

УДК 629.12.002  
DOI: 10.37890/jwt.vi85.661

## **Текущее состояние, проблемы и перспективы применения промышленных роботов в сборочно-сварочных цехах отечественных верфей**

**О.А. Щеголева**

*Самарский филиал Волжского государственного университета водного транспорта,  
г. Самара, Россия*

**Аннотация:** Российское судостроение стоит перед лицом системного кризиса, вызванного высокой трудоёмкостью, «кадровым голодом» и низкой эффективностью. Данная статья проводит комплексный анализ потенциала глубокой роботизации как средства преодоления ключевого противоречия: необходимости роста производительности в условиях мелкосерийного производства, где неприменимы стандартные решения из массового машиностроения. На основе анализа текущего состояния (уровень роботизации оценивается в 5-10%) и изучения успешных мировых кейсов (Hyundai, Meyer Werft) в статье выявлены технологические, экономические и кадровые барьеры. В качестве стратегического решения предлагается не фрагментарная замена оборудования, а системная трансформация на основе создания интегрированных робототехнических комплексов, неразрывно связанных с цифровыми двойниками. Определены ключевые направления роботизации сборочно-сварочного производства верфей и сформулирована комплексная дорожная карта. Её реализация позволит совершить качественный скачок: повысить производительность на 40-60%, значительно снизить брак и затраты на материалы, что в конечном счёте обеспечит выход на новый уровень глобальной конкурентоспособности отечественного судостроения.

**Ключевые слова:** промышленные роботы, судостроение, сборочно-сварочное производство, робототехнические комплексы, цифровой двойник.

## **Current status, problems and prospects for the use of industrial robots in assembly and welding shops of domestic shipyards**

**Olga A. Shchegoleva**

*Samara branch of the Volga State University of Water Transport, Samara, Russia*

**Abstract.** Russian shipbuilding is facing a systemic crisis caused by high labor intensity, a shortage of skilled workers, and low efficiency. This article provides a comprehensive analysis of the potential of advanced robotics as a means of overcoming a key contradiction: the need to increase productivity in small-scale production, where standard solutions from mass-produced machinery are inapplicable. Based on an analysis of the current state (the level of robotization is estimated at 5-10%) and a study of successful global cases (Hyundai, Meyer Werft), the article identifies technological, economic, and personnel barriers. The strategic solution proposed is not piecemeal equipment replacement, but a systemic transformation based on the creation of integrated robotic systems inextricably linked to digital twins. Key areas for robotization of shipyard assembly and welding production are identified, and a comprehensive roadmap is developed. Its implementation will enable a qualitative leap: increasing productivity by 40-60%, significantly reducing defects and material costs, which will ultimately ensure a new level of global competitiveness for the domestic shipbuilding industry.

**Keywords:** Industrial robots, shipbuilding, assembly and welding production, robotic systems, digital twin

## **Введение**

Судостроение во всем мире переживает период глубокой технологической трансформации, движимой глобальной конкуренцией, ужесточением экологических стандартов и растущими требованиями к эффективности и стоимости производства. На этом фоне российская судостроительная отрасль сталкивается с комплексом системных вызовов, ключевыми среди которых являются высокая трудоёмкость, зависимость от квалификации персонала в условиях его старения и «кадрового голода», а также объективные сложности автоматизации, обусловленные преимущественно мелкосерийным и уникальным характером производства.

Анализ профильной литературы [1-3] и интернет источников, например [4], и источника [https://www.korabel.ru/news/comments/valeriy\\_rayskiy\\_seychas\\_net\\_smysla\\_delat\\_samim\\_absolyutno\\_vse.html](https://www.korabel.ru/news/comments/valeriy_rayskiy_seychas_net_smysla_delat_samim_absolyutno_vse.html), показывает, что вопрос выбора путей повышения гибкости судостроительных производств – в частности, сборочно-сварочного – далеко не закрыт. Более того, он приобрёл даже ещё большую остроту в связи с сужением «поля решений» из-за того, что российский рынок технологий и средств технологического оснащения (СТО) покинули многие традиционные зарубежные партнёры. Как показывают обзоры, например, портала «Корабел.ру» из цикла «Каким оборудованием пользуются отечественные верфи» [https://www.korabel.ru/news/comments/kakim\\_oborudovaniem\\_polzuyutsya\\_otechestvennye\\_verfi\\_chast\\_3.htm](https://www.korabel.ru/news/comments/kakim_oborudovaniem_polzuyutsya_otechestvennye_verfi_chast_3.htm), российские предприятия сегодня, в основном, работают со сборочным и сварочным оборудованием и применяют расходные материалы преимущественно иностранного производства. Этот факт резко контрастирует со всеми разговорами об импортозамещении. Но, если в вопросах импортозамещения судового комплектующего оборудования и технических средств, ситуация сдвинулась с мёртвой точки, то с технологическим оборудованием и СТО верфей она продолжает оставаться весьма драматичной [5].

Традиционные подходы к автоматизации, основанные на использовании жёстко заданных автоматических линий, эффективных в условиях массового выпуска однотипной продукции, оказываются малоприменимыми и экономически нецелесообразными при строительстве судов, где каждая новая серия, а зачастую и единица, требует значительных изменений в технологических процессах [1]. Именно это противоречие между необходимостью повышения производительности и невозможностью использования стандартных решений массового машиностроения создает уникальное окно возможностей для применения промышленной робототехники в судостроении.

Промышленные роботы (ПР), обладающие такими ключевыми для современного производства качествами, как **универсальность, программируемость и способность к быстрой переналадке**, перестают быть просто средством механизации ручного труда. Как показано в работах [2, 3], они становятся ядром принципиально новых производственных систем – **робототехнических комплексов (РТК)**, которые способны гибко адаптироваться к меняющейся номенклатуре изделий. В контексте сборочно-сварочного производства верфей это означает возможность автоматизировать такие сложные и трудоёмкие операции, как сборка и сварка узлов, плоских, лекальных и объёмных секций, крупногабаритных корпусных конструкций (блоков корпуса) и др. с созданием условий для обеспечения гибкости производства [4].

Несмотря на имеющийся в России научно-технический задел, сформированный в ходе создания комплексно-механизированных линий в советский и постсоветский периоды (таких как линия «Янтарь», «Нева», «Невка», «Ритм», агрегатов и станков ССА-1, СКТ-12М, «Океан-2» и др.), современный уровень роботизации отечественных верфей остаётся крайне низким. Доминирующее применение ограничивается роботами-манипуляторами для точечной контактной сварки и решением отдельных транспортных задач. При этом значительная часть оборудования импортируется.

Отечественные разработки в области роботов для дуговой сварки и изготовления корпусных конструкций существуют (например, описанные в источниках [6, 7]), однако их широкому внедрению мешает неразвитость систем адаптации, недостаток квалифицированных кадров и зачастую фрагментарный, а не системный подход к интеграции.

Таким образом, актуальность данной статьи обусловлена острой необходимостью определения чётких, реалистичных и системных перспектив применения ПР именно в условиях российского судостроения. Целью статьи является не только анализ технологического потенциала роботизации, но и выявление ключевых барьеров (технологических, экономических, кадровых) и формулирование комплексной дорожной карты, реализация которой позволит отечественной отрасли совершить качественный скачок в производительности, качестве и, в конечном счёте, в глобальной конкурентоспособности.

### **Текущее состояние и отправная точка**

Несмотря на имеющийся научно-технический задел, уровень роботизации в сборочно-сварочных цехах российских верфей на сегодня можно охарактеризовать как фрагментарный. И даже в этом случае применяются в основном роботы зарубежного производства, ориентированные главным образом на транспортировку деталей к сборочным участкам, точечную контактную сварку и полуавтоматическую дуговую сварку в защитных газах. Отечественные образцы для дуговой полуавтоматической и автоматической сварки разработаны, однако их широкому применению мешает отсутствие развитых систем адаптации к реальным производственным условиям. Для иллюстрации масштаба проблемы: по экспертным оценкам, уровень роботизации ключевых сборочно-сварочных операций на отечественных верфях не превышает **5-10%**, в то время как в лидирующих мировых центрах судостроения (Южная Корея, Китай, Япония) для тех же операций этот показатель достигает **70-80%**. Преобладание ручного труда обуславливает высокую долю затрат на оплату труда, которая в себестоимости судна может достигать **40-50%**, а также значительный (до **15-20%**) уровень исправимого брака, связанного с «человеческим фактором».

В качестве основных барьеров, очевидно, можно отметить следующие:

1. **технологические:** отсутствие специализированных роботов, адаптированных к изготовлению крупногабаритных и сложнопрофильных корпусных конструкций;
2. **экономические:** высокие первоначальные инвестиции и не всегда очевидная рентабельность для малых серий;
3. **кадровые:** дефицит специалистов по программированию, наладке и обслуживанию РТК.
4. **организационные:** необходимость адаптации конструкторской документации и технологических процессов под возможности роботизированной сборки и сварки;
5. **экономические: обоснование** внедрения роботизированных комплексов требует конкретики. Так, ориентировочная стоимость внедрения РТК для дуговой сварки крупногабаритной секций составляет **30-50 млн. руб.** Однако, при анализе полного цикла, роботизация окупается за 2-4 года за счет:
  - снижения трудоёмкости на **40-60%**;
  - повышения скорости выполнения операций в **1,5-2 раза**;
  - сокращения расхода материалов (например, сварочной проволоки) на **10-15%** за счёт большей точности;

- минимизации брака, стоимость исправления которого на этапе сборки корпуса может в десятки раз превышать затраты на профилактику.

### **Ключевые перспективные направления роботизации сборочно-сварочного производства и опыт ведущих мировых судостроительных держав**

Роботизация сборочно-сварочного производства наиболее очевидное и социально значимое направление, так как оно позволяет освободить людей от выполнения тяжёлых и вредных условий труда. Очевидными решениями здесь являются: создание РТК для сварки корпусных конструкций на основе сварочных роботов, оснащённых системами технического зрения и лазерного сканирования. Это позволит компенсировать неизбежные отклонения в размерах узлов и секций и обеспечит высокое качество шва; внедрение роботов-манипуляторов для точной установки и фиксации листов обшивки, балок набора и других элементов перед сваркой. Данные операции являются одними из самых трудоёмких и опасных для здоровья.

Опыт ведущих мировых судостроительных держав наглядно демонстрирует, что роботизация – это не просто установка автоматических манипуляторов и высокоавтоматизированных СТО, а глубокая реорганизация всего производственного процесса.

В судостроении Южной Кореи (Hyundai Heavy Industries) ключевой акцент сделан на создание полностью роботизированных сборочно-сварочных линий для плоских и криволинейных секций. Работы интегрированы в единую систему управления производством (MES). Технологии компьютерного зрения используются не только для адаптивной сварки, но и для автоматического контроля геометрии секций в реальном времени, что позволяет оперативно вносить корректизы и предотвращать накопление ошибок.

В европейском судостроении (Meyer Werft, Германия) в условиях еще более мелкосерийного, премиального производства ( круизные лайнеры, паромы, мегаяхты) сделана ставка на гибкие роботизированные ячейки и мобильную робототехнику [8]. Например, там широко используются самоходные платформы с роботами-манипуляторами, которые могут быть быстро перенастроены для работы в разных зонах строящегося судна. Это решение оптимально для уникальных проектов, где стационарные линии нерентабельны.

Для Российского судостроения южнокорейский опыт системной интеграции и тотального контроля качества может являться целевым ориентиром для модернизации только крупных серийных проектов. Для большинства же российских верфей, с мелко- и среднесерийной загрузкой производства, немецкий подход с гибкими мобильными комплексами представляется более перспективным.

### **Ключевые факторы успеха и рекомендации**

На основе анализа текущего состояния, барьеров и мирового опыта можно выделить системные факторы, определяющие успех роботизации сборочно-сварочного производства отечественных верфей, и сформулировать конкретные рекомендации для государства, отраслевых институтов и менеджмента предприятий. **Ключевыми факторами успеха для такой трансформации производства**, как представляется, должны стать не отдельные технические решения, а синергия следующих факторов:

**1. Системность и цифровая преемственность.** Ключевой фактор – отказ от точечной закупки оборудования в пользу создания **интегрированных РТК**, неразрывно связанных с цифровыми двойниками изделий и производственных процессов. Без единой цифровой среды (от CAD/CAM до MES) робот останется изолированным и малоэффективным аппаратом [9];

**2. Гибкость и мобильность технологий.** Учитывая мелкосерийный характер российского судостроения, приоритет должен отдаваться не стационарным линиям, а **гибким роботизированным ячейкам и мобильным платформам**. Это позволит перенастраивать производство под конкретный проект с минимальными затратами времени и ресурсов [10];

**3. Технологический суверенитет и адаптивность.** Критически важно развитие отечественных разработок, ориентированных на специфику крупногабаритного судостроения, в первую очередь – **систем адаптивного управления на основе технического зрения и лазерного сканирования**. Это нивелирует неизбежные отклонения в геометрии заготовок и делает робота «интеллектуальным» исполнителем.

**4. Кадровый трансформационный лифт.** Успех упирается не в операторов, а в **создание новой кадровой экосистемы**: инженеры-робототехники, программисты-интеграторы, сервисные инженеры, технологии, способные проектировать процессы под роботизированную сборку. Необходимо параллельное обучение и переобучение персонала на всех уровнях.

**5. Экономическая переоценка эффективности.** Внедрение должно обосновываться не стоимостью оборудования, а **анализом полной стоимости владения (TCO) и влиянием на итоговую себестоимость судна**. Как показывает анализ, основная экономика складывается за счёт радикального снижения трудоёмкости, брака и расхода материалов.

Для преодоления выявленных барьеров и реализации имеющегося потенциала предлагается следующая дорожная карта (ключевыми стейкхолдерам могут выступать: государство, отрасль, менеджмент судостроительных предприятий):

- **стимулирование кооперации** – разработать и внедрить механизмы государственно-частного партнёрства для финансирования НИОКР по созданию специализированных РТК для судостроения, с фокусом на системы адаптации;
- **образовательный стандарт** – инициировать создание отраслевых образовательных программ на базе ведущих технических вузов и корпоративных академий для подготовки кадров по специальностям «Робототехника в судостроении» и «Цифровые производственные системы»;
- **технологический бенчмаркинг** – сформировать и поддерживать открытую базу данных успешных кейсов внедрения (по аналогии с Meyer Werft) и типовых решений для верфей разного масштаба;
- **принцип «цифра вперед»** – внедрить обязательное требование о создании **адаптированной для роботизации конструкторско-технологической документации** на ранних стадиях проектирования судна. Техпроцессы должны изначально закладываться под возможности РТК;
- **пионерский проект** – начать с внедрения одной-двух гибких роботоячеек для сварки наиболее типовых и трудоёмких узлов (плоские секции, фундаменты). Это позволит отработать методики, обучить персонал и получить быстрый экономический эффект;
- **масштабирование** – на основе успеха пилота тиражировать решения на другие участки, внедряя мобильные РТК для сборки и сварки плоскостных и объёмных секций;
- **сквозная интеграция** – обеспечить интеграцию разрозненных РТК в единую систему управления производством (MES) и в контур цифрового двойника верфи;

- **перестройка логистики и зонирования** – адаптировать планировку цехов под работу мобильных роботов, предусмотрев зоны их свободного перемещения и безопасного взаимодействия с персоналом.

Научно-образовательные, научно-исследовательские и проектные организации очевидно также должны сместить фокус своей деятельности на импортозамещение критических компонентов – сконцентрировать усилия на разработке и сертификации отечественных систем технического зрения, систем позиционирования и программного обеспечения для адаптивной сварки, совместимых с роботами разных производителей – и предлагать отрасли типовые решения путём создания библиотеки типовых роботизированных ячеек и цифровых моделей для основных сборочно-сварочных операций, что снизит затраты и сроки внедрения для конкретных верфей.

Реализация такого подхода, основанного на синтезе системных подходов, гибких технологий и кадровой трансформации, позволит российскому судостроению преодолеть ключевое противоречие между мелкосерийностью и необходимостью роста производительности труда и эффективности производства. Это может и должно привести не просто к модернизации парка СТО, а к **стратегическому переходу к новой производственной парадигме**, где интегрированные РТК становятся основой для достижения прорывной эффективности и глобальной конкурентоспособности.

### **Выводы**

Проведенное исследование позволяет констатировать, что глубокая роботизация сборочно-сварочного производства является не опциональным усовершенствованием, а стратегической необходимостью для выживания и развития российского судостроения в условиях глобальной конкуренции. Анализ текущего состояния отрасли выявил системный кризис, характеризующийся критически низким (5-10%) уровнем роботизации, высокой долей ручного труда в себестоимости и высоким процентом брака, что напрямую связано с «человеческим фактором» и устаревшими технологиями.

Было установлено, что ключевое противоречие между мелкосерийным характером производства и требованием роста производительности принципиально разрешимо. Его решение лежит не в копировании устаревших подходов массового машиностроения, а в переходе к гибким, адаптивным производственным системам. Мировой опыт ведущих судостроительных держав (Южная Корея, Германия) демонстрирует, что успех определяется не единичными роботами-манипуляторами, а глубокой реорганизацией всего производственного процесса вокруг интегрированных РТК.

На основе анализа сформулированы ключевые факторы успеха такой трансформации:

- системность, основанная на неразрывной связи РТК с цифровыми двойниками и сквозной цифровой средой (CAD/CAM/MES);
- гибкость и мобильность, обеспечивающие рентабельность в условиях мелко- и среднесерийного производства;
- адаптивность, достигаемая за счёт внедрения систем технического зрения и лазерного сканирования, что нивелирует неизбежные для судостроения отклонения в геометрии;
- кадровая трансформация, направленная на создание новой экосистемы инженеров-интеграторов, программистов и технологов.
- новая экономическая логика, оценивающая эффективность внедрения через призму полной стоимости владения (TCO) и радикального снижения затрат на всех этапах жизненного цикла судна.

Предложенная в статье комплексная дорожная карта, включающая меры для государства, отраслевых институтов и менеджмента верфей, задаёт реалистичный

вектор развития. Её реализация, начиная с пилотных проектов и заканчивая сквозной интеграцией, позволит отрасли совершить качественный скачок: повысить производительность на 40-60%, в разы снизить брак и расход материалов, вывести персонал из вредных и тяжелых условий труда.

Таким образом, преодоление технологического отставания российского судостроения возможно через целенаправленный переход к новой производственной парадигме, где ядром конкурентоспособности становятся интеллектуальные, гибкие и полностью интегрированные в цифровую среду робототехнические комплексы. Это не только вопрос технологической модернизации, но и фундаментальная основа для будущего лидерства отечественной отрасли на мировом рынке судостроительных услуг.

#### **Список литературы**

1. Бурмистрова А.Е., Щеголева О.А. Проблемы внедрения гибких производственных систем в единичном и мелкосерийном производстве и перспективы замены механизированных поточных линий многофункциональными сборочно-сварочными манипуляторами / Материалы МНПК для аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России». 19 мая 2022 г.: Часть 1. – СПб. : Изд-во ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2022. – С. 109-119. ISBN 978-5-9509-0487-5.
2. Аграфенин Е.С. Проблемы роботизации технологических процессов сборочно-сварочного производства в судостроении // Технология судостроения. – 1982. – №11. – С. 30-34.
3. Тимченко В.А. Роботы в производстве сварных конструкций: современное состояние и перспективы / Тимченко В.А., Вернадский В.Н. // Автоматическая сварка. 1998. – №5. – С. 55-63.
4. Гусев А. В. Робототехника в судостроении: современные тенденции и перспективы. Журнал судостроения и судоходства, 2019 – С. 45-52.
5. Щеголева О.А. Поточная линия или многофункциональный сборочно-сварочный манипулятор? / О.А. Щеголева, А.Е. Бурмистрова, Е.Г. Бурмистров // Судостроение. – 2024. – №2. – С. 15-20. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-2-272-281.
6. Пат. 114285 RU, U1. Робототехническое устройство для сварки / Огнев Н.В., Бурмистров Е.Г., Галочкин Д.А. – №2011117731/02; заявлено 03.05.2011; опубл. 20.03.2012, Бюл. №8.
7. А. с. SU880864A1 Установка для изготовления корпусных конструкций / Федотов А.А., Буракин В.Н., Шереметьев Д.Н. – №2830176/27-11; заявлено 17.10.1979; опубл. 15.11.1981, Бюл. №42.
8. Обоснование применения на судостроительных верфях многофункциональных сборочно-сварочных манипуляторов / Е.Г. Бурмистров, О.А. Щеголева, А.Е. Бурмистрова, Т.А. Михеева // Научные проблемы водного транспорта. – 2023. – № 74. – С. 27-36 DOI: 10.37890/jwt.vi74.343.
9. Лебедева Е.Г. Реализация информационной поддержки жизненного цикла изделий судостроения как этап построения «бережливого производства» / Е.Г. Лебедева, Ю.Ю. Шванева, А.А. Волоцкой, А.А. Сомпольцева // Научные проблемы водного транспорта. Выпуск 63. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2020. – С. 68–76. DOI: 10.37890/jwt.vi63.78.
10. Лазарев А.Н. Эффективность гибких производственных систем в судостроении. – Л.: Судостроение, 1989. – 253с. ISBN 5-7355-0108-9.

#### **References**

1. Burmistrova A.E., Shchegoleva O.A. Problems of implementing flexible manufacturing systems in single-unit and small-batch production and prospects for replacing mechanized flow lines with multifunctional assembly and welding manipulators / Proceedings of the International Scientific and Practical Conference for graduate students, students and cadets «Modern trends and prospects for the development of water transport in Russia». May 19, 2022: Part 1. - St. Petersburg: Publishing house of the Admiral S.O. Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, 2022. - P. 109-119. ISBN 978-5-9509-0487-5.

2. Agrafenin E.S. Problems of robotization of technological processes of assembly and welding production in shipbuilding // Shipbuilding technology. - 1982. - No. 11. - P. 30-34.
3. Timchenko V.A. Robots in the Production of Welded Structures: Current Status and Prospects / Timchenko V.A., Vernadsky V.N. // Automatic Welding. 1998. - No. 5. - Pp. 55-63.
4. Gusev A. V. «Robotics in Shipbuilding: Current Trends and Prospects.» Journal of Shipbuilding and Shipping, 2019 – P. 45-52.
5. Schegoleva O.A. Flow line or multifunctional assembly and welding manipulator? / O.A. Schegoleva, A.E. Burmistrova, E.G. Burmistrov // Shipbuilding. - 2024. - No. 2. - P. 15-20. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-2-272-281.
6. Patent. 114285 RU, U1. Robotic device for welding / Ognev N.V., Burmistrov E.G., Galochkin D.A. - No. 2011117731/02; declared 03.05.2011; published 20.03.2012, Bulletin №8.
7. A. s. SU880864A1 Installation for manufacturing hull structures / Fedotov A.A., Burakin V.N., Sheremetyev D.N. – №2830176/27-11; declared 17.10.1979; published 15.11.1981, Bulletin №42.
8. Justification for the use of multifunctional assembly and welding manipulators at shipyards / E.G. Burmistrov, O.A. Shchegoleva, A.E. Burmistrova, T.A. Mikheeva // Scientific problems of water transport. - 2023. - No. 73. - P. 27-36 DOI: 10.37890/jwt.vi74.343.
9. Lebedeva, E.G. Implementation of Information Support for the Shipbuilding Product Lifecycle as a Stage in Building Lean Production / E.G. Lebedeva, Yu.Yu. Shvaneva, A.A. Volotskaya, and A.A. Sompoltseva // Scientific Problems of Water Transport. Issue 63. – Nizhny Novgorod: Publishing House of the Volga State University of Water Transport, 2020. – P. 68–76. DOI: 10.37890/jwt.vi63.78.
10. Lazarev, A.N. The Effectiveness of Flexible Production Systems in Shipbuilding. Leningrad: Sudostroenie, 1989. 253 p. ISBN 5-7355-0108-9.

#### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Щеголева Ольга Анатольевна,**  
аспирант Самарский филиал  
Волжского государственного  
университета водного транспорта (СФ  
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 443036,  
Российская Федерация, Самара, ул.  
Молодогвардейская, д. 62-64, e-mail:  
shh151@mail.ru

**Olga A. Shchegoleva**, postgraduate  
student Samara branch of the Volga State  
University of Water Transport (SF  
FGBOU VO «VGUVT»), 443036,  
Russian Federation, Samara,  
Molodogvardeyskaya St., 62-64, e-mail:  
shh151@mail.ru

Статья поступила в редакцию 09.10.2025; принята к публикации 10.11.2025;  
опубликована онлайн 20.12.2025. Received 09.10.2025; published online 20.12.2025.