пневмофиброза с резким увеличением

денситометрической плотности до 40–50 HU у 14,7 % (n = 146) больных (рис. 3).

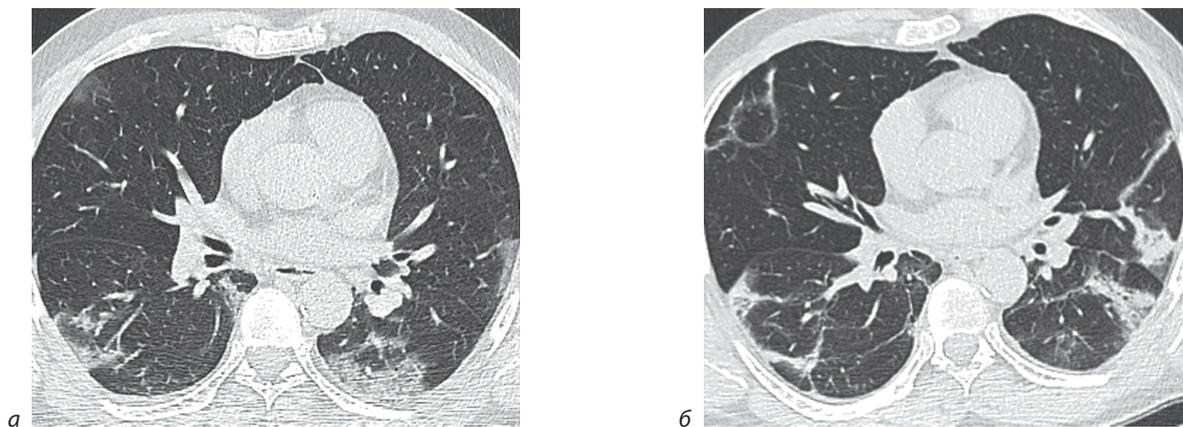


Рис. 3. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки больного И. 60 лет с COVID-19:  
а) через 15 дней после начала заболевания (консолидация легочной ткани);  
б) через 25 дней (фиброзирование)

В дальнейшем степень фиброзирования легочной ткани либо регрессировала – у 9,7 % (n = 94) больных (рис. 4), либо сохранялась и усиливалась – у 5,3 %

(n = 52) пациентов в течение всего периода наблюдения (рис. 5).

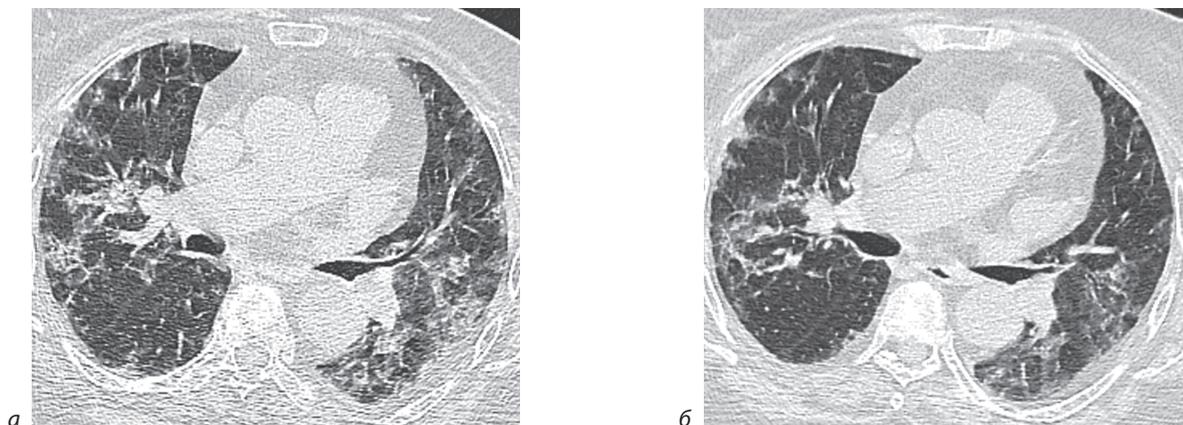


Рис. 4. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки больного Р. 63 лет с COVID-19:  
а) через 25 дней после начала заболевания (фиброзирование легочной ткани);  
б) через 35 дней (регрессирование фиброзирования)

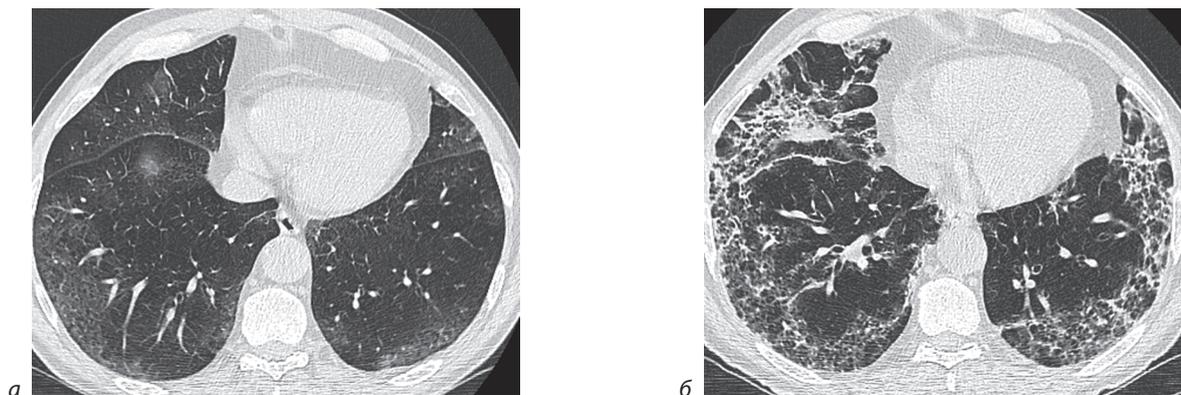


Рис. 5. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки больного С. 65 лет с COVID-19:  
а) через 25 дней после начала заболевания (фиброзирование легочной ткани);  
б) через 35 дней (нарастание фиброирования)

В ряде случаев при рентгеноморфологической картине у 22,4 % (n = 222) больных с COVID-19 в стадии

разрешения наблюдались участки как пневмофиброза, так и резидуального «матового стекла» (рис. 6).

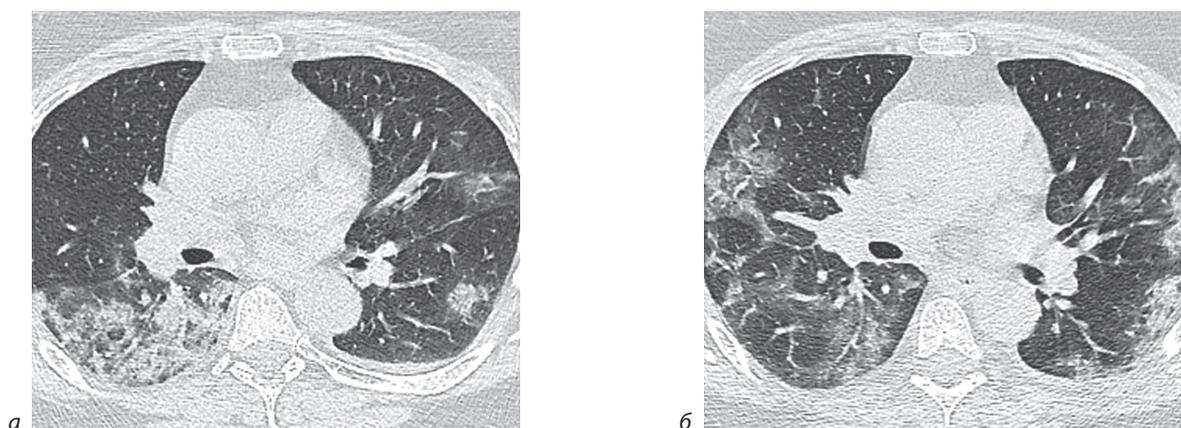


Рис. 6. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки больного И. 57 лет с COVID-19:  
а) через 5 дней после начала заболевания (консолидация легочной ткани);  
б) через 15 дней (фиброзирование и участки резидуального «матового стекла»)

Кроме того, при обследовании больных с COVID-19 в ряде случаев выявляли атипичные варианты течения воспалительного процесса в легких: волнообразный – у 12,7 % (n = 126) и затяжной – у 6,5 % (n = 64) больных.

При волнообразном варианте в процессе лечения наблюдалось ухудшение состояния больных и появление так называемой «второй пиковой фазы» (после 14-го дня) (рис. 7).

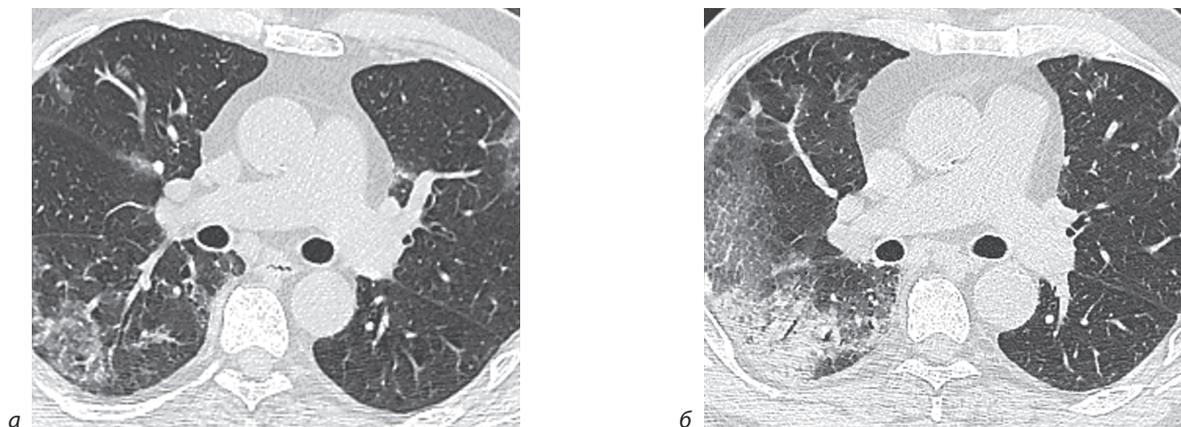


Рис. 7. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки больного У. 68 лет с COVID-19:  
а) через 17 дней после начала заболевания (участки резидуального «матового стекла»);  
б) через 24 дня (повторная консолидация легочной ткани)

В случае затяжного течения у больных COVID-19 участки консолидации легочной ткани наблюдались по данным МСКТ достаточно долго (до месяца) (рис. 8). При этом рентгеноморфологическая картина

у этих больных явно не соответствовала (запаздывала) клиническому течению воспалительного процесса в легких.

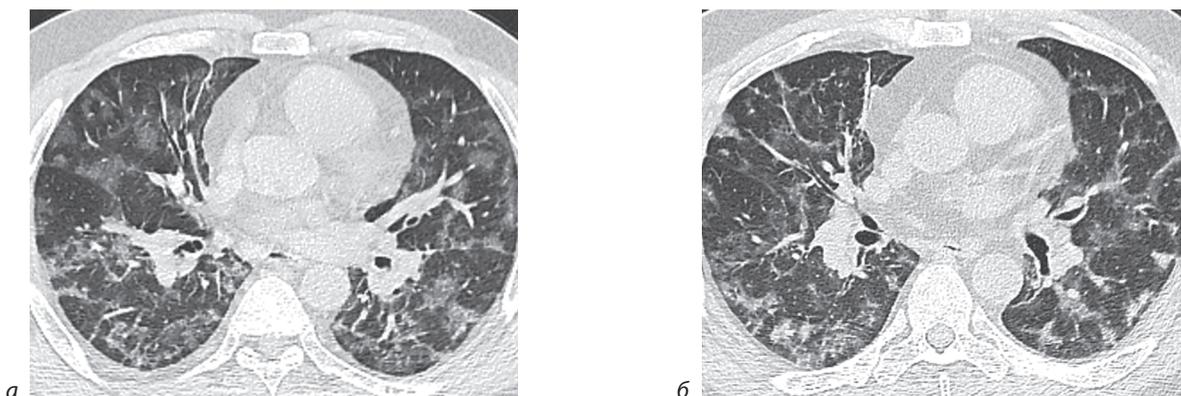


Рис. 8. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки больного Ш. 49 лет с COVID-19:  
 а) через 9 дней после начала заболевания (консолидация легочной ткани);  
 б) через 22 дня (продолжается консолидация легочной ткани)

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рентгеноморфологические данные об изменении легочной ткани, получаемые при МСКТ, являются достоверными признаками особенностей разрешения,

а также прогнозирования течения пневмонии, ассоциированной с COVID-19.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика : учеб.-метод пособие. М. : Департамент здравоохранения г. Москвы, 2020. 71 с.
2. Шлемская В. В., Хатеев А. В., Просин В. И. и др. Новая коронавирусная инфекция COVID-19: краткая характеристика и меры по противодействию ее распространению в Российской Федерации // Медицина катастроф. 2020. № 1. С. 57–61.
3. Морозов С. П., Владимировский А. В., Ледихова Н. В. и др. Телемедицинские технологии (телерадиология) в службе лучевой диагностики. Сер. Лучшие практики лучевой и инструмент. диагностики. Вып. 21. М., 2018. 58 с.
4. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (2019-nCoV) : времен. метод. рек. М-ва здравоохранения РФ. Версия 2 (03.02.2020). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73406661/> (дата обращения: 01.05.2021).
5. Морозов С. П., Владимировский А. В., Ветшева Н. Н. и др. Референс-центр лучевой диагностики: обоснование и концепция // Менеджер здравоохранения. 2019. № 8. С. 25–34.

### REFERENCES

1. Novaya koronavirusnaya infektsiia (COVID-19): etiologiia, epidemiologiia, klinika, diagnostika, lechenie i profilaktika: ucheb.-metod posobie. Moscow: Departament zdoravookhraneniia g. Moskvy, 2020. 71 p. (In Russian).
2. Shlemskaya V. V., Khateev A. V., Prosin V. I. et al. New Coronavirus Infection COVID-19: A Brief Description and Measures to Counter its Spread in the Russian Federation // Medicine of Catastrophes. 2020. No. 1. P. 57–61. (In Russian).
3. Morozov S. P., Vladimirovskii A. V., Ledikhova N. V. et al. Telemeditsinskie tekhnologii (teleradiologiia) v sluzhbe luchevoi diagnostiki. Ser. Luchshie praktiki luchevoi i instrument. diagnostiki. Iss. 21. Moscow, 2018. 58 p. (In Russian).
4. Profilaktika, diagnostika i lechenie novoi koronavirusnoi infektsii (2019-nCoV): vremen. metod. rek. M-va zdavookhraneniia RF. Versiia 2 (03.02.2020). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73406661/> (accessed: 01.05.2021). (In Russian).
5. Morozov S. P., Vladimirovskiy A. V., Vetsheva N. N. et al. Reference Center for Radiation Diagnostics: Rationale and Concept // Health Manager. 2019. No. 8. P. 25–34. (In Russian).

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Гаус Анна Алексеевна** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры многопрофильной клинической подготовки, Медицинский институт, Сургутский государственный университет; врач-рентгенолог рентгенологического отделения, Сургутская окружная клиническая больница, Сургут, Россия.

E-mail: gaa\_74\_78@mail.ru

**Климова Наталья Валерьевна** – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой многопрофильной клинической подготовки, Медицинский институт, Сургутский государственный университет; заведующая рентгенологическим отделением, Сургутская окружная клиническая больница, Сургут, Россия.

E-mail: knv@mail.ru

**Гаус Иван Алексеевич** – студент, Медицинский институт, Сургутский государственный университет, Сургут, Россия.

E-mail: gaa\_74\_78@mail.ru

**ABOUT THE AUTHORS**

**Anna A. Gaus** – Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor, Multidisciplinary Clinical Education Department, Medical Institute, Surgut State University; Radiologist, Department of Radiology, Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia.

E-mail: gaa\_74\_78@mail.ru

**Natalya V. Klimova** – Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head, Multidisciplinary Clinical Education Department, Medical Institute, Surgut State University; Head, Department of Radiology, Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia.

E-mail: knv@mail.ru

**Ivan A. Gaus** – Student, Medical Institute, Surgut State University, Surgut, Russia.

E-mail: gaa\_74\_78@mail.ru