



# Клинический случай сочетания спонтанного пневмоторакса на фоне буллезной эмфиземы легких и бронхиальной астмы

Н. С. Разинькова<sup>1</sup>

Т. А. Миненкова<sup>2</sup>

И. Г. Хмелевская<sup>3</sup>

А. В. Серёжкина<sup>4</sup>

В. В. Тынникова<sup>5</sup>✉

<sup>1</sup> Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия, [nrazin79@ya.ru](mailto:nrazin79@ya.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7711-8865>

<sup>2</sup> Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия, [minenkovata@mail.ru](mailto:minenkovata@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5099-4734>

<sup>3</sup> Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия, [KhmIG@ya.ru](mailto:KhmIG@ya.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2621-0180>

<sup>4</sup> Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия, [aleksandra.ykv@gmail.com](mailto:aleksandra.ykv@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-0283-2498>

<sup>5</sup> Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия, [TynnikovaVV@yandex.ru](mailto:TynnikovaVV@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0002-0814-233X>

## Резюме

**Введение.** В статье представлено описание примера сочетания не выявленной ранее буллезной эмфиземы и спонтанного пневмоторакса. Спонтанный пневмоторакс – это патологическое состояние, характеризующееся скоплением воздуха в плевральной полости, возникающее при отсутствии предшествующей травмы или ятрогенного повреждения. Спонтанный пневмоторакс – редкое, но всегда жизниугрожающее состояние, с которым сталкиваются врачи разных специальностей. Данное патологическое состояние у детей может быть проявлением или осложнением различных заболеваний, но может возникать и в отсутствие клинически значимой легочной патологии.

**Результаты.** На основании анализа современных данных литературы представлены причины возникновения спонтанного пневмоторакса. Подробно освещены вопросы этиологии, патогенеза, клинической картины, диагностики и лечения. В статье рассмотрены важные аспекты теорий возникновения буллезной эмфиземы легких, этиологии и патогенеза, клинической картины данного заболевания. Описано клиническое наблюдение буллезной эмфиземы и спонтанного пневмоторакса у больного, страдающего бронхиальной астмой, методы диагностики и лечения. Пациент поступил в клинику с подозрением на инородное тело трахеобронхиального дерева. Также в анамнезе присутствует сопутствующая бронхиальная астма средней степени тяжести, у отца буллезная эмфизема легких. Было проведено рентгенологическое и функциональное обследование органов грудной клетки. Комплексный и дифференцированный подход к выбору лечебной тактики при данном заболевании определяется видеоторакоскопией. Учитывая состояние пациента и результаты обследования, потребовалось экстренное хирургическое вмешательство с последующим проведением видеоторакоскопии, резекции легкого и плеврэктомии. Описанный клинический случай является очень редким, так как демонстрирует сочетание наследственно обусловленной буллезной эмфиземы и спонтанного пневмоторакса, в результате которого потребовалось проведение радикального вмешательства. В статье продемонстрирована необходимость пристального внимания к пациентам с дегенеративными заболеваниями легких в семейном анамнезе. Для лечения спонтанного пневмоторакса на фоне буллезной эмфиземы следует использовать современные торакоскопические методы с обязательной профилактикой рецидивов (плеврорез, резекция легкого, плеврэктомия). Прогноз данного заболевания всегда серьезный и во многом зависит от своевременности оказания квалифицированной врачебной помощи.

**Ключевые слова:** клинический случай, спонтанный пневмоторакс, буллезная эмфизема, видеоторакоскопия

**Для цитирования:** Разинькова Н. С., Миненкова Т. А., Хмелевская И. Г., Серёжкина А. В., Тынникова В. В. Клинический случай сочетания спонтанного пневмоторакса на фоне буллезной эмфиземы легких и бронхиальной астмы. Лечащий Врач. 2024; 10 (27): 20-23. <https://doi.org/10.51793/OS.2024.27.10.002>

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

# A clinical case of combined spontaneous pneumothorax with pulmonary emphysema and bronchial asthma

Natalya S. Razinkova<sup>1</sup>

Tatyana A. Minenkova<sup>2</sup>

Irina G. Khmelevskaya<sup>3</sup>

Aleksandra V. Serezhkina<sup>4</sup>

Valeria V. Tynnikova<sup>5</sup> 

<sup>1</sup> Kursk State Medical University, Kursk, Russia, [nrazin79@ya.ru](mailto:nrazin79@ya.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7711-8865>

<sup>2</sup> Kursk State Medical University, Kursk, Russia, [minenkovata@mail.ru](mailto:minenkovata@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5099-4734>

<sup>3</sup> Kursk State Medical University, Kursk, Russia, [KhmIG@ya.ru](mailto:KhmIG@ya.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2621-0180>

<sup>4</sup> Kursk State Medical University, Kursk, Russia, [aleksandra.ykv@gmail.com](mailto:aleksandra.ykv@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-0283-2498>

<sup>5</sup> Kursk State Medical University, Kursk, Russia, [TynnikovaVV@yandex.ru](mailto:TynnikovaVV@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0002-0814-233X>

## Abstract

**Background.** The article describes an example of a combination of previously undetected bullous emphysema and spontaneous pneumothorax. Spontaneous pneumothorax is a pathological condition characterized by an accumulation of air in the pleural cavity, which occurs in the absence of previous trauma or iatrogenic damage. Spontaneous pneumothorax is a rare, but always life-threatening condition faced by doctors of various specialties. This pathological condition in children can be a manifestation or complication of various diseases, but it can also occur in the absence of clinically significant pulmonary pathology.

**Results.** Based on the analysis of modern literature data, the causes of spontaneous pneumothorax are presented. The issues of etiology, pathogenesis, clinical picture, diagnosis and treatment are covered in detail. The article discusses important aspects of the theories of the occurrence of pulmonary bullous emphysema, etiology and pathogenesis, and the clinical picture of this disease. The clinical observation of bullous emphysema and spontaneous pneumothorax in a patient suffering from bronchial asthma, methods of diagnosis and treatment are described. The patient was admitted to the clinic with a suspected foreign body of the tracheobronchial tree. There is also a history of concomitant bronchial asthma of moderate severity, the father has bullous emphysema of the lungs. An X-ray and functional examination of the chest organs was performed. A comprehensive and differentiated approach to the choice of therapeutic tactics for this disease is determined by videothoracoscopy. Taking into account the patient's condition and the results of the examination, emergency surgery was required, followed by video thoracoscopy, lung resection and pleurectomy. The described clinical case is very rare, as it demonstrates a combination of hereditary bullous emphysema and spontaneous pneumothorax, as a result of which radical intervention was required. The article demonstrates the need for close attention to patients with a family history of degenerative lung diseases. For the treatment of spontaneous pneumothorax on the background of bullous emphysema, modern thoracoscopic methods with mandatory recurrence prevention (pleurodesis, lung resection, pleurectomy) should be used. The prognosis of this disease is always serious and largely depends on the timely provision of qualified medical care.

**Keywords:** clinical case, spontaneous pneumothorax, bullous emphysema, videothoracoscopy

**For citation:** Razinkova N. S., Minenkova T. A., Khmelevskaya I. G., Serezhkina A. V., Tynnikova V. V. A clinical case of combined spontaneous pneumothorax with pulmonary emphysema and bronchial asthma. Lechaschi Vrach. 2024; 10 (27): 20-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.51793/OS.2024.27.10.002>

**Conflict of interests.** Not declared.

**C**онтактный пневмоторакс (СП) – это скопление воздуха в плевральной полости, возникающее при отсутствии предшествующей травмы или ятрогенного повреждения. СП подразделяется на первичный, возникающий на фоне нормальных легких (однако у пациентов с первичным СП при обследовании, как правило, все же выявляются факторы риска СП), и вторичный, возникающий на фоне известного сопутствующего заболевания легких [1].

СП у детей старшего возраста, как правило, обусловлен разрывом булл или кист, находящихся под висцеральной плеврой (около 20% случаев СП). В целом любое заболевание, сопровождающееся обструкцией сегмента легкого или дистальных дыхательных путей с развитием клапанного эффекта и последующим перерастяжением дистальных отделов дыхательной системы, может приводить к СП. Было замечено, что детский СП возникает в покое, а не при физической нагрузке и может быть спровоцирован напряжением, поднятием тяжестей или другими маневрами Вальсальвы. Также причинами возникновения СП могут являться пористость плевры, низкий индекс массы тела, курение, СП в анамнезе [1-3].

Считается, что буллы образуются из-за дегенерации и атрофии межальвеолярных перегородок с последующим слиянием альвеол, а также альтерации терминальных бронхиол [4].

Существует несколько теорий возникновения буллезной эмфиземы легких: механическая, сосудистая, обструктивная, ферментативная, инфекционная. Большинство исследователей придерживаются ферментативной теории, связанной с дефицитом альфа-антитрипсина, ингибирующего эластазу, а также сдерживающего активность трипсина. Образование альфа-антитрипсина регулируется геном *P1*, который экспрессируется в макрофагах [5].

Также развитие буллезной эмфиземы (а значит, и СП) ассоциировано с различными генетическими заболеваниями. К ним относятся наследственные дефекты соединительной ткани (эластолизис, синдромы Элерса – Данлоса, Марфана и другие дисплазии соединительной ткани), идиопатическая гигантская буллезная эмфизема легких (синдром исчезающего легкого), синдром Бёрта – Хога – Дьюба, нейрофиброматоз, болезни Фабри и Салла [6].

Клинически СП характеризуется внезапным началом, острой болью в груди, в том числе болями по типу плеврит-

# Бронхопульмонология. Отоларингология

ных, кашлем (при этом отмечается усиление болезненности), цианозом губ, затруднением дыхания, одышкой. Физикально определяется ослабление или отсутствие дыхания на стороне поражения, тимпанический перкуторный звук, снижение голосового дрожания на стороне поражения. Такие пациенты, как правило, высокого роста и худощавого телосложения. Рентгенологические изменения характеризуются смещением средостения, треугольной тенью коллабированного легкого, расширением межреберных промежутков, уплощением диафрагмы [7]. Рентгенологическое исследование выполняется при поступлении для экстренной диагностики СП [8].

Экстренная помощь при СП заключается в выполнении плевральной пункции с проведением диагностической торакоскопии под местной анестезией. Место пункции определяется рентгенологически, при полном коллапсе торакопорт устанавливают в IV или V межреберье по средней подмышечной линии. Во время манипуляции производится ревизия плевральной полости и осмотр интересующих структур грудной клетки (оценка макроструктуры легких, т. е. выявление структурных аномалий, осмотр диафрагмы, плевральной полости). Операция заканчивается установкой двух дренажей, подключенных к активной аспирации через банку Боброва. Выполняются компьютерная томография (КТ) для оценки состояния легочной паренхимы, а также другие дополнительные методы обследования [8, 9].

Более совершенным методом оказания помощи является видеоторакоскопия (ВТС), которая применяется преимущественно на этапе оказания плановой помощи. При выявлении во время ВТС структурных аномалий (блесов, булл) возможно выполнение хирургических вмешательств в различных комбинациях. Обычно выполняются плеврорез, плеврэктомия и резекция булл, позволяющие значительно снизить риск рецидива СП. Наиболее эффективными видами плеврореза являются химическая и париетальная плеврэктомия [8, 9].

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациент Г., 17 лет. При поступлении предъявлял жалобы на чувство дискомфорта, тянущие боли в правой половине грудной клетки, сухой кашель, одышку при физической нагрузке. Считает себя больным в течение двух дней, когда после попрекивания во время еды внезапно появились вышеописанные жалобы, сохранившиеся в течение двух дней, по прошествии которых обратился за медицинской помощью. Вызванной бригадой скорой медицинской помощи (СМП) доставлен в приемное отделение БМУ «КОКБ» с предварительным диагнозом «Инородное тело трахеобронхиального дерева». Также пациент сообщает о наличии буллезной эмфиземы у отца. По результатам выполненной рентгенограммы органов грудной клетки (РГ ОГК) диагностирован правосторонний пневмоторакс. Госпитализирован по экстренным показаниям в отделение торакальной хирургии БМУ «КОКБ».

При поступлении (03.11.2019 г.) больному выполнено экстренное оперативное вмешательство под местным обезболиванием – дренирование левой плевральной полости.

### Результаты обследования:

РГ ОГК (03.11.2019 г.): на обзорной рентгенограмме ОГК и при дополнительном просвечивании справа легкое коллагировано воздухом с максимальной шириной полоски воздуха до 4,0 см. Слева без особенностей. Корни не расширены. Синусы свободные. Тень средостения не смещена.

**Заключение:** РГ-картина правостороннего пневмоторакса.

КТ ОГК (07.11.2019 г.): верхушка правого легкого частично коллагирована воздухом (толщина слоя – до 15 мм), на фоне воздушной полоски визуализируются единичные

плевральные спайки, S1 правого легкого с умеренными фиброзными изменениями и единичными кальцинатами, создается впечатление единичных субплевральных вздутий максимальными размерами до 8 мм. Левое легкое интактно. Просветы трахеи и крупных бронхов свободные. Избыточного количества жидкости в плевральных полостях не выявлено. Средостение не смещено, медиастинальная клетчатка не инфильтрирована, внутригрудные лимфатические узлы не увеличены. Повреждений костного каркаса грудной клетки не обнаружено.

**Заключение:** полученные данные могут соответствовать правостороннему апикальному пневмотораксу, фиброзно-очаговым и буллезным изменениям S1 правого легкого, признакам спаечного процесса в правой плевральной полости.

Оценка функции внешнего дыхания (ФВД) от 05.11.2019 г.: VC = 2,38 л; FEV1 = 1,92 л.

**Заключение:** нарушение ФВД средней тяжести (II степени), смешанного типа.

Электрокардиография (ЭКГ) от 05.11.2019 г.: частота сердечных сокращений – 56 ударов в минуту.

**Заключение:** умеренная синусовая брадикардия. ЭКГ без патологических изменений.

Консультирован терапевтом (диагнозы см. выше), детским хирургом (ввиду эпидобстановки показано плановое оперативное вмешательство в отделении торакальной хирургии КОКБ).

На 10-й день госпитализации (13.11.2019 г.) больному выполнено плановое оперативное вмешательство под общим обезболиванием – ВТС-резекция верхней доли правого легкого при осложненной эмфиземе. Субтотальная плеврэктомия. Послеоперационный период протекал без особенностей, дренажи удалены, раны зажили первичным натяжением, швы сняты.

На контрольной РГ ОГК и при дополнительном просвечивании справа перед выпиской (19.11.2019 г.): легкое расправлено, апикально определяется небольшое количество воздуха (ширина до 15 мм). Синусы свободны. Тень средостения не смещена.

Общий анализ крови без специфических изменений (18.11.2019 г.): гемоглобин – 147 г/л, эритроциты –  $4,9 \times 10^{12}/\text{л}$ , цветовой показатель – 0,9, лейкоциты –  $8,0 \times 10^9/\text{л}$ , скорость оседания эритроцитов – 5 мм/ч. В лейкоцитарной формуле – умеренный сдвиг влево: нейтрофилы палочкоядерные – 6%, сегментоядерные – 73%, эозинофилы – 1%, лимфоциты – 18%, моноциты – 2%.

Общий анализ мочи без специфических изменений (05.11.2019 г.): количество – 100 мл, цвет – желтый, мутный, относительная плотность – 1013, сахар и белок отсутствуют, эпителий – единичный в поле зрения, лейкоциты – 0–1 в поле зрения, соли – мочевая кислота в небольшом количестве.

Проведено обследование крови на реакцию Вассермана, вирус иммунодефицита человека, вирусные гепатиты В и С, (05.11.2019 г.) – все отрицательно.

### Клинический диагноз

**Основной:** буллезная эмфизема легких. Буллы верхней доли правого легкого. Правосторонний спонтанный пневмоторакс.

**Операции:** 1) дренирование правой плевральной полости (03.11.2019 г.);

2) ВТС-резекция верхней доли правого легкого при осложненной эмфиземе. Субтотальная плеврэктомия (13.11.2019 г.).

**Сопутствующий:** бронхиальная астма, смешанная форма, средней степени тяжести, контролируемое тече-

ние, III ступень, дыхательная недостаточность I степени. Сенсибилизация к бытовым аллергенам (по анамнезу).

В удовлетворительном состоянии выписывается из стационара под наблюдение хирурга по месту жительства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный клинический случай уникален, т. к. демонстрирует сочетание наследственно обусловленной буллезной эмфиземы и СП, по поводу которого потребовалось проведение радикального вмешательства, что указывает на необходимость пристального внимания к пациентам с дегенеративными заболеваниями легких в семейном анамнезе. Для лечения СП на фоне буллезной эмфиземы следует использовать современные торакоскопические методы с обязательной профилактикой рецидивов (плевролез, резекция легкого, плеврэктомия). **ЛВ**

### Вклад авторов:

Авторы внесли равный вклад на всех этапах работы и написания статьи.

### Contribution of authors:

All authors contributed equally to this work and writing of the article at all stages.

### Литература/References

1. *Hallifax R. Aetiology of Primary Spontaneous Pneumothorax. J. Clin. Med. 2022; 11 (3): 490. https://doi.org/10.3390/jcm11030490.*
2. *Casha A. R., Manché A., Gatt R., et al. Is there a biomechanical cause for spontaneous pneumothorax? Eur J Cardiothorac Surg. 2014; 45 (6): 1011-1016. https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt659.*
3. *Yousuf S., Cardenas S., Rezaee F. Pediatric pneumothorax: Case studies and review of current literature. Respir Med Case Rep. 2021; 34: 101548. https://doi.org/10.1016/j.rmc.2021.101548.*
4. *Бродская О. Н., Поливанов Г. Э. Буллезная эмфизема и буллезная болезнь легких. Практическая пульмонология. 2019; 1: 15-21.*  
*Brodkaya O. N., Polivanov G. E. Bullous emphysema and bullous lung disease. The Journal of Prakticheskaya pulmonologiya. 2019; 1: 15-21. (In Russ.)*
5. *Бежин А. И., Клеткин М. Е., Литвиненко И. В., Фисюк А. А. Спонтанный пневмоторакс: некоторые аспекты этиологии, патогенеза и лечения (обзор литературы). Человек и его здоровье. 2021; 24 (1): 37-46.*  
*Bezhin A. I., Kletkin M. E., Litvinenko I. V., Fisyuk A. A. Spontaneous pneumothorax: some aspects of etiology, pathogenesis and treatment (literature review). Chelovek i ego zdorovie. 2021; 24 (1): 37-46.*  
*https://doi.org/10.21626/vestnik/2021-1/05. (In Russ.)*
6. *Ruggeri P., Calcaterra S., Girbino G. Bullous emphysema as first presentation of Ehlers-Danlos syndrome in monozygotic twins. Respir Med Case Rep. 2014; 14: 40-42. https://doi.org/10.1016/j.rmc.2014.12.002.*
7. *Блохин Б. М. Детская пульмонология: национальное руководство. Под ред. Б. М. Блохина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 960 с. ISBN 978-5-9704-5857-0. Текст: электронный. ЭБС «Консультант врача» [сайт]. URL: https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970458570.html.*  
*Blokhin B. M. Pediatric pulmonology: national guidelines / Edited by B. M. Blokhin. M.: GEOTAR-Media, 2021. 960 p. ISBN 978-5-9704-5857-0. Text: electronic. EBS "Doctor's consultant" [website]. URL: https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970458570.html. (In Russ.)*
8. *Токтохоеев В. А., Будаев А. Э., Бадмаев Д. Д., Чепурных Е. Е. Современные особенности видеоторакоскопического лечения спонтанного пневмоторакса как осложнения буллезной эмфиземы лёгкого: систематизированный обзор литературы. Acta Biomedica Scientifica. 2016; 4 (110): 162-167.*  
*Toktokhoyev V. A., Budayev A. E., Badmaev D. D., Chepurnykh E. E. Modern features of VATS treatment of spontaneous pneumothorax as a complication of bullous lung emphysema: a systematic literature review. Acta Biomedica Scientifica. 2016; 4 (110): 162-167. (In Russ.)*

9. *Порханов В. А., Поляков И. С., Шульженко Л. В. и др. Хирургическое лечение спонтанного пневмоторакса как проявление синдрома дисплазии соединительной ткани. Клиническая и экспериментальная хирургия. 2015; 2 (8): 33-40.*  
*Porkhanov V. A., Polyakov I. S., Shulzhenko L. V., et al. Surgical treatment of spontaneous pneumothorax as a manifestation of connective tissue dysplasia syndrome. Klinicheskaya i eksperimentalnaya khirurgiya. 2015; 2 (8): 33-40. (In Russ.)*

### Сведения об авторах:

**Разинькова Наталья Сергеевна**, к.м.н., доцент кафедры педиатрии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 305041, Россия, Курск, ул. Карла Маркса, 3; nrazin79@ya.ru

**Миненкова Татьяна Александровна**, к.м.н., доцент кафедры педиатрии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 305041, Россия, Курск, ул. Карла Маркса, 3; minenkovata@mail.ru

**Хмелевская Ирина Григорьевна**, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой педиатрии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 305041, Россия, Курск, ул. Карла Маркса, 3; KhmIG@ya.ru

**Серёжкина Александра Владимировна**, ассистент кафедры педиатрии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 305041, Россия, Курск, ул. Карла Маркса, 3; aleksandra.ykv@gmail.com

**Тынникова Валерия Витальевна**, студентка 6-го курса педиатрического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 305041, Россия, Курск, ул. Карла Маркса, 3; TynnikovaVV@yandex.ru

### Information about the authors:

**Natalya S. Razinkova**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Pediatrics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kursk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 3 Karl Marx St., Kursk, 305041, Russia; nrazin79@ya.ru

**Tatyana A. Minenкова**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Pediatrics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kursk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 3 Karl Marx St., Kursk, 305041, Russia; minenkovata@mail.ru

**Irina G. Khmelevskaya**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Pediatrics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kursk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 3 Karl Marx St., Kursk, 305041, Russia; KhmIG@ya.ru

**Aleksandra V. Serezhkina**, Assistant of the Department of Pediatrics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kursk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 3 Karl Marx St., Kursk, 305041, Russia; aleksandra.ykv@gmail.com

**Valeria V. Tynnikova**, 6th year student of the Faculty of Pediatrics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kursk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 3 Karl Marx St., Kursk, 305041, Russia; TynnikovaVV@yandex.ru

**Поступила/Received** 01.10.2023

**Поступила после рецензирования/Revised** 17.11.2023

**Принята в печать/Accepted** 02.10.2024