



ЛОГИСТИКА

УДК 656.073

DOI: 10.31799/2077-5687-2025-4-3-10

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗКИ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА СУДОВ ИЗ КИТАЯ В АРХАНГЕЛЬСК (РОССИЯ)

Ю. Н. Ясин, Н. А. Слободчиков

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье рассматриваются предложения по организации перевозки запасных частей для ремонта судов из Шанхая (Китай) в Архангельск (Россия). Описаны особенности перевозки по различным маршрутам. Проведены расчёты потребного количества запасных частей, представлена схема загрузки и размещения грузов

Ключевые слова: перевозка запасных частей, судоремонт, контейнерные перевозки, Северный морской путь, железнодорожные перевозки.

Для цитирования:

Ясин, Ю. Н. Разработка предложений по организации перевозки запасных частей для ремонта судов из Китая в Архангельск (Россия) / Ю. Н. Ясин, Н. А. Слободчиков // Системный анализ и логистика. – 2025. – № 4(47). – с. 3-10. DOI: 10.31799/2077-5687-2025-4-3-10.

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR ORGANIZATION OF TRANSPORTATION OF SPARE PARTS FOR SHIP REPAIR FROM CHINA TO ARKHANGELSK (RUSSIA)

Y. N. Yasin, N. A. Slobodchikov

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The article considers proposals to organize transportation of spare parts for ship repair from Shanghai (China) to Arkhangelsk (Russia). The features of transport on different routes are described. Calculation of the required number of spare parts has been carried out, a loading and positioning chart is presented.

Keywords: transport of spare parts, ship repair, container transport, Northern Maritime Route, rail transport.

For citation:

Yasin, Y. N. Development of proposals for the organization of transport of spare parts for ship repair from China to Arkhangelsk (Russia) / Y. N. Yasin, N. A. Slobodchikov // System analysis and logistics. – 2025. – № 4(47). – p. 3-10. DOI: 10.31799/2077-5687-2025-4-3-10.

Введение

Основным подходом, применяемым для поддержания работоспособности судов, является система планово-предупредительного ремонта (ППР). Суть этой системы заключается в регулярном проведении профилактических мероприятий и ремонтов в строго установленные сроки, что позволяет минимизировать риск возникновения отказов, предотвратить серьезные поломки и продлить срок службы судна и его технических систем.

В рамках планово-предупредительного ремонта выделяются следующие виды работ:

- Техническое обслуживание (ТО) – Контроль состояния узлов и агрегатов. Выполняется ежедневно, еженедельно, ежемесячно
- Текущий ремонт – включает оперативное устранение возникших неисправностей. Проводится обычно раз в несколько месяцев или по мере необходимости
- Капитальный ремонт – представляет собой глубокое восстановление технического состояния судна, предполагающее масштабную замену и реконструкцию основных механизмов. Проводится с интервалом, определяемым нормативными документами, обычно раз в 3–5 лет.

В виду слабо развитого технологического производства страны, отмеченного на уровне в 39% [1] (процент технологической независимости) формируется потребность в закупки



комплектующий и запасных частей к нему в странах производителей, лидером которых выступает - Китай. На азиатский рынок приходится 68% всего импорта РФ, из которых около 73% составляет именно Китай [2].

Регулярность поставки

Для оценки минимально необходимой регулярности закупок запасных частей можно определить по формуле интервала (1):

$$T = \frac{Q}{D}, \quad (1)$$

Где: T - интервал между закупками;

Q - объём одной поставки (шт.);

D - средний годовой спрос (шт./год).

Средний годовой спрос можно рассчитать по формуле (2):

$$D = \frac{N}{T_{\text{служ}}} \times K \times Q, \quad (2)$$

Где N - количество судов, проходящих ремонт в год;

$T_{\text{служ}}$ - средний срок службы детали;

K - количество единиц данной детали, устанавливаемых на одно судно;

Q - доля запчастей, одновременно подлежащих замене (в случае полной замены принимается равной 1)

По доступным данным в 2024 году в Северном морском бассейне было отремонтировано порядка 350 судов [3]. Примем это значение в расчётах как постоянное значение N .

Сведения о сроках службы основных компонентов, например, судового дизеля можно получить из технической эксплуатационной документации. За основу расчетов рассмотрим агрегаты модели Wärtsilä 32 и примем время наработки запасных частей до замены как базовый параметр, ввиду схожести эксплуатационных параметров разных силовых установок. [4]

В качестве приоритетных позиций для международной поставки были выбраны запасные части, имеющие критическое значение для функционирования судовых силовых установок и обладающие высокой стоимостью, сложностью производства и ограниченной доступностью на российском рынке.

1. Гильзы цилиндра. Ключевой элемент кривошипно-шатунного механизма, подверженный значительным нагрузкам и термическому воздействию.

$$D = \frac{350}{\frac{96000}{15 \times 365}} \times 16 \times 1 = 320 \text{ шт} / \text{год}$$

2. Поршни. Элемент, воспринимающий давление сгорания топлива и передающий усилие на шатун.

$$D = \frac{350}{\frac{84000}{15 \times 365}} \times 16 \times 1 \approx 367 \text{ шт} / \text{год}$$

3. Топливные насосы высокого давления (ТНВД). Комплексный узел, отвечающий за подачу топлива в цилиндры под строго дозированным давлением.

$$D = \frac{350}{\frac{12000}{15 \times 365}} \times 16 \times 1 = 2546 \text{ шт} / \text{год}$$



4. Форсунки. Наиболее часто заменяемые элементы топливной системы.

$$D = \frac{350}{96000} \times 32 \times 1 = 10181 \text{ ум} / \text{год}$$

$$15 \times 365$$

Упаковка и технология перевозки

В соответствии с положениями ГОСТ 2991–85 [5], для гильз цилиндра используется ящик типа П–2, который имеет следующие параметры: длина — 900 мм, ширина — 550 мм, высота — 550 мм. Масса тары составит 25 кг. Итоговая масса груза с упаковкой — 264 кг

Поршни упаковываются в ящики типа П–1. Размеры упаковки: длина — 600 мм, ширина — 400 мм, высота — 400 мм. Масса тары — 9 кг. В результате общая масса упаковки с поршнем — 91 кг, объём — 0,096 м³.

Для инжекционного клапана длина упаковки составляет 500 мм, ширина — 150 мм, высота — 150 мм. Вес упаковки — 2 кг, итоговая масса — 11,4 кг, объём — 0,01125 м³.

Для топливного насоса высокого давления длина ящика составляет 600 мм, ширина — 400 мм, высота — 400 мм. Масса упаковки — 6 кг, итоговая масса — 56 кг, объём — 0,096 м³.

Перевозка данных узлов будет осуществляться в универсальном 20 футовом контейнере. Для правильной его загрузки требуется предварительно произвести расчет штабелирования грузовых мест, чтобы не допустить повреждения груза.

Расчёт высоты штабеля осуществляется с учётом статического сжимающего усилия, которое должна выдерживать тара, расположенная в нижнем ярусе. Расчёт выполняется по формуле (3):

$$H_{ск} = \frac{P_T \times h}{g \times q_{бр}} + h, \quad (3)$$

Где: P_T - статическое сжимающее усилие, кгс,

g - ускорение свободного падения, м/с,

h - высота единицы тары, м,

$q_{бр}$ - масса грузового места брутто, кг

Согласно ГОСТ 26838–2023 [6], для деревянных ящиков, предназначенных для продукции массой до 500 кг включительно, установлены нормы вертикальной сжимающей нагрузки 26460 Н/м² (2700 кгс/м²)

Для гильз цилиндра:

$$H_{ск} = \frac{2700 \times 0,55}{10 \times 264} + 0,55 = 1,1125 \text{ м} \Rightarrow \text{максимум 2 яруса}$$

Для поршней:

$$H_{ск} = \frac{2700 \times 0,4}{10 \times 91} + 0,4 = 1,586 \text{ м} \Rightarrow \text{максимум 3 яруса}$$

Для ТНВД:

$$H_{ск} = \frac{2250 \times 0,4}{10 \times 56} + 0,4 = 2 \text{ м} \Rightarrow \text{максимум 5 ярусов}$$

Для форсунок:

$$H_{ск} = \frac{2700 \times 0,15}{10 \times 11,4} + 0,15 = 3,7 \text{ м} \Rightarrow \text{максимум 24 яруса}$$



Учитывая конструктивные ограничения по внутреннему пространству 20DC (высота — 2392 мм) и высоту паллетного основания (150 мм), максимальная возможная высота штабеля для формирования грузового пакета с ТНВД и форсунками составляет около 2200 мм. На одну паллету получится расположить 15 ТНВД и 55 форсунок, заняв 2,16 м³ и составив 1490 кг с учетом веса поддона в 25 кг итого – 1515 кг, рис.1.

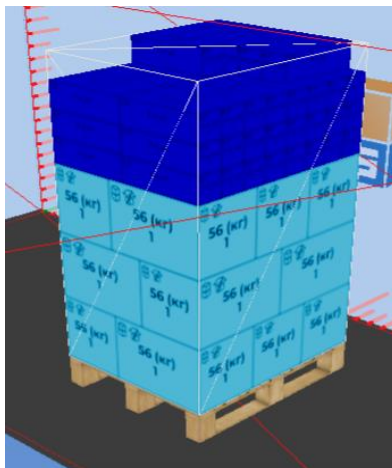


Рис. 1. Укрупненная грузовая единица с ТНВД и форсунками

Поршни и гильзы цилиндра размещаются в контейнере в своей упаковке, без использования средств пакетирования. В один контейнер помещается порядка 25 гильз цилиндра и 27 поршней, рис. 2. В таблице 1 представлена оценка смещения центра тяжести в контейнере.

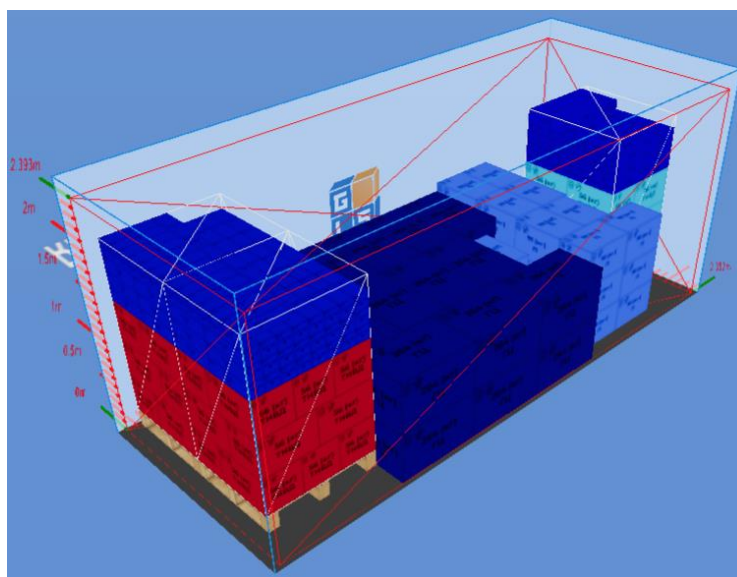


Рис. 2. Укомплектовка запасными частями контейнера 20DC [7]

Таблица 1 – Оценки смещения центра тяжести

	Факт ц.т.	Отклонение	Центр гп
Длина	2885	-64	2949
Высота	747	747	0
Ширина	1137	-39	1176

Предлагаемые маршруты перевозки

Прямое сообщение Китай — Архангельск через Севморпуть



Одним из рассматриваемых вариантов доставки является прямое морское сообщение между портом Шанхай и Архангельском по маршруту Северного морского пути (СМП). Этот маршрут стал доступен благодаря реализации пилотного контейнерного сервиса «Арктический экспресс № 1», запущенного в 2024 году. Линия соединяет крупнейшие порты Китая (Шанхай, Нинбо, Тяньцзинь, Тайцан, Наньша) с портами Северо-Западной России, включая Архангельск.

Общая протяжённость маршрута составляет порядка 12 200 км ($\approx 6\,600$ морских миль), а среднее время следования судна — от 20 до 22 суток. Согласно наблюдениям по регулярному трафику компании NewNew Shipping, доставка по маршруту Архангельск — Шанхай занимает в среднем около 20 дней. В 2024 году за навигационный период было выполнено 13 оборотных рейсов. Однако, из-за ледовой обстановки, рейсы осуществляются исключительно в летне-осенний период, когда арктические воды относительно свободны ото льда, рис.3.

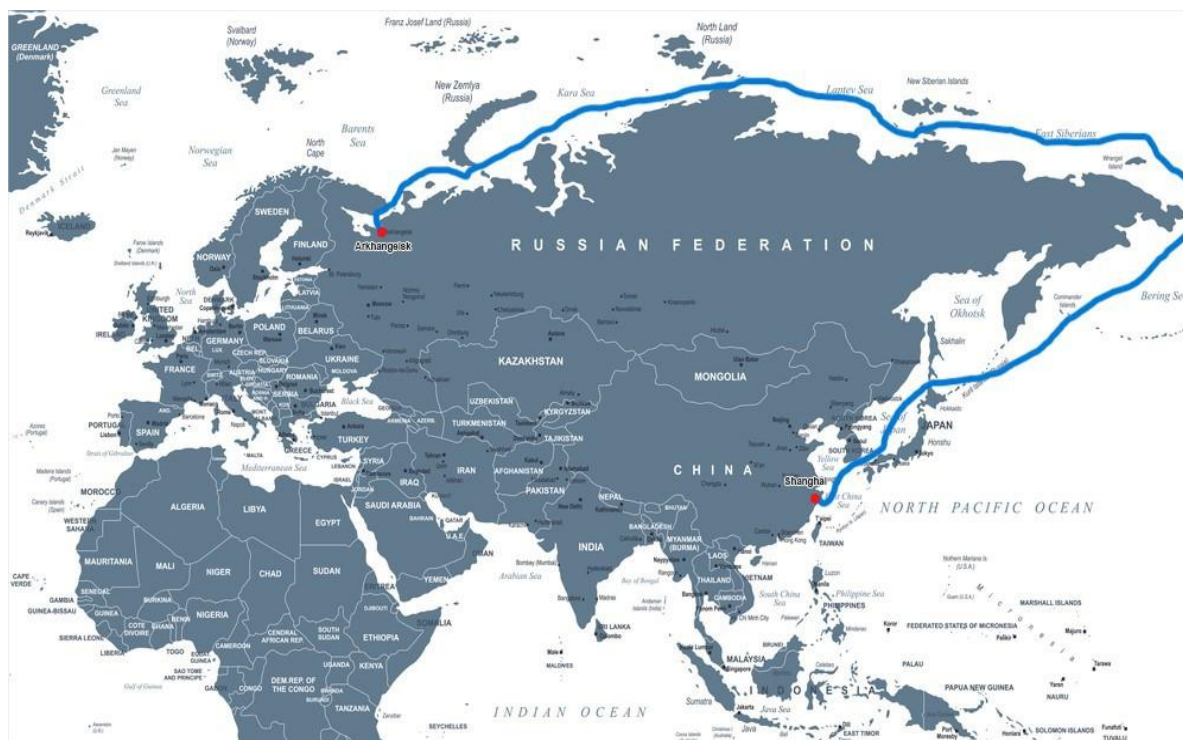


Рис. 3. Прямой контейнерный маршрут порт Шанхай → порт Архангельск

Функционирование маршрута требует соблюдения технических и организационных условий. Прежде всего — наличие судов, соответствующих требованиям ледового класса Arc4–Arc5 (по российской классификации Ice 1A), что позволяет проходить отдельные участки СМП без ледокольной поддержки либо с её минимальным привлечением. При этом, в периоды ухудшения ледовой обстановки необходимо сопровождение ледокольного флота, координируемого ФГБУ «Главное управление Севморпути» (структура госкорпорации «Росатом»). Это ведомство осуществляет разрешительную и навигационно-проводочную деятельность, включая допуск судов в акваторию и организацию лоцманской и ледокольной проводки.

Согласно «Правилам плавания в акватории Севморпути» (утверждённым Приказом Минтранса РФ № 7 от 17.01.2013) [8], движение по СМП осуществляется только по предварительно согласованной заявке и с обеспечением соответствующего уровня технической готовности судна. Условия маршрута накладывают дополнительные логистические и инфраструктурные требования, включая наличие страхового покрытия, готовность к работе в автономных условиях, наличие экипажа с арктической квалификацией и др, рис.4.



Рис. 4. Пример судна, используемая на данном маршруте XIN XIN HAI 1

Прямое железнодорожное сообщение Китай — Архангельск (через Москву)

Альтернативой морской доставке является прямой железнодорожный маршрут, реализуемый в рамках международной инициативы «Один пояс — один путь» (Belt and Road Initiative, BRI). Этот евразийский сухопутный коридор соединяет промышленные регионы Китая с логистическими центрами России и Европы, обеспечивая стабильное сообщение между странами без необходимости морского транзита.

Основной маршрут пролегает от восточных логистических узлов Китая (Сиань, Чунцин, Урумчи и др.) до Московского железнодорожного узла. Общая протяжённость транспортного плеча составляет от 9 000 до 11 000 км, а среднее время в пути — от 18 до 25 суток, в зависимости от пункта отправления, плотности трафика и времени обработки на пограничных терминалах. Перевозки проходят через международные сухопутные переходы на границах Китая с Казахстаном, Монголией и Россией (Алтынколь, Достык, Замын-Ууд, Эрлянь и др.), где производится смена тележек или перегрузка контейнеров, связанная с различием ширины колеи, рис.5, табл. 2.

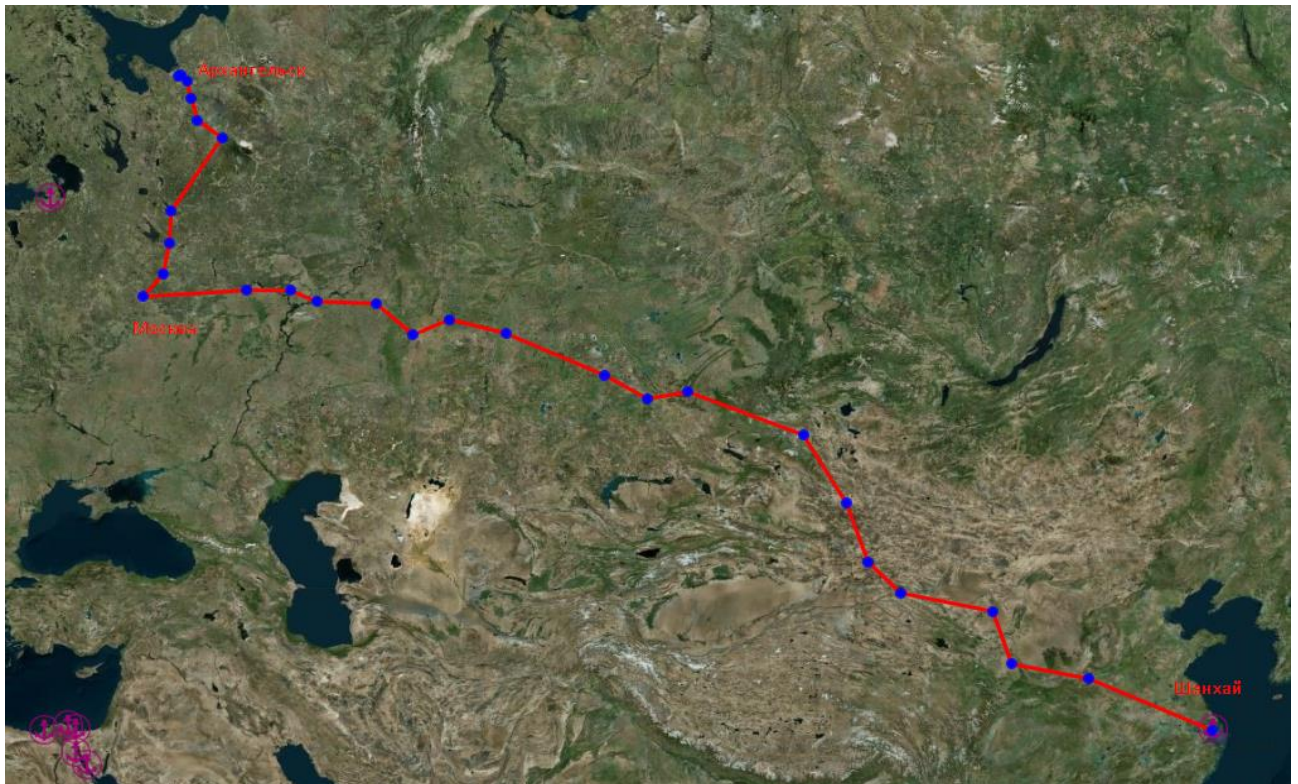


Рис. 5. Железнодорожная перевозка из Китая в Россию



Таблица 2 – Основные маршруты железнодорожных перевозок из Китая в Россию

Маршрут	Погранпереход	Среднее время доставки, сут.	Особенности
Китай – Казахстан – Россия	Алашанькоу / Достык	16-20	Основной маршрут, высокая пропускная способность
Китай – Казахстан – Россия	Хоргос / Алтынколь	18-22	Современный терминал, но меньше маршрутов в РФ
Китай – Монголия – Россия	Дзамын-Уудэ / Наушки	19-24	Реже используемый маршрут, зависит от загруженности Трансмонгольской ЖД
Китай – Россия (прямое сообщение)	Манчжурия / Забайкальск	17-21	Один из самых загруженных переходов

На завершающем этапе маршрута контейнер перегружается на поезд внутреннего сообщения и доставляется из московского сортировочного узла (например, станция Лефортово) до Архангельска. Протяжённость данного участка составляет около 1 290 км, среднее время в пути — от 6 до 8 суток, включая операции по обработке на железнодорожных терминалах.

Заключение

Маршрут через Севморпуть демонстрирует хорошее сокращение расстояния и времени доставки по сравнению с альтернативными морскими направлениями. Однако его основной недостаток — сезонность, ведь он функционирует только в пределах летне-осеннего навигационного окна, что требует резервных решений на период недоступности трассы. Тем не менее, при условии своевременной организации, этот маршрут остаётся приоритетным для перевозок.

Железнодорожный маршрут, в свою очередь, обеспечивает круглогодичную доступность и предсказуемость сроков, не подвержен сезонным ограничениям и менее чувствителен к внешним погодным условиям. Он хорошо подходит для регулярных поставок, где ключевым фактором выступает стабильность. Данный маршрут осуществляется с интеграцией в единую логистическую сеть и возможностью мультимодального продолжения маршрута без дополнительных морских операций.

Таким образом, выбор между маршрутами должен основываться на приоритетах получателя: СМП целесообразен при необходимости минимизации времени в навигационный период, железнодорожная доставка в свою очередь при необходимости стабильного, круглогодичного снабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палуба. Медиа. Архангельский порт готов к перевалке китайских контейнеров [Электронный ресурс]. – URL: <https://paluba.media/news/185934> (дата обращения: 16.04.2025).
2. Таможенная служба Российской Федерации. Статистика внешнеэкономической деятельности [Электронный ресурс]. – URL: <https://customs.gov.ru/statistic> (дата обращения: 16.04.2025).
3. Президент России. Пресс-конференция по вопросам логистики и СМП [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/transcripts/76442> (дата обращения: 18.04.2025).
4. Wärsilä. Product guide: Wärsilä 32 [Электронный ресурс]. – URL: <https://brandhub.wartsila.com/m/54000f75ef455f3d/original/Wartsila-32-Product-guide.pdf> (дата обращения: 18.04.2025).



5. ГОСТ 2991–85. Ящики дощатые для грузов массой до 500 кг. Технические условия. – Введ. 1986-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.
6. ГОСТ 26838–2023. Средства крепления грузов в универсальных контейнерах. Общие требования. – Введ. 2023-09-01. – М.: Стандартиформ, 2023. – 12 с.
7. GLSystem. Инженерные решения в области транспортной безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://glssystem.net/> (дата обращения: 16.04.2025).
8. Министерство транспорта Российской Федерации. Правила плавания в акватории Северного морского пути. [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_141121/ (дата обращения: 19.04.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ясин Юнис Насерович

Студент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А

E-mail: sinnis36@gmail.com

Слободчиков Николай Александрович

Профессор, канд. воен. наук, профессор

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А

E-mail: kola_slob@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yasin Yunis Nasserowich

Student

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: sinnis36@gmail.com

Slobodchikov Nikolay Aleksandrovich

Professor, Candidate of Military Sciences, Professor

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: kola_slob@mail.ru

Дата поступления: 16.08.2025

Дата принятия: 29.09.2025