

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-6-1115-1122

THE INFLUENCE OF SERIAL SHIPBUILDING ON THE COMPLEXITY OF THE POWER EQUIPMENT INSTALLATION

N. I. Gerasimov¹, I. V. Grachev¹, V. A. Zhukov²

¹ — Shipbuilding & Shiprepair Technology Center, JSC,
St. Petersburg, Russian Federation

² — Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The implementation of the Transport strategy of the Russian Federation until 2030 and Federal target programs for the development of sea and river transport provide the construction of modern vessels for various purposes at domestic shipbuilding enterprises. For the effective tasks solution it is necessary to use progressive methods and means of creation of design and technological documentation and preparation of production. One of the most important and time-consuming stages of construction of marine equipment is the assembly and installation of power equipment. The main marine engines have the largest weight and dimensions and their installation is the most time-consuming. The complexity of mechanical assembly work is reduced to the serial shipbuilding and quality documentation for individual assembly and assembly units. The purpose of the research is to assess the impact of serial shipbuilding on the complexity of installation of power equipment on the basis of statistical data collected during the construction at the Vyborg Shipyard a series of dry cargo ships of 1586 and 1590p project, where diesels 5DKRN 62/140-3 are installed as the main engines. Systematization, processing and analysis of the complexity of equipment installation on the various ships of the series allow us to obtain the analytical dependencies for calculating the complexity and duration of power equipment installation. It is established that in the serial shipbuilding, the complexity of installation and the required number of employees can be reduced by 50 %. Additional reduction of labor intensity can be provided through the use of modern software products at the development of technological documentation. The obtained results can be extended to the implementation of installation of ship power equipment in the construction of ships with the main engines, similar in weight and size to diesel engines 5DKRN 62/140-3.

Keywords: shipbuilding, serial production, main and auxiliary power equipment, two-stroke diesels, mass-dimensional indicators, labor intensity, modular-aggregate method, assembly and mounting units.

For citation:

Gerasimov, Nikolai I., Ivan V. Grachev, and Vladimir A. Zhukov. "The influence of serial shipbuilding on the complexity of the power equipment installation." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 11.6 (2019): 1115–1122. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-6-1115-1122.

УДК 629.5.03

ВЛИЯНИЕ СЕРИЙНОСТИ ПОСТРОЙКИ СУДОВ НА ТРУДОЕМКОСТЬ МОНТАЖА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Н. И. Герасимов¹, И. В. Грачев¹, В. А. Жуков²

¹ — АО «Центр технологии судостроения и судоремонта»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² — ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Отмечается, что реализация «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» и федеральных целевых программ развития морского и речного транспорта предусматривают

строительство современных судов различного назначения на отечественных судостроительных предприятиях. Для эффективного решения поставленных задач необходимо использовать прогрессивные методы и средства создания конструкторско-технологической документации и подготовки производства. Одним из наиболее ответственных и трудоемких этапов строительства объектов морской техники является сборка и монтаж энергетического оборудования. Наибольшие массу и габариты имеют главные судовые двигатели и именно их монтаж является особенно трудоемким. Трудоемкость механомонтажных работ снижается при серийном строительстве судов и качественной проработке документации на отдельные сборочно-монтажные единицы. Целью проведенных исследований являлась оценка влияния серийности постройки судов на трудоемкость монтажа энергетического оборудования на основе статистических данных, полученных при строительстве на Выборгском судостроительном заводе серии сухогрузов пр. 1586 и пакетовозов пр. 1590П, на которых в качестве главных двигателей установлены дизели 5ДКРН 62/140-3. Систематизация, обработка и анализ трудоемкостей монтажа оборудования на различных судах серии позволили получить аналитические зависимости для расчета трудоемкости и длительности монтажа энергетического оборудования. Установлено, что при серийном строительстве судов трудоемкость монтажа и численность требуемого количества работников может быть уменьшена на 50 %. Дополнительное снижение трудоемкости может быть обеспечено за счет использования современных программных продуктов при разработке технологической документации. Полученные результаты могут быть использованы в процессе выполнения монтажа судового энергетического оборудования при строительстве судов с главными двигателями, близкими по массогабаритным показателям дизелям 5ДКРН 62/140-3.

Ключевые слова: строительство судов, серийность производства, главное и вспомогательное энергетическое оборудование, двухтактные дизели, массово-габаритные показатели, трудоемкость, модульно-агрегатный метод, сборочно-монтажные единицы

Для цитирования:

Герасимов Н. И. Влияние серийности постройки судов на трудоемкость монтажа энергетического оборудования / Н. И. Герасимов, И. В. Грачев, В. А. Жуков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2019. — Т. 11. — № 6. — С. 1115–1122. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-6-1115-1122.

Введение (Introduction)

В «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года» (далее — Транспортная стратегия), утвержденной распоряжением Правительства РФ №1734-р от 22 ноября 2008 г., указано, что при переходе к инновационному варианту развития транспортной системы необходимо обеспечить кратное повышение производительности труда и энергоэффективности на транспорте, а также достижение передового уровня техники и технологий. Поставленные задачи должны решаться в процессе модернизации гражданского флота Российской Федерации. В соответствии с Транспортной стратегией прогнозируется поставка 397 морских судов суммарным дедвейтом 19,5 млн т. К 2030 г. суммарный тоннаж транспортного флота, контролируемого Россией, составит 38,9 млн т, из которых 70 % будет зарегистрировано под российским флагом. Для повышения конкурентоспособности и провозной способности морского транспортного флота предусматривается его пополнение новыми современными конкурентоспособными судами различного назначения: газовозами, танкерами, танкерами-продуктовозами, балкерами, лесовозами, контейнеровозами, судами типа «ро-ро», а также универсальными судами. Для внутренних водных путей в 2016–2030 гг. предусматривается закупка 3900 единиц судов для обновления грузового флота, 285 единиц пассажирских судов и 1076 судов вспомогательного флота [1]. Постройка судов на отечественных судостроительных заводах должна осуществляться с использованием современных технологий, обеспечивающих сокращение сроков строительства и снижение его трудоемкости при выполнении требований, предъявляемых к качеству изделий.

Монтаж судового энергетического оборудования, включающего главные и вспомогательные элементы судовой энергетической установки, относится к важнейшим этапам судостроительного производства и составляет 6–10 % общей трудоемкости постройки судов [2]. Типовой технологический процесс монтажа энергетического оборудования включает подготовку монтажных баз, погрузку и перемещение оборудования на судне, базирование оборудования, установку компен-

сирующих звеньев между опорными поверхностями оборудования и фундаментом, крепление оборудования, а также контроль качества монтажа. Трудоемкость монтажа отдельных элементов оборудования зависит главным образом от их габаритов и массы. Наиболее габаритным элементом судового энергетического оборудования является главный двигатель, в связи с этим монтажу этого вида оборудования уделяется особое внимание и посвящены проведенные исследования. Вопросы обеспечения требований точности монтажа энергетического оборудования подробно рассмотрены в работе [3].

Известно, что чем значительнее серия строительства судов, тем в большей степени снижаются трудозатраты и продолжительность постройки каждого последующего заказа. Это объясняется тем, что снижаются затраты на конструкторско-технологическую подготовку производства, изготовление средств технологического оснащения, подготовку производственного персонала, который становится более квалифицированным, т. е. способным решать и выполнять производственные задачи на более качественном уровне и с более высокими показателями по производительности труда. Кроме того, отлаживается логистика всего производственного комплекса и кооперация поставок судового оборудования и материалов, сокращается количество отходов материалов и брака во всей сфере производственных процессов и т. д. Поэтому многие иностранные верфи при проектировании новых, близких по конструктивным признакам судов, стараются принимать в своих проектах типовые решения, например, одинаковые машинно-котельные отделения, надстройки, носовые и кормовые блоки судов, движительные комплексы и т. п. [4]–[7].

Методы и материалы (Methods and Materials)

Исходной информацией для проведения исследований являлись статистические данные, полученные при постройке на Выборгском судостроительном заводе серии сухогрузов проекта 1586 и пакетовозов проекта 1590П. На судах указанных проектов в качестве главных двигателей устанавливались пятицилиндровые двухтактные дизели с крейцкопфным кривошипно-шатунным механизмом 5ДКРН 62/140-3 производства Брянского машиностроительного завода. Основные технические характеристики двигателей 5ДКРН 62/140-3 приведены в табл. 1 [8]. Двигатели выпускались по лицензии фирмы «Бурмайстер и Вайн» (ныне MAN Diesel & Turbo), однако их выпуск был прекращен.

Таблица 1

Технические характеристики двигателя 5ДКРН 62/140-3

Эффективная мощность, кВт	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	Среднее эффективное давление, МПа	Цилиндровая мощность, кВт	Средняя скорость поршня, м/с	Габариты			Масса, т
					Длина, м	Ширина, м	Высота, м	
4490	140	0,96	898	6,24	9,40	3,57	9,77	225

В настоящее время в Российской Федерации не производятся судовые малооборотные дизели [9]. На строящихся морских судах устанавливаются малооборотные дизели зарубежного производства. Современные двухтактные двигатели превосходят дизели 5ДКРН 62/140-3 по степени форсированности (среднему эффективному давлению, частоте вращения коленчатого вала, средней скорости поршня). В то же время массогабаритные характеристики дизеля 5ДКРН 62/140-3 сопоставимы с аналогичными характеристиками таких двигателей, как S60MC, L60MC, L50MC, S46MC-C, S42MC, L42MC (MAN Diesel & Turbo), RTA62U, RTA58T, RTA52U, RTA48T (Wärtsilä), UEC60L, UEC50LSII, UEC52LSE, UEC60LS, UEC52LS, UEC60LA (Mitsubishi) [10], [11]. Поэтому полученные результаты могут быть корректно распространены на суда, оснащенные данными двигателями.

В течение периода строительства судов на Выборгском судостроительном заводе были получены данные о трудоемкости сборки и монтажа главных судовых двигателей, которые позволили установить снижение трудоемкости в каждом последующем заказе. Указанные ранее данные

были систематизированы и приведены в табличной форме (табл. 2). На основании данных о трудоемкости сборки и монтажа главных дизельных установок (ДУ), в зависимости от серии их изготовления, были выполнены расчеты относительных трудоемкостей δT_i , %, каждой последующей сборки и монтажа относительно трудоемкости, затраченной на первый дизель T_1 , чел.-ч:

$$\delta T_i = \frac{T_i}{T_1} \cdot 100. \quad (1)$$

Таблица 2

Трудоемкость сборки и монтажа главных ДУ на судах пр. 1586 и 1590П

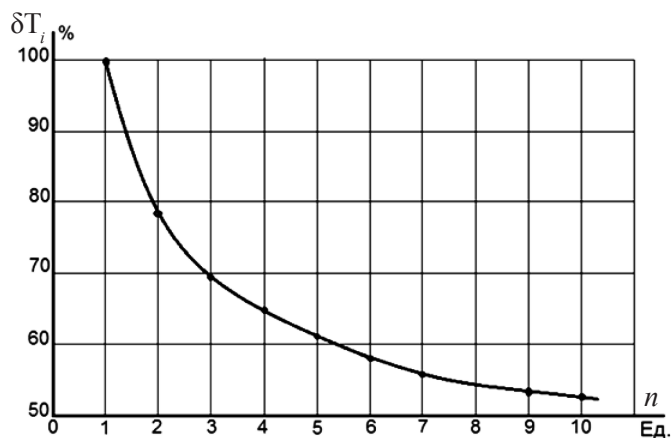
Номер сборки	Трудоемкость сборки и монтажа T_i , чел.-ч	Относительная трудоемкость, δT_i , %	Примечание
1	9647	100,0	Базовая сборка
2	7544	78,2	—
3	6685	69,3	—
4	6193	64,2	—
5	5856	60,7	—
6	5605	58,1	—
7	5402	56,0	—
8	5248	54,4	—
9	5123	53,1	—
10	5007	51,9	—

Данные табл. 2 показывают, что трудоемкость десятой сборки и монтажа ДУ почти в два раза ниже по сравнению с трудоемкостью сборки и монтажа первой ДУ.

Снижение трудоемкости произошло за счет следующих факторов:

- повышение уровня механизации трудоемких ручных работ и, соответственно, повышения производительности труда;
- реализация прогрессивных методов монтажа механического оборудования, новых средств оснащения и приспособлений, улучшающих условия труда,
- увеличение объема агрегатирования механического оборудования [3].

На основе данных табл. 2 построена графическая зависимость относительной трудоемкости от серии сборки и монтажа дизельной установки 5ДКРН 62/140-3 при серийной постройке судов пр. 1586 и 1590П, приведенная на рисунке:



Зависимость изменения относительной трудоемкости сборки и монтажа дизельной установки 5ДКРН 62/140-3

Следует отметить, что аналогичная закономерность снижения трудоемкости сборочно-монтажных работ также прослеживается при сборке и монтаже сборочно-монтажных единиц (СМЕ)

ЯЭУ, ПТУ, ГТЗА и общесудового оборудования, трубопроводов гидравлических, вентиляционных систем и арматуры, электрических систем снабжения, контроля и управления [12], [13].

Для определения математической зависимости влияния серии постройки судов пр. 1586 и 1590П на трудоемкость сборки и монтажа дизельной установки 5ДКРН 62/140-3 выполнена аппроксимация графической зависимости, представленной на рисунке, которая с достаточно высокой сходимостью может быть выражена в виде следующей математической формулы:

$$\delta T_i = 124,25 \frac{1}{\ln \sqrt{12n_i}}, \quad (2)$$

где δT_i — относительная трудоемкость сборки и монтажа i -й дизельной установки, %;
 n_i — i -я сборка и монтаж дизельной установки, ед.

На ранней стадии проектирования судна представляется возможным определить общую трудоемкость сборки и монтажа судового основного и вспомогательного оборудования на предполагаемую серию постройки. При этом если серия небольшая (не более десяти единиц), расчет осуществляется по формуле суммирования:

$$T_{\text{общ}}^{\text{сеп}} = \sum_{i=1}^n T_i^{\text{сеп}} = \sum_{i=1}^n 1,24 \frac{T_1^{\text{сеп}}}{\ln \sqrt{12n_i}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{общ}}^{\text{сеп}}$ — общая трудоемкость сборки и монтажа судового основного и вспомогательного оборудования на предполагаемую построечную серию судов, чел.-ч;

$T_i^{\text{сеп}}$ — трудоемкость сборки и монтажа судового основного и вспомогательного оборудования при постройке i -го судна, чел.-ч;

$T_1^{\text{сеп}}$ — трудоемкость сборки и монтажа судового основного и вспомогательного оборудования при постройке головного судна серии, чел.-ч.

При постройке более десяти судов для определения снижения трудоемкости сборки и монтажа основного и вспомогательного оборудования, трубопроводов и арматуры следует использовать расчетную формулу вида

$$T_{\text{общ}}^{\text{сеп}} = \int_{n=1}^n T_i^{\text{сеп}} dn = 1,24 \int_{n=1}^n \frac{T_1^{\text{сеп}}}{\ln \sqrt{12n_i}} dn. \quad (4)$$

Зная величину сокращения трудоемкости от значения серийности постройки проектируемого судна, представляется возможным определить сокращение рабочего персонала и цикла механомонтажных работ, обеспечиваемое за счет агрегатирования механического оборудования при постройке серийных судов.

Количество рабочих P , чел., необходимых для выполнения всего объема работ, связанных с монтажом энергетического оборудования при строительстве серии судов, определяется выражением

$$P = \frac{T_{\text{сеп}}^{\text{общ}}}{8K_n t_1}, \quad (5)$$

где K_n — коэффициент переработки норм, от 1,15 до 1,3;

t_1 — цикл монтажных работ без применения агрегатирования, дней.

Цикл работ, связанных с монтажом судового энергетического оборудования с применением его агрегатирования t_2 , дн., определяется по формуле

$$t_2 = \frac{T_{\text{сеп}}^{\text{общ}} - \sum T_a}{8K_n P}, \quad (6)$$

где $\sum T_a$ — объем работ, выполняемых в цеховых условиях, чел.-ч.

Сокращение цикла механомонтажных работ определяется разностью:

$$\Delta t = t_1 - t_2. \quad (7)$$

Результаты (Results)

Расчеты трудоемкости работ, связанных со сборкой и монтажом двигателя 5ДКРН 62/140-3, выполненные по приведенным формулам (1)–(3), (5) показали, что при постройке десяти судов пр. 1586 и 1590П при принятой годовой производственной программе предприятия, равной пяти судам, сокращение трудоемкости сборки и монтажа десяти дизелей составит 34160 чел.-ч. При этом в первый год трудозатраты составят $T_1 = 35925$ чел.-ч, во второй — $T_2 = 26385$ чел.-ч. Зная трудоемкости сборки и монтажа первого и второго годов, можно осуществить расчет необходимого количества рабочих для каждого года постройки судов. Так, в первый год постройки необходимое количество рабочих для сборки и монтажа пяти дизелей составит 15 человек. Необходимое количество рабочих для выполнения сборочно-монтажных работ при постройке также пяти судов во второй год постройки составляет 11 человек. Без учета серийности трудоемкость общая трудоемкость составляет 94670 чел.-ч, а трудозатраты в каждом году, соответственно, будут равны 47335 чел.-ч, что потребовало бы использования постоянно двадцати рабочих для выполнения механомонтажных работ.

Обсуждение (Discussion)

Учитывая, что в настоящее время в процессе проектирования судов широко применяются компьютерные технологии, позволяющие осуществлять моделирование и макетирование судовой обстановки в машинно-котельном отделении и отдельных сборочно-монтажных единиц, становится возможным улучшение условий монтажа и эргономики для обслуживания оборудования в процессе эксплуатации, а также демонтажа в случае ремонта или модернизации. Усложнение проекта судна, из-за разработки проектно-конструкторской документации на отдельные сборочно-монтажные единицы, становится менее значительным и трудоемким в случае серийной постройки судов.

При разработке сборочно-монтажных единиц машинно-котельного помещения одного из новых проектов морской техники [14] использовались специализированные программные модули в составе системы DELMIA: Human Builder, Human Measurements Editor, Human Posture Analysis, Human Activity Analysis, Human Task Simulation, которые позволили в течение коротких сроков определить и разработать основные группы сборочно-монтажных единиц с макетированием наиболее сложных мест для выполнения монтажных операций с учетом антропологических данных рабочего, выполнить анализ комфортности и нагрузок на персонал при выполнении технологических операций.

Выводы (Summary)

1. Результаты выполненных исследований показали, что производство серийной постройки судов приводит к значительному снижению трудоемкости механомонтажных работ, так как при этом создаются условия для повышения производительности труда и качества выполнения работ.

2. Проектным организациям необходимо предусматривать типовые конструктивные решения при разработке машинно-котельных помещений, надстроек, носовых и кормовых блоков судов, использовать по возможности типовые системы обслуживания главных двигателей, общесудового оборудования и т. д.

3. Проектанту при разработке нового проекта судна, постройка которого должна быть серийной, представляется возможным определить общую стоимость постройки серии судов, а предприятию-строителю — необходимое количество рабочего персонала по организации сборки и монтажа всего судового оборудования.

4. Современные специализированные пакеты позволяют существенно сократить сроки разработки проектно-конструкторской и технологической документации и повысить ее качество, что также способствует сокращению трудоемкости механомонтажных работ при строительстве судов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства РФ №1734-р от 22 ноября 2008 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://government.ru/docs/22047/> (дата обращения: 01.11.2019).
2. Александров В. Л. Технология судостроения / В. Л. Александров [и др.]. — СПб.: Профессия, 2003. — 342 с.
3. Герасимов Н. И. Технология монтажа судового энергетического оборудования / Н. И. Герасимов. — СПб.: ОАО «ЦТСС», 2014. — 622 с.
4. Шенинг З. Р. Модульно-агрегатный метод монтажа судового оборудования / З. Р. Шенинг. — Л.: Судостроение, 1991. — 232 с.
5. Мореходов М. А. Современная сборка судов – новые технологии / М. А. Мореходов // Судостроение. — 2009. — № 2 (783). — С. 64–67.
6. Голланд В. А. Развитие модульных принципов в подводном кораблестроении / В. А. Голланд, А. А. Васильев // Судостроение. — 2012. — № 6 (805). — С. 24–30.
7. Герасимов Н. И. Оценка влияния объема агрегатирования основного и вспомогательного оборудования на продолжительность монтажа на объектах морской техники / Н. И. Герасимов, А. О. Михайлов, И. В. Грачев // Судостроение. — 2015. — № 3 (820). — С. 49–52.
8. Дизели: справ. / под общ. ред. В. А. Ваншейдта, Н. И. Иванченко, Л. К. Коллерова. — Л.: Машиностроение, 1977. — 480 с.
9. Безюков О. К. Состояние и перспективы судового двигателестроения в России / О. К. Безюков, В. А. Жуков // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2017. — № 2. — С. 40–53. DOI: 10.24143/2073-1574-2017-2-40-53.
10. Конкс Г. А. Мировое судовое дизелестроение. Концепция конструирования, анализ международного опыта / Г. А. Конкс, В. А. Лашко. — М.: Машиностроение, 2005. — 512 с.
11. Сорокин В. А. Техничко-эксплуатационные характеристики отечественных и зарубежных судовых дизелей мощностью до 3 МВт / В. А. Сорокин, М. Ю. Иванов // Наука и транспорт. — 2013. — № 1 (5). — С. 70–77.
12. Лямин П. Л. Разработка инновационных технологий сборки и монтажа судовых механизмов, корабельных комплексов и систем в рамках реализации Федеральных целевых программ / П. Л. Лямин, Д. Н. Канаев, А. О. Михайлов, М. В. Битный-Шляхто // Судостроение. — 2013. — № 4 (809). — С. 82–86.
13. Герасимов Н. И. Основные направления развития модульно-агрегатного метода монтажа судовых ЯЭУ / Н. И. Герасимов, Д. Н. Канаев, И. В. Грачев // Судостроение. — 2018. — № 5. — С. 35–40.
14. Герасимов Н. И. Расчет технико-экономических показателей внедрения модульно-агрегатного метода монтажа судового оборудования при постройке объектов морской техники / Н. И. Герасимов, А. О. Михайлов, И. В. Грачев. — СПб.: АО «ЦТСС», 2017. — 92 с.

REFERENCES

1. Transportnaya strategiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda. Utverzhdena rasporyazheniem pravitel'stva RF №1734-r ot 22 noyabrya 2008 goda. Web. 1 Nov. 2019 <<http://government.ru/docs/22047/>>.
2. Aleksandrov, V. L., A. R. Ar'yu, E. V. Ganov, A. V. Dogadin, V. Yu. Leizerman, A. S. Roganov, I. A. Sokolova, and P. I. Shcherbinin. *Tekhnologiya sudostroeniya*. SPb.: Professiya, 2003.
3. Gerasimov, N. I. *Tekhnologiya montazha sudovogo energeticheskogo oborudovaniya*. SPb.: ОАО «TsTSS», 2014.
4. Shening, Z. R. *Modul'no-agregatnyi metod montazha sudovogo oborudovaniya*. L.: Sudostroenie, 1991.
5. Morekhodov, M. A. "Sovremennaya sborka sudov – novye tekhnologii." *Sudostroenie* 2 (2009): 64–67.
6. Golland, V. A., and A. A. Vasilyev. "The development of modular principles in submarine construction." *Sudostroenie* 6(805) (2012): 24–30.
7. Gerasimov, N. I., A. O. Mikhailov, and I. V. Grachev. "Estimating influence of building-block approach to main and auxiliary equipment on duration of marine equipment assembly." *Sudostroenie* 3(820) (2015): 49–52.
8. Vansheidt, V. A., N. I. Ivanchenko, and L. K. Kollerov, eds. *Dizeli. Spravochnik*. L.: Mashinostroenie, 1977.
9. Bezjukov, Oleg Konstantinovich, and Vladimir Anatoljevich Zhukov. "State and prospects of ship engine-building in Russia." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 2 (2017): 40–53. DOI: 10.24143/2073-1574-2017-2-40-53.

10. Konks, G. A., and V. A. Lashko. *Mirovye sudovoe dizelestroenie. Kontsepsiya konstruirovaniya, analiz mezhdunarodnogo opyta*. M.: Mashinostroenie, 2005.
11. Sorokin, V. A., and M. Yu. Ivanov. "Tekhniko-ekspluatatsionnye kharakteristiki otechestvennykh i zarubezhnykh sudovykh dizelei moshchnost'yu do 3 MVt." *Nauka i transport* 1(5) (2013): 70–77.
12. Lyamin, P. L., D. N. Kanaev, A. O. Mikhailov, and M. V. Bitny-Shlyakhto. "Developing advanced technologies and ship systems as part of implementation of Federal Target Programs." *Sudostroenie* 4(809) (2013): 82–86.
13. Gerasimov, N. I., D. N. Kanaev, and I. V. Grachev. "Modular installation method of shipboard NPPs: main development prospects." *Sudostroenie* 5 (2018): 35–40.
14. Gerasimov, N. I., A. O. Mikhailov, and I.V. Grachev. *Raschet tekhniko-ekonomicheskikh pokazatelei vnedreniya modul'no-agregatnogo metoda montazha sudovogo oborudovaniya pri postroike ob'ektov morskoi tekhniki*. SPb.: AO «TsTSS», 2017.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Герасимов Николай Иванович — доктор технических наук, старший научный сотрудник АО «Центр технологии судостроения и судоремонта» 198095, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, 7 e-mail: inbox@sstc.spb.ru Грачев Иван Владимирович — начальник бюро АО «Центр технологии судостроения и судоремонта» 198095, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, 7 e-mail: inbox@sstc.spb.ru Жуков Владимир Анатольевич — доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова» 198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7, e-mail: kaf_sdvs@gumrf.ru	Gerasimov, Nikolai I. — Dr. of Technical Sciences, Senior Researcher Shipbuilding & Shiprepair Technology Center, JSC 7 Promyshlennaya Str., St Petersburg, 198099, Russian Federation e-mail: inbox@sstc.spb.ru Grachev, Ivan V. — Head of bureau Shipbuilding & Shiprepair Technology Center, JSC 7 Promyshlennaya Str., St Petersburg, 198099, Russian Federation e-mail: inbox@sstc.spb.ru Zhukov, Vladimir A. — Dr. of Technical Sciences, associate professor Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping 5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035, Russian Federation e-mail: kaf_sdvs@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 24 ноября 2019 г.
Received: November 24, 2019.