

DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1225-1233

## RESEARCH OF CHANGES IN THE TRANSPORT FLEET STRUCTURE IN THE WATER AREA OF THE NORTHERN SEA ROUTE

**Е. О. Ол'ховик**

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

*The issues related to the formation of sea traffic flows in the waters of the Northern Sea Route are discussed in the paper. The work is a part of complex researches, which are conducted at the Arctic Faculty of the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping on the problems of navigation and hydrographic support of shipping in the Arctic. A list of the main directions on which the traffic flows in the Arctic seas of the Russian Federation are studying is given. It is noted that data of objective quantitative and qualitative control on the position of vessels and the parameters of their movement (speed, course, geographical position) underlie the study of traffic flows in the water area of the Northern Sea Route, like any other transport system. Vessel identification and objective control over the parameters of their movement with a given reliability, accuracy, completeness and frequency are achieved using automated satellite identification systems. The method of information collection, its processing and analysis of changes in the main quantitative indicators of the traffic flows in the water area of the Northern Sea Route, relating to the period from 2014 to 2018, is described. The results of the statistical data processing describing the change in the structure of the Arctic transport fleet, which forms the transport flow, are presented. The distribution of macroindicators of three groups of transport vessels is studied: group 1 - ships with categories Arc7,8; Group 2 - ships with categories Arc4,5; Group 3 - vessels with categories of ice strengthening Ice 1,2,3, as well as vessels that do not have an ice category. The quantitative indicators characterizing the state of the structure of the Arctic transport fleet and the trends of its change are determined. The main directions of further research are outlined.*

*Keywords: the Northern Sea Route, quantitative indicators, traffic flow, statistical data.*

**For citation:**

Ол'ховик, Евгений О. "Research of changes in the transport fleet structure in the water area of the Northern Sea Route." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.6 (2018): 1225–1233. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1225-1233.

**УДК 528.47**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА В АКВАТОРИИ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

**Е. О. ОЛЬХОВИК**

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

*В статье рассмотрены вопросы, связанные с формированием морских транспортных потоков в акватории Северного морского пути. Работа представляет собой часть комплексных исследований, которые проводятся на Арктическом факультете Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова и посвящены проблемам исследования навигационно-гидрографического обеспечения судоходства в Арктике. Приводится перечень основных направлений, по которым ведется изучение транспортных потоков в арктических морях Российской Федерации. Отмечается, что в основе изучения транспортных потоков в акватории Северного морского пути, как и любой другой транспортной системы, лежат данные объективного количественного и качественного контроля за положением судов и параметрами их движения (скорость, курс, географическое положение). Идентификация судов и объективный контроль за параметрами их движения с заданной достоверностью, точностью, полнотой и периодичностью достигаются с использованием автоматизированных идентификационных спутниковых систем. Описывается методика сбора информации, ее обработки и анализа изменений основных количественных показателей транспортных потоков в акватории Северного морского пути, относящихся к периоду 2014 – 2018 гг. Приводятся результаты обработки статистических данных, характеризующих*

*изменение структуры арктического транспортного флота, формирующего транспортный поток. Исследовано распределение макропоказателей трех групп транспортных судов: 1-я группа — суда с категориями Arc7,8; 2-я группа — суда с категориями Arc4,5; 3-я группа — суда с категориями ледовых усилений Ice 1,2,3, а также суда, не имеющие ледовой категории. Определены количественные показатели, характеризующие состояние структуры арктического транспортного флота и тенденции ее изменения. Намечены основные направления дальнейших исследований.*

*Ключевые слова: Северный морской путь, количественные показатели, транспортный поток, статистические данные.*

**Для цитирования:**

Ольховик Е. О. Исследование изменения структуры транспортного флота в акватории Северного морского пути / Е. О. Ольховик // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 6. — С. 1225–1233. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1225-1233.

### **Введение (Introduction)**

В акватории Северного морского пути (СМП) в ближайшей перспективе будут сформированы устойчивые транспортные потоки. В настоящее время идет процесс изменения структуры арктического флота, а также ввод новых крупнотоннажных судов высокого ледового класса, направленный на увеличение объема морских грузоперевозок по трассам СМП. Параллельно со строительством и вводом в эксплуатацию новых судов и расширением сети судоходных маршрутов, а также разработкой графиков движения судов и решением других практических задач [1]–[3] ведутся теоретические исследования, направленные на создание теории морских транспортных потоков в акватории СМП [4].

Общие принципы теории транспортных потоков (ТП), разработанные в 60-е гг. XX в. [5], были основаны в основном на исследовании динамических процессов, происходящих на автомобильных дорогах. Теория ТП направлена на исследование режимов движения транспортных средств (ТС) в различных условиях, зависящих от их характеристик, влияния погодных условий и других факторов. В теории ТП разрабатываются модели, в которых рассматривается движение не отдельных ТС, а их групп, объединенных понятием «поток». В качестве основных измеряемых параметров потоков используются три измеряемых параметра: *скорость потока, интенсивность потока и плотность потока* [6]. Исследование функциональных связей между этими параметрами позволяют объяснить динамические процессы, происходящие в потоке при сужении дороги, изменении внешних условий, а также при различных режимах его регулирования [7].

В теории ТП вопросы, связанные с экономикой, напрямую не рассматриваются. Изучение транспортных потоков в акватории СМП ведется по следующим основным направлениям:

- скоростные режимы движения судов по маршрутам СМП [8];
- влияние мелководья и льда на формирование сети безопасных судоходных маршрутов [9]–[11];
- межсезонная изменчивость пропускной способности СМП и отдельных его частей [12];
- структура и состав арктического транспортного флота [13];
- ледокольное обеспечение арктического судоходства [13], [14].

В основе изучения ТП СМП, как и любой другой транспортной системы, лежат данные объективного контроля за положением судов, данные объективного контроля их идентификации, и данные объективного контроля параметров их движения. Принципиально важным остается вопрос о достоверности, точности, полноте и периодичности получаемой информации. До недавнего времени сбор сведений о судах, находящихся в акватории арктических морей, а также их скорости и направлении движения представлял собой практически неразрешимую задачу. С появлением автоматизированных спутниковых информационных систем [4] проблема сбора экспериментальных данных была решена.

Настоящая работа посвящена описанию методики сбора информации и ее обработки, а также анализу изменений основных количественных показателей ТП СМП, произошедших за период 2014–2018 гг. Работа представляет собой часть комплексных исследований по проблемам навигационно-гидрографического обеспечения судоходства в акватории СМП, которые проводятся на Арктическом факультете ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова.

### Методы и материалы (Methods and materials)

В качестве основных источников информации о количестве транспортных судов, находящихся в акватории СМП, и их тоннаже использовались сведения, размещенные на сайтах Администрации СМП [15], глобальной автоматизированной системы мониторинга морских и смешанного (река – море) плавания судов «Виктория» [16], морских сервисов ГК «Сканэкс» [17].

Все транспортные суда были объединены в три группы.

Первую группу составляли суда, имеющие класс ледового усиления Arc 7, 8. В эту группу в основном входили танкеры и контейнеровозы, работающие в Карском море в режиме круглогодичной навигации. Такие суда в наименьшей степени нуждаются в ледокольном обеспечении.

Вторую группу составляли суда, имеющие класс ледового усиления Arc 4, 5. Такие суда, согласно требованиям Российского морского регистра судоходства [15], с декабря по июль при среднем типе ледовых условий не допускаются в плавание в Карском море даже под проводкой ледоколов. При легком типе ледовых условий зимней навигации и практически при любых типах ледовых условий летней навигации они могут совершать самостоятельное плавание либо плавание под проводкой ледоколов.

В третью группу судов вошли суда без ледовых усилений Ice0 (использована нестандартная аббревиатура), а также суда с категориями ледовых усилений Ice1, Ice2 и Ice3. Эксплуатация таких судов в акватории СМП разрешена только в период летней навигации с июля по 15 ноября при легком типе ледовых условий. При этом танкерам, газовозам и химовозам валовой вместимостью 10000 т и более даже по чистой воде разрешается плавание только в сопровождении ледоколов.

Для каждого месяца (I — январь; II — февраль; III — декабрь) подсчитывалось количество судов каждой из трех выделенных групп судов, а также общее количество судов каждой группы за год  $N_j = \sum n_{ij}$ , где  $i$  — номер месяца ( $i = 1 - 12$ ),  $j$  — номер группы судов ( $j = 1 - 3$ ). Для каждого месяца (I — январь; II — февраль; III — декабрь) подсчитывался также общий тоннаж судов каждой из трех выделенных групп судов и общий тоннаж судов за год:  $D_w = \sum d_{ij}$ , где  $i$  — номер месяца ( $i = 1-12$ ),  $j$  — номер группы судов ( $j = 1 - 3$ ).

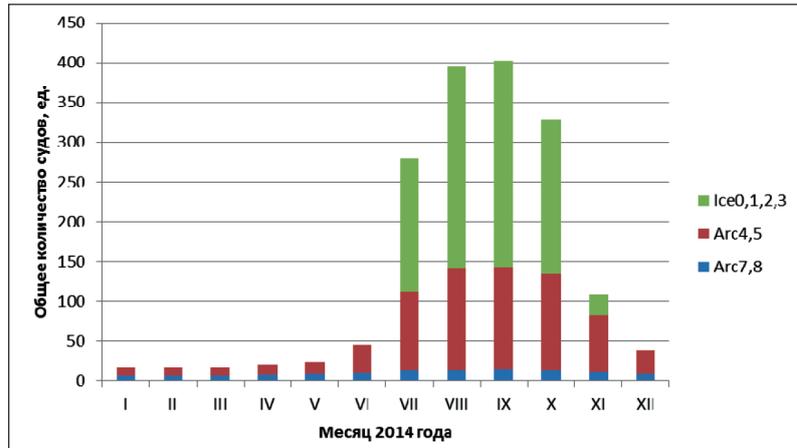
### Результаты (Results)

По результатам подсчетов строились гистограммы распределения по месяцам общего количества судов для. На рис. 1 представлены гистограммы ежемесячного распределения количества судов по группам для 2014, 2017 и 2018 гг. соответственно. По вертикальным осям гистограмм указано общее количество судов, по горизонтальным — месяц года. Цветом выделена каждая из трех групп судов.

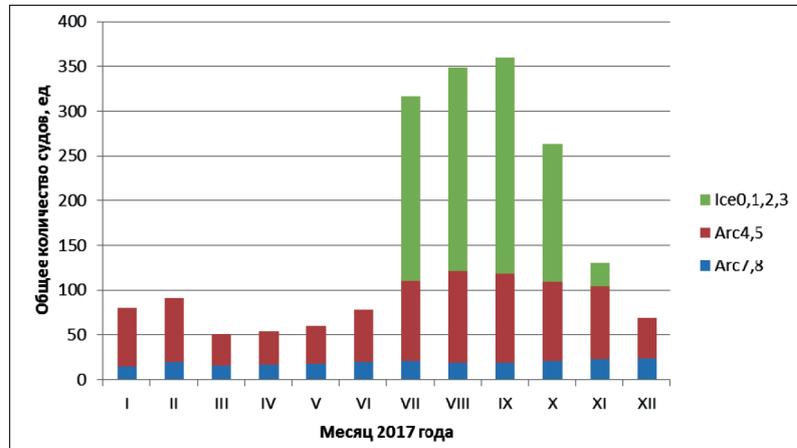
В 2014 г. (см. рис. 1, а) в акватории СМП суда категорий Arc 7, 8 и Arc 4, 5 находились круглый год, суда категорий Ice-0, 1, 2 и 3 — только в период летней навигации (с июля по 15 ноября). Максимальное количество судов приходилось на сентябрь и достигало 402 ед. В зимние месяцы (с января по март) общее количество судов уменьшалось до минимального значения, равного 16 ед. На протяжении года количество судов категорий Arc 7, 8 изменялось от шести едениц в январе – марте до 14 ед. в сентябре. Количество судов категорий Arc 4, 5 изменялось от десяти едениц в январе – марте до 128 ед. в августе – сентябре. Количество судов третьей группы (Ice-0, 1, 2 и 3) в разрешенный для этих судов навигационный период изменялось от 167 ед. в июле до 260 ед. в сентябре с последующим уменьшением до 26 ед.

В 2017 г. (см. рис. 1, б) в акватории СМП суда категорий Arc 7, 8 и Arc 4, 5 находились круглый год, суда категорий Ice-0, 1, 2 и 3 работали только в период летней навигации (с июля по 15 ноября). Максимальное количество судов приходилось на сентябрь и достигало 360 ед. В зимние месяцы (с января по март) общее количество судов уменьшалось до минимального значения, равного 51 ед. На протяжении года количество судов категорий Arc 7, 8 изменялось от 14 ед. в январе до 23 ед. в декабре. Количество судов категорий Arc 4, 5 изменялось от 36 ед. в марте до 103 ед. в августе. Количество судов третьей группы (Ice-0, 1, 2 и 3) в разрешенный для таких судов навигационный период изменялось от 206 ед. в июле до 242 ед. в сентябре с последующим уменьшением до 26 ед.

а)



б)



в)

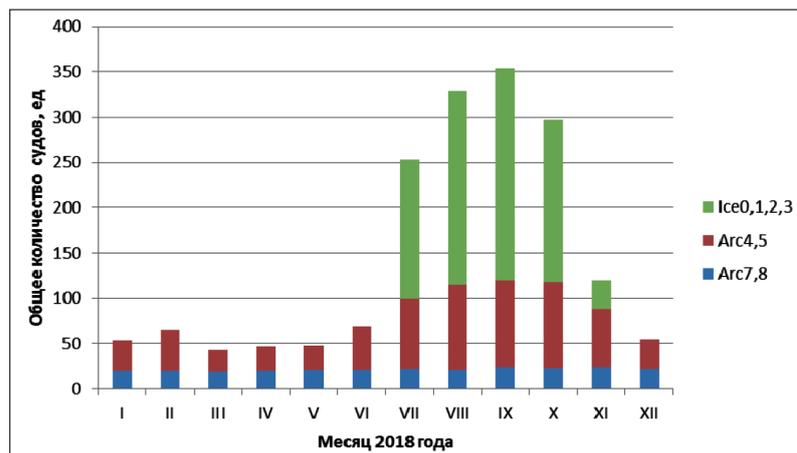


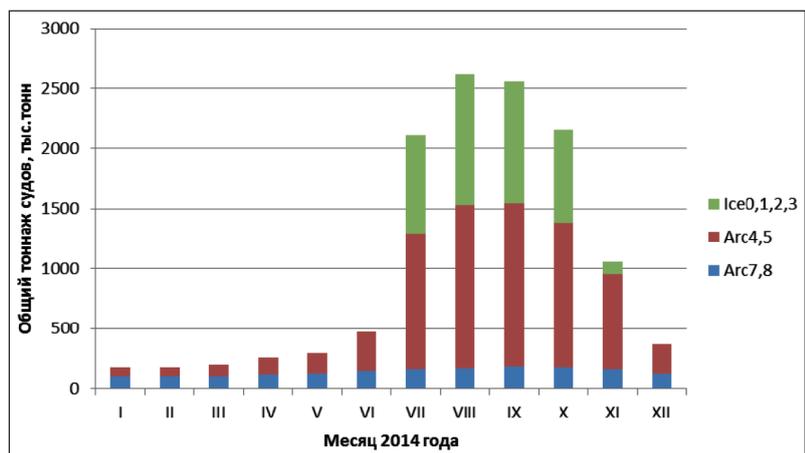
Рис. 1. Распределение общего количества групп судов по месяцам:  
а — 2014 г.; б — 2017 г.; в — 2018 г.

В 2018 г. (см. рис. 1, в) в акватории СМП суда категорий Arc 7, 8 и Arc 4, 5 находились круглый год, суда категорий Ice-0, 1, 2 и 3 работали только в период летней навигации (с июля по 15 ноября). Максимальное количество судов приходилось на сентябрь и достигало 354 ед. В марте общее количество судов уменьшалось до минимального значения, равного 43 ед. На протяжении года количество судов категорий Arc 7, 8 изменялось от 19 ед. в марте до 24 ед. в ноябре. Наблюдалось изменение количества судов категорий Arc 4, 5 от 24 в марте до 96 ед. в сентябре. Количество судов третьей

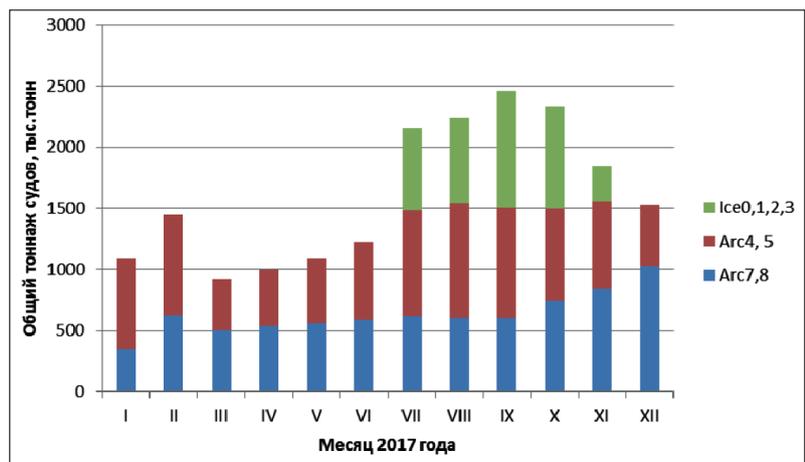
группы (Ice-0, 1, 2 и 3) в разрешенный для таких судов навигационный период изменялось от 154 ед. в июле до 234 ед. в сентябре с последующим уменьшением до 32 ед.

Наряду в подсчет количества судов, находящихся в акватории СМП, оценивался их тоннаж. На рис. 2 показаны результаты проведенного исследования в виде гистограмм, соответствующих распределению тоннажа судов по группам для 2014, 2017 и 2018 гг. соответственно. По вертикальным осям гистограмм отложено значение общего тоннажа судов, по горизонтальным — месяц года. Цветом выделена каждая из трех групп судов.

а)



б)



в)

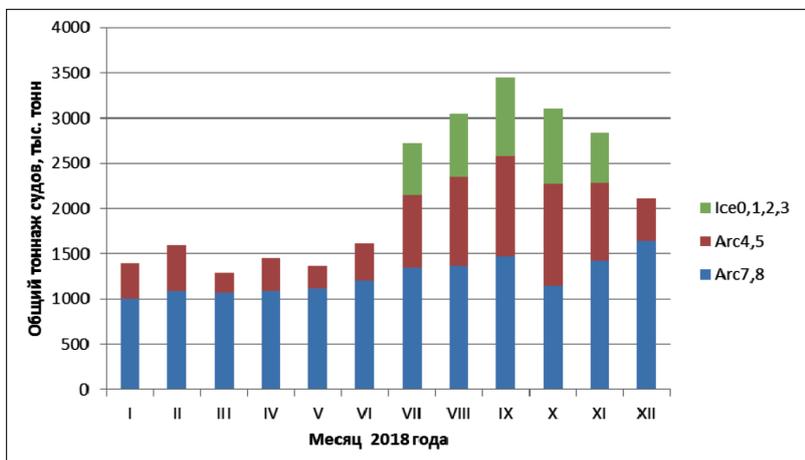


Рис. 2. Распределение общего тоннажа групп судов по месяцам: а — 2014 г.; б — 2017 г.; в — 2018 г.

В 2014 г. (см. рис. 2, а) максимальное значение общего тоннажа судов, равное 2619 тыс. т, было зафиксировано в августе. В январе – феврале тоннаж судов достиг минимального значения в 179 тыс. т. На протяжении 2014 г. общий тоннаж судов категорий Arc7, 8 изменялся от 100 тыс. т в январе – марте до 182 тыс. т в сентябре. Общий тоннаж судов категорий Arc4, 5 изменялся от 79 тыс. т в январе – феврале до 1363 тыс. т в августе – сентябре. Общий тоннаж судов третьей группы (Ice-0, 1, 2 и 3) в разрешенный для таких судов навигационный период изменялся от 827 тыс. т в июле до 1086 тыс. т в августе с последующим уменьшением до 105 тыс. т в ноябре.

В 2017 г. (см. рис. 2, б) максимальное значение общего тоннажа судов, равное 2463 тыс. т, было зафиксировано в сентябре. В марте тоннаж судов достиг минимального значения, равного 920 тыс. т. На протяжении 2017 г. общий тоннаж судов категорий Arc7, 8 изменялся от 348 тыс. т в январе до 1023 тыс. т в декабре. Общий тоннаж судов категорий Arc4, 5 изменялся от 418 тыс. т в марте до 943 тыс. т в августе. Общий тоннаж судов третьей группы (Ice-0, 1, 2 и 3) в разрешенный для таких судов навигационный период изменялся от 672 тыс. т в июле до 956 тыс. т в сентябре с последующим уменьшением до 291 тыс. т в ноябре.

В 2018 г. (см. рис. 2, в) максимальное значение общего тоннажа судов, равное 3447 тыс. т, было зафиксировано в сентябре. В марте тоннаж судов достиг минимального значения, равного 1285 тыс. т. На протяжении 2018 г. общий тоннаж судов категорий Arc7, 8 изменялся от 1005 тыс. т в январе до 1643 тыс. т в декабре. Общий тоннаж судов категорий Arc4, 5 изменялся от 214 тыс. т в марте до 1122 тыс. т в октябре. Общий тоннаж судов третьей группы (Ice-0, 1, 2 и 3) в разрешенный для таких судов навигационный период изменялся от 575 тыс. т в июле до 871 тыс. т в сентябре с последующим уменьшением до 553 тыс. т в ноябре.

### Обсуждение (Discussion)

На рис. 3, а приведены гистограммы распределения количества судов по каждой из трех групп судов, относящиеся к 2014, 2017 и 2018 гг. По вертикальной оси гистограммы отложено количество эксплуатируемых судов, по горизонтальной отложен год, к которому относится подсчитанное количество эксплуатируемых на линии судов. Соответствующим цветом выделена каждая из трех групп судов.

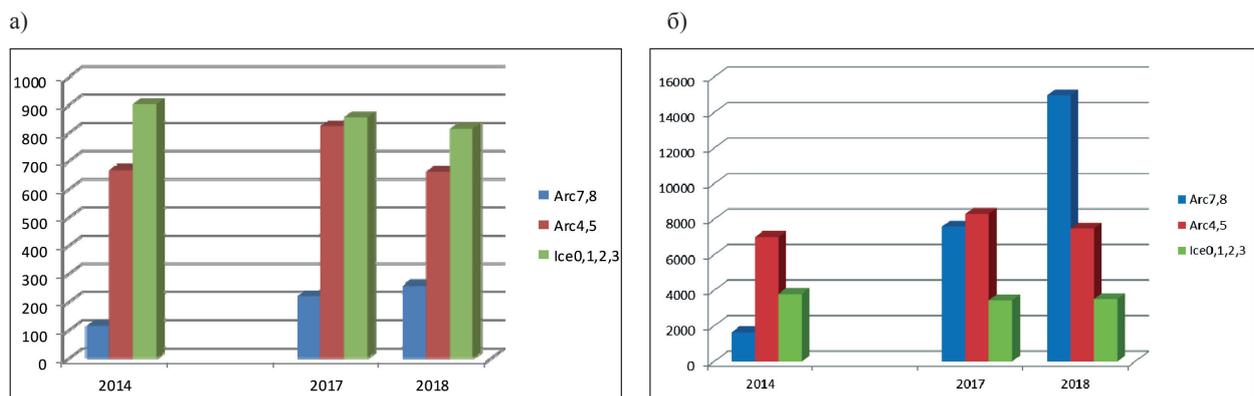


Рис. 3. Распределение общего количества групп судов по годам (а), распределение общего тоннажа групп судов по годам (б)

Анализ полученных данных по количеству судов рассматриваемых трех групп (см. рис. 3, а) не позволяет выделить каких-либо выраженных тенденций изменения структуры транспортного потока в акватории СМП за период 2014 – 2018 гг. На рис. 3, б показаны результаты распределения тоннажа судов каждой из групп, относящиеся к 2014, 2017 и 2018 гг. По вертикальной оси гистограммы отложено значение тоннажа, по горизонтальной — год, к которому относится подсчитанный тоннаж. Соответствующим цветом выделена каждая из трех групп судов.

Данные по тоннажу (см. рис. 3, б) позволяют отметить, что общий тоннаж судов категорий Arc 4, 5 и Ice-0, 1, 2, 3 в течение 2014, 2017 и 2018 гг. существенно не изменялся, тогда как тоннаж судов категорий Arc 7, 8 за этот период резко увеличивался: 2014 г. — 1648 тыс. т; 2017 г. — 7597 тыс. т; 2018 г. — 14976 тыс. т. Доля тоннажа судов категорий Arc 7 и 8 по годам характеризуется следующими показателями: 2014 г. — 13,2 %; 2017 г. — 39,3 %; 2018 г. — 57,7 %. Увеличение общего тоннажа судов, находящихся в акватории СМП в 2017–2018 гг., связано с вводом в эксплуатацию газозовов проекта «Yamalmax».

Выполнено сравнение результатов исследований с работами авторов [18], [19], в которых был проведен анализ сезонных отклонений количества судов различного назначения по всей Арктике (севернее 67° с. ш.), включая рыболовные суда, которые в данной статье не рассматриваются. Сравнив данные из разных источников, можно сделать вывод о том, что российский сектор Арктики и СМП в последние годы получили максимальное развитие судоходства. Предложенные в работе методы для количественной оценки морских транспортных потоков являются перспективными и используются для акваторий южных морей [20], [21], однако наличие ледовой обстановки и использование ледокольных проводок накладывают определенные ограничения и дополнения в общую модель.

### Выводы (Summary)

На основе проведенного подробного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Полученные данные об изменении основных количественных показателей за период 2014–2018 гг., позволяют на макроуровне оценить изменения в структуре флота, формирующего транспортный поток в акватории СМП.
2. Показано, что при моделировании морских транспортных потоков целесообразно учитывать не только количество судов определенного типа, но и их тоннаж.
3. Результаты исследования будут использованы при построении модели морской арктической транспортной системы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р.
2. Справка о Комплексном проекте развития Северного морского пути до 2030 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://government.ru/orders/selection/405/18405/> (дата обращения: 14.12.2018).
3. Олерский В. Комплексный проект развития Северного морского пути / В. Олерский // Транспортная стратегия — XXI век. — 2015. — № 29 (2). — С. 8–9.
4. Ольховик Е. О. Информационная модель морских транспортных потоков Северного морского пути / Е. О. Ольховик, А. Б. Афонин, А. Л. Тезиков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 1. — С. 97–105. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-1-97-105.
5. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю. — М.: Транспорт, 1972. — 424 с.
6. Горев А. Э. Транспортное моделирование / А. Э. Горев, К. Беттгер, А. В. Прохоров, Р. Р. Гизатуллин. — СПб.: СПбГАСУ, 2015. — 168 с.
7. Семенов В. В. Смена парадигмы в теории транспортных потоков / В. В. Семенов. — М.: ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. — Проект № 04-01-00510, 05-01-00852. — 27 с.
8. Ольховик Е. О. Анализ скоростных режимов СПГ-танкеров в акватории Северного морского пути в период зимней навигации 2017 – 2018 гг. / Е. О. Ольховик // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 2. — С. 300–308. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-300-308.
9. Афонин А. Б. Разработка методов оценки проходных глубин на трассах Северного морского пути в зависимости от подробности съемки рельефа дна / А. Б. Афонин, Е. О. Ольховик, А. Л. Тезиков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 4 (38). — С. 62–68. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-4-62-68.

10. *Тезиков А. Л.* Гидрографическая изученность акватории Северного морского пути / А. Л. Тезиков, А. Б. Афонин, Е. О. Ольховик // *Транспорт Российской Федерации*. — 2018. — № 2 (75). — С. 19–21.
11. *Клюев В. В.* Количественная оценка показателя стесненности акватории Северного морского пути / В. В. Клюев // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. — 2016. — № 5 (39). — С. 109–117. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-5-109-117.
12. *Афонин А. Б.* Концепция развития судоходных трасс акватории Северного морского пути / А. Б. Афонин, А. Л. Тезиков // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. — 2017. — Т. 9. — № 1. — С. 81–87. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-1-81-87.
13. *Рукша В. В.* Структура и динамика грузоперевозок по Северному морскому пути: история, настоящее и перспективы / В. В. Рукша, М. С. Белкин, А. А. Смирнов, В. Г. Арутюнян // *Арктика: экология и экономика*. — 2015. — № 4 (20). — С. 104–110.
14. *Меньшиков В. И.* Проблемы безопасного мореплавания в сложных навигационных условиях стесненных вод / В. И. Меньшиков, А. Н. Сулов, В. В. Шутов. — Мурманск: Изд-во МГТУ, 2013. — 186 с.
15. Сайт Администрации Северного морского пути [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.nsga.ru/ru/glavnaya/novosti/n19.html> (дата обращения: 12.12.2018).
16. Глобальная автоматизированная система мониторинга морских и смешанного (река-море) плавания судов «Виктория» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.marsat.ru/real-time-vessel-monitoring-system-victoria> (дата обращения: 01.12.2018).
17. Морской портал Сканэкс [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.scanex.ru/cloud/maritime/> (дата обращения: 18.10.2018).
18. *Eriksen T.* Vessel tracking using automatic identification system data in the Arctic / T. Eriksen, Ø. Olsen // *Sustainable Shipping in a Changing Arctic*. — Springer, Cham, 2018. — Pp. 115–136. DOI: 10.1007/978-3-319-78425-0\_7.
19. *Olsen Ø.* Predicting near future vessel traffic conditions in the Arctic using data from AISSat-1 / Ø. Olsen, A. N. Skauen, O. Hellenen // *Arctic Frontiers*. — 2014.
20. *Smestad B. B.* A Study of Satellite AIS Data and the Global Ship Traffic Through the Singapore Strait: Master thesis / B. B. Smestad. — NTNU, 2015. — 177 p.
21. *Le Tixerant M.* How can Automatic Identification System (AIS) data be used for maritime spatial planning? / M. Le Tixerant, D. Le Guyader, F. Gourmelon, B. Queffelec // *Ocean & Coastal Management*. — 2018. — Vol. 166. — Pp. 18–30. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.05.005.

## REFERENCES

1. *Transportnaya strategiya RF na period do 2030 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 22 noyabrya 2008 g. № 1734-r.*
2. *Spravka o Kompleksnom proekte razvitiya Severnogo morskogo puti do 2030 goda. Web. 14 Dec. 2018 <<http://government.ru/orders/selection/405/18405/>>.*
3. *Olerskii, V.* “Kompleksnyi proekt razvitiya Severnogo morskogo puti.” *Transportnaya strategiya - XXI vek* 29(2) (2015): 8–9.
4. *Olhovik, Evgeniy O., Andrej B. Afonin, and Aleksandr L. Tezikov.* “Information model of maritime transport flows of the North sea route.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.1 (2018): 97–105. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-1-97-105.
5. *Dryu, D.* *Teoriya transportnykh potokov i upravlenie imi.* M.: Transport, 1972.
6. *Gorev, A. E., K. Bettger, A. V. Prokhorov, and R. R. Gizatullin.* *Transportnoe modelirovanie.* SPb.: SPb-GASU, 2015.
7. *Semenov, V. V.* *Smena paradigmy v teorii transportnykh potokov.* M.: IPM im. M.V. Keldysha RAN. Proekt №№ 04-01-00510, 05-01-00852.
8. *Ol'khovik, Evgeniy O.* “Analysis of speed regime LNG-tankers in the Northern sea route in period of winter navigation 2017-18.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.2 (2018): 300–308. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-300-308.
9. *Afonin, Andrej Borisovich, Evgenij Olegovich Ol'hovik, and Aleksandr L'vovich Tezikov.* “Development of the assessment methods of anadromous depths on the Northern sea route depending on the detail of survey of the bottom relief.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 4(38) (2016): 62–68. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-4-62-68.

10. Tezikov, A. L., A. B. Afonin, and Ye. O. Olkhovik. "The state of hydrographic exploration of the Northern Sea Route water area." *Transport of Russian Federation* 2(75) (2018): 19–21.
11. Kljuev, Vitaly Vladimirovich. "Quantitative assessment of constraint of the Northern sea route." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 5(39) (2016): 109–117. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-5-109-117.
12. Afonin, Andrej B., and Aleksandr L. Tezikov. "The concept of development of shipping routes along the northern sea route." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 9.1 (2017): 81–87. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-1-81-87.
13. Ruksha, V. V., M. S. Belkin, A. A. Smirnov, and V. G. Arutyunyan. "Structure and dynamics of cargo transportation along the Northern Sea Route: the history, present and prospects." *Arctic: ecology and economy* 4(20) (2015): 104–110.
14. Men'shikov, V. I., A. N. Suslov, and V. V. Shutov. *Problemy bezopasnogo moreplavaniya v slozhnykh navigatsionnykh usloviyakh stesnennykh vod*. Murmansk: Izd-vo MGTU, 2013.
15. Sait Administratsii Severnogo morskogo puti. Web 12 Dec. 2018 <<http://www.nsr.ru/ru/glavnaya/novosti/n19.html>>.
16. Global'naya avtomatizirovannaya sistema monitoringa morskikh i smeshannogo (reka-more) plavaniya sudov «Viktoriya». Web. 1 Dec. 2018 <<https://www.marsat.ru/real-time-vessel-monitoring-system-victoria/>>.
17. Morskoi portal Skaneks. Web. 18 Oct. 2018 <<http://www.scanex.ru/cloud/maritime/>>.
18. Eriksen, Torkild, and Øystein Olsen. "Vessel tracking using automatic identification system data in the Arctic." *Sustainable Shipping in a Changing Arctic*. Springer, Cham, 2018. 115–136. DOI: 10.1007/978-3-319-78425-0\_7.
19. Olsen, Øystein, Andreas Nordmo Skauen, and O. Hølleren. "Predicting near future vessel traffic conditions in the Arctic using data from AISat-1." *Arctic Frontiers* (2014).
20. Smestad, Bjørnar Brende. *A Study of Satellite AIS Data and the Global Ship Traffic Through the Singapore Strait*. MS thesis. NTNU, 2015.
21. Le Tixerant, M., D. Le Guyader, F. Gourmelon, and B. Queffelec. "How Can Automatic Identification System (AIS) Data Be Used for Maritime Spatial Planning?." *Ocean & Coastal Management* 166 (2018): 18–30. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.05.005.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Ольховик Евгений Олегович** —  
кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала  
С. О. Макарова»  
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,  
ул. Двинская, 5/7  
e-mail: [olhovikeo@gumrf.ru](mailto:olhovikeo@gumrf.ru)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Ol'khovik, Evgeniy O.** —  
PhD, associate professor  
Admiral Makarov State University of Maritime  
and Inland Shipping  
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,  
Russian Federation  
e-mail: [olhovikeo@gumrf.ru](mailto:olhovikeo@gumrf.ru)

Статья поступила в редакцию 12 декабря 2018 г.  
Received: December 12, 2018.