

УДК: 656.621.626

DOI: 10.37890/jwt.vi72.284

Оценка транспортных возможностей внутренних водных путей

М.Г. Синицын¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3975-5198>

Г.Я. Синицын¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6583-4407>

¹*Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск, Россия*

Аннотация. Статья посвящена оценке транспортных возможностей внутренних водных путей на примере Сибирского региона. В качестве основного показателя оценки авторы предлагают произведение коэффициента класса глубины судового хода реки на период ее эксплуатации. Во введении приведены нормативные документы, на основе которых базируется предложенная методика. Предлагается производить расчет ресурса рек по двум вариантам: в первом – используется гарантированная глубина судового хода, во втором – учитывается изменение класса глубины судового хода реки в течение всей навигации. На основе предложенной методики произведены расчеты ресурсов четырех основных Сибирских рек. Благодаря данному показателю появилась возможность рассчитать и сравнить ресурсы рек с разными периодами эксплуатации и разной глубиной судового хода. Наименьшим ресурсом в регионе обладает река Лена, так как ее верховья резко ограничены глубиной судового хода, а низовья – периодом эксплуатации. Благоприятные условия для судоходства – только на среднем участке данного водного пути. Кроме того, авторами предложены рекомендации по использованию различных типов флота в увязке с ресурсом реки и возможным периодом эксплуатации.

Ключевые слова: внутренний водный транспорт, речной транспорт, малые реки, ресурс, транспортная возможность, малотоннажный флот, крупнотоннажный флот, период эксплуатации, внутренние водные пути, реки Сибири, Крайний север.

Assessment of the transport capabilities of inland waterways

Mikhail G. Sinitsyn¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3975-5198>

Gennady Y. Sinitsyn¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6583-4407>

¹*Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia*

Abstract. The article is devoted to the assessment of the transport capabilities of inland waterways on the example of the Siberian region. As the main indicator of the named assessment, the authors propose the multiplication product of the coefficient of the depth class of the ship's course of the river by the period of its operation. The introduction contains the normative documents on the basis of which the proposed methodology is formed. It is proposed to calculate the resource of rivers according to two options: in the first one, the guaranteed depth of the navigation channel is used, in the second one, the change in the class of the navigation channel depth of the river during the entire navigation is taken into account. On the basis of the proposed method, the calculations of the resources of the four main Siberian rivers have been made. Thanks to the indicator, it has become possible to calculate

and compare the resources of rivers with different periods of operation and different depths of the ship's passage. The Lena River has the least resource in the region, since its upper reaches are greatly limited by the depth of the ship's passage, and the lower reaches are limited by the operation period. Favorable conditions for navigation are only in the middle section of the waterway. In addition, the authors have proposed recommendations on the use of various types of fleet in relation to the river resource and the possible operation period.

Keywords: inland waterway transport, river transport, small rivers, resource, transport capability, small-tonnage fleet, large-tonnage fleet, period of operation, inland waterways, rivers of Siberia, the Far North.

Введение

В структуру внутренних водных путей (далее – ВВП) входят естественные и искусственные водные пути. К естественным относятся реки и озера, судоходство по которым осуществляется в их естественном состоянии. К искусственным относятся водохранилища, каналы и реки, на которых необходимые габариты для судоходства поддерживаются по средствам гидротехнических сооружений [1]. Транспортные возможности ВВП зависят от различных факторов; ключевыми из них являются глубина судового хода и период эксплуатации. Данные параметры рек влияют на выбор форм организации работы флота, схем завоза грузов, а также стратегию и тактику использования подвижного состава [2]. По глубине судового хода реки делятся на семь классов, которые приведены в межгосударственном стандарте ГОСТ 26775-97. В нем предлагается относить реку к одному из них в зависимости от гарантированной или средненавигационной глубины судового хода. Классификация водных путей приведена в таблице 1.

Таблица 1

Классификация внутренних водных путей по глубине судового хода

Класс участка внутренних водных путей		Глубина судового хода на перспективу, м		Коэффициент класса глубины судового хода(K_r)
		гарантированная	средненавигационная	
Сверхмагистральные	I	от 3,2	от 3,4	7
	II	2,5-3,2	2,9-3,4	6
Магистральные	III	1,9-2,5	2,3-2,9	5
	IV	1,5-1,9	1,7-2,3	4
Местного значения	V	1,1-1,5	1,3-1,7	3
	VI	0,7-1,1	0,9-1,3	2
	VII	до 0,7	0,6-0,9	1

Единая транспортная система, сформировавшаяся на территории Российской Федерации, имеет ряд особенностей, которые прежде всего зависят от природно-климатических, геополитически, социальных, экономических и других факторов [3]. В связи с этим следует выделить азиатскую часть России, а также ее северные и заполярные территории. На территории данной категории имеются следующие особенности:

- значительные расстояния, которые необходимо преодолеть при перевозке грузов от грузобразующих пунктов и обратно;
- неравномерность размещения основных элементов транспортной инфраструктуры. Железнодорожные магистрали и автомобили обслуживают в основном юг Сибири, а водные пути обеспечивают перевозку генеральных

грузов с юга на север. Активно в данном процессе участвуют крупные сибирские реки: Обь, Иртыш, Енисей и Лена. По этим транспортным артериям перевозятся грузы в труднодоступные регионы, которые находятся на территориях, относимых к Крайнему северу, на малые реки, где ограничен период завоза грузов и преобладают экстремальные условия судоходства (высокие скорости течения, резкие перепады глубин и других габаритов судового хода). В связи с открытием новых месторождений и развития уже существующих прогнозируется рост объема грузовых потоков. Реализация перспектив развития экономики Сибирского региона служит драйвером формирования опорной транспортной сети.

Материалы и методы

Ресурс – это количественное измерение возможности выполнения какой-либо деятельности. Понятие ресурса реки в данной интерпретации рассматривалось в трудах Панюкина А.П., по данному параметру автором было произведено сравнение малых рек Сибири. На речном транспорте одним из основных показателей транспортной работы является грузооборот [4]. Чтобы повысить эффективность работы судоходной компании необходимо подобрать транспортный флот так, чтобы он соответствовал сфере применения и его количество было бы достаточным для освоения заданных грузовых потоков [5]. Объем работы, который может быть освоен транспортным флотом, во многом зависит от таких параметров ВВП, как глубина судового хода и период эксплуатации. Поэтому период стояния глубины определенного класса (таблица 1) очень сильно влияет на такие показатели, как валовая производительность работы флота, пропускная способность водного пути, провозная способность транспортных судов. Ресурс реки представляет собой произведение класса глубины судового хода на период его использования, который можно рассчитывать двумя способами:

- в первом случае весь период эксплуатации реки или участка реки умножается на ее класс, который принимается по средненавигационной или гарантированной глубине судового хода;

$$R_{y.p.} = t_{\text{э}} \times k_{\text{г}} \quad (1)$$

- во втором случае время стояния определенного класса глубин умножается на соответствующий класс. Сомножители по отдельным классам глубин суммируются:

$$R_{y.p.} = \sum t_{\text{ст.кл}} \times k_{\text{г}} \quad (2)$$

ограничения:

$$\sum t_{\text{ст.кл}} = t_{\text{э}} \quad (3)$$

где: $R_{y.p.}$ – ресурс участка реки;

$t_{\text{э}}$ – эксплуатационный период работы на рассматриваемом участке реки, сут;

$k_{\text{г}}$ – коэффициент класса глубины судового хода на рассматриваемом участке реки

$t_{\text{ст.кл}}$ – время стояния класса глубины на рассматриваемом участке реки, сут;

$l_{y.p.}$ – длина участка реки, км;

$l_{\text{р}}$ – длина реки, км;

τ_d – коэффициент, показывающий долю расстояния участка от всей длины рассматриваемой реки.

$$R_p = \sum R_{y.p.} \times \tau_d \quad (4)$$

$$\tau_d = \frac{l_{y.p.}}{l_p} \quad (5)$$

Первый способ нахождения ресурса реки менее точный, чем второй, так как класс реки принимается по средненавигационной или гарантированной глубине, что существенно занижает данный показатель. Для полной картины эксплуатационных условий рекомендуется рассчитывать ресурс реки по второму варианту. Для этого необходимо выделить диапазоны классов глубин, которые имеются на конкретном участке и определить время их стояния.

Эксплуатационные показатели работы флота зависят от различных факторов [6]. К ним необходимо в первую очередь отнести: технико-эксплуатационные характеристики транспортных средств, дальность перевозок и характеристики грузов, условия плавания и гидрологические характеристики водных путей, принятую систему организации перевозок и работы транспортного флота, пропускную способность грузовых причалов и другие [7].

В большинстве случаев зависимость между вышеназванными показателями не простая, а порой очень сложная. Отдельные факторы оказывают влияние одновременно на несколько показателей, причем не всегда однозначно [8]. Так, глубина судового хода в весенний полноводный период обеспечивает более полную загрузку крупнотоннажных судов, улучшая показатели нагрузки по отправлению. Однако при этом увеличивается сопротивление воды движению судна и, как результат, показатели скорости снижаются, увеличивая время движения с грузом [9].

При наличии на балансе предприятия достаточного количества флота рекомендуется осуществлять перевозки в первый (полноводный) период навигации, так как создаются благоприятные условия для полной загрузки судов, увеличения провозной способности флота. В меженный период существенно падает степень использования тоннажа и тяги, которая определяется показателем нагрузки. Зависимость нагрузки тоннажа от продолжительности полноводного весеннего периода представлена в формуле 6

$$p' = \frac{(T_B - T_M)\tau_B + (T_M - T_0)}{T_p - T_0} \quad (6)$$

где T_B и T_M - осадка в весенний и меженный периоды навигации, м
 T_p , T_0 – осадка судна при полной загрузке и порожнем, м;
 τ_B -удельная продолжительность весеннего периода навигации, ед

$$\tau_B = \frac{t_B}{t_B + t_M}, \quad (7)$$

где: t_B , t_M - продолжительность весеннего и меженного периодов навигации, сут.

Результаты

Предложенная методика поиска ресурса подразумевает анализ изменения периода эксплуатации и глубин судового хода. Гарантированная глубина судового хода и период эксплуатации приведены в таблице 2.

Таблица 2

Габариты судового хода основных судоходных рек Сибири

Река	Участок реки	$h_{гар}, м$	$κ_r$	$t_r, сут$	$l, км$	$τ_1^D$
Обь	Новосибирск – у.р. Томь	2,2	5	168	283	0,14
	у.р. Томь - у.р.Иртыш	2,5	5	162	1514	0,71
	у.р.Иртыш – остановочный пункт Перегрёбное	3,0	6	151	328	0,15
Иртыш	у.р. Тобол – у.р. Иртыш	2,2	5	168	651	1
Енисей	Красноярск – у.р.Ангара	2,9	6	159	339	0,19
	У.р.Ангара-Подтесово	3,0	6	151	100	0,06
	Подтесово-Ярцево	3,0	6	146	252	0,14
	Ярцево-устье р. П.Тунгуска	2,9	6	146	198	0,11
	Устье р.П.Тунгуска-Туруханск	3,2	6	121	565	0,32
	Туруханск-о-в Б.Медвежий	3,2	6	107	290	0,17
Лена	Усть-Кут – У.р.Витим	1,7	4	157	758	0,21
	У.р.Витим – Якутск	2,2	5	146	1229	0,34
	Якутск-Быков мыс	2,5	5	137	1638	0,45

В исследовании рассмотрены четыре основные транспортные магистрали Сибири, по которым перевозятся основные грузопотоки. Каждая река имеет свои особенности, которые влияют на формы организации работы флота. Река Обь судоходна от истока до устья, условно ее можно разделить на три участка: верхний, средний и нижний. Как видно из таблицы 2 каждый из них относится к разным классам водного пути. Река Лена по аналогии с рекой Обь, так же делится на три участка с разными классами глубин. Реки Иртыш и Енисей на всем протяжении имеет стабильные гарантированные глубины, без перепадов.

Расчет ресурса основных магистральных рек Сибири произведен с использованием формул 1 и 2, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Расчет ресурса магистральных рек Сибири

Река	Участок реки	$τ_1^D$	1 способ	2 способ	$ΔR_1^P, \%$
			R_1^P	R_1^P	
Обь	Новосибирск – у.р. Томь	0,14	840	840	0
	у.р. Томь - у.р.Иртыш	0,71	810	866,7	7
	у.р.Иртыш – остановочный пункт Перегрёбное	0,15	906	958,85	6
В целом по реке:		1	837,6	886,31	5
Иртыш	у.р. Тобол – у.р. Иртыш	1	837,60	886,31	7
Енисей	Красноярск – у.р.Ангара	0,19	954	1009,65	6
	У.р.Ангара-Подтесово	0,06	906	958,85	6
	Подтесово-Ярцево	0,14	876	927,1	6
	Ярцево-устье р. П.Тунгуска	0,11	876	927,1	6
	Устье р.П.Тунгуска-Туруханск	0,32	726	768,35	6
	Туруханск-о-в Б.Медвежий	0,17	642	679,45	6
В целом по реке:		1	796,08	842,52	6
Лена	Усть-Кут – У.р.Витим	0,21	628	682,95	8

	У.р.Витим – Якутск	0,34	730	781,1	7
	Якутск-Быков мыс	0,45	685	732,95	7
В целом по реке:		1	688,33	738,82	7

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что например, на р.Обь (участок Новосибирск - п. Перегребное) могут работать суда с полной загрузкой 5-го класса и ниже (с регистражной осадкой 1,95 м и меньше) 151 сутки. В частности, на участке у.р.Томь – у.р.Иртыш, который составляет 71% длины всего рассматриваемого участка реки Обь (2125 км) ресурс реки позволяет использовать суда 6-го класса (Тр=2,35 м и меньше) 162 суток.

Значение ресурса реки определяется универсальностью применения данного показателя – от подбора судов для работы в полноводный и меженный период навигации до сравнительной характеристики ресурсов с разными глубинами и периодами эксплуатации участков различных категорий рек.

Особенно важны правильные рекомендации по подбору и использованию крупнотоннажного флота. В современных условиях, из-за резкого снижения объемов перевозок грузов, наблюдается переход на рейсовую форму организации работы флота. Актуальность этого вопроса также связана с отсутствием или наличием в ограниченном количестве малотоннажного флота для такой категории водных путей как, малые реки. В таблице 4 приведены рекомендации по использованию флота для трёх диапазонов ресурса магистральных рек Сибири.

Таблица 4

Рекомендации по использованию тоннажа при разных значениях ресурса реки

R_i^P	Период эксплуатации, сут	Рекомендуемый тип флота	Рекомендованный флот
от 850	до 140	крупнотоннажный флот	P-56; P-29
	140-170	крупнотоннажный флот	16800; 16801; 459-A;
	от170	крупнотоннажный флот	16800; 16801; 459-A;
от 700 до 850	до 140	крупнотоннажный флот	16800; 16801; 459-A;
	от140	малотоннажный флот	942-Б; 562-Д; 342-Б; P-92
до 700	до 140	крупнотоннажный флот	16800; 16801; 459-A;
	от 140	малотоннажный флот	942-Б; 562-Д; 342-Б; P-92

Сфера использования крупнотоннажного флота значительно сузилась. Это произошло из-за изменений глубин судового хода. При выборе оптимальных типов судов и составов необходимо учитывать как экономические, так и технические качества судов [8]. В качестве технического критерия оценки служит производительность, а экономического рентабельность [7].

По результатам обоснования рациональных сфер использования типов флота, а также определения оптимального типа состава формируется перечень типовых составов, эксплуатируемых судоходными компаниями в различных бассейнах, с учетом в первую очередь категории и ресурса участка водного пути и других факторов.

Обсуждение

Одним из основных параметров, применяемых для оценки ресурса внутренних водных путей, является пропускная способность. Она зависит от ряда факторов: габаритов судового хода, типа обстановки внутренних водных путей, скорости течения, габаритов подвижного состава. Авторами предложена упрощенная методика

для сравнения внутренних водных путей, для более детальных расчетов предлагается использовать существующие методы.

Для расчета ресурса реки предлагается использовать два показателя глубину судового хода и период эксплуатации, другие параметры реки, такие как ширина и радиус закругления, уже учтены в сборниках форм типовых составов, которые рекомендуют работу флота по участкам и периодам навигации. При отборе флота для организации перевозок грузов особое место отводится определению транспортных возможностей конкретных участков водных путей [6], основными характеристиками при расчете которых являются габариты судового хода и прежде всего – гарантированная глубина судового хода для магистральных рек. Для боковых рек этого показателя недостаточно. В практической деятельности транспортных предприятий используют «глубину судового хода для определения периода работы судов в полноводный период навигации». Характер изменения глубин, продолжительность их стояния с учетом определенных классов определяются на основе графиков за характерные по водности годы: маловодный, средний по водности, многоводный. Для решения данной задачи дополнительно могут быть использованы типовые графики колебания уровней воды с распределением их на классы.

Выводы

Для многих предприятий, пользующихся услугами внутреннего водного транспорта, а также расположенных на притоках магистральных рек, надежность транспортного обслуживания имеет первостепенное значение. Сложные путевые условия, быстрый спад уровней воды позволяют сделать вывод о том, что надежность транспортной системы в значительной степени зависит от гарантированных сроков доставки грузов по магистральным и боковым рекам. В связи с этим очень важно детальное изучение динамики изменения глубин, фаз режима рек, которые непосредственно влияют на величину периода работы флота. Предложенный авторами показатель оценки транспортных возможностей внутренних водных путей – ресурс участков водного пути – позволит определить режим работы судов, подобрать флот в соответствии с грузопотоками, габаритами судового хода и, как следствие этого, установить продолжительность и период работы различных типов судов, определить общий период доставки грузов, используя разработанную в СГУВТе (НГАВТе) классификацию судов по их осадкам.

Список литературы

1. *Sinitsyn M., Buneev V., Domina O., Tsverov V.* Formation of the shipping company's technical policy, Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Т. 403 LNNS. С. 688-697. DOI: 10.1007/978-3-030-96383-5_76
2. *Ничипорук А.О.* Опыт и проблемы построения транспортно-логистических систем доставки грузов // Вестник ВГАВТ. 2017. №50. С. 212–218. URL: http://journal.vsuwt.ru/public/v_arc/v50.pdf. (дата обращения 19.05.2022).
3. *Ничипорук А. О.* Эволюция номенклатуры показателей качества перевозок грузов на различных видах транспорта // Вестник ВГАВТ. 2017. № 52. С. 157-165. URL: http://journal.vsuwt.ru/public/v_arc/v52.pdf. (дата обращения 19.05.2022).
4. *Arkhipov, A., Maslennikov, S.* (2022). Energy Efficiency of Integrated Transport and Logistics Systems. In: Manakov, A., Edigarian, A. (eds) International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021. TransSiberia 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 403. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96383-5_102.
5. *Arkhipov A., Grigoriev E., Sinitsyn M.,* The northern sea route: a retrospective, strategic solutions and prospects of development. В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical

- Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 11020. DOI: 10.1051/e3sconf/202016411020
6. Синицын М.Г., Оценка транспортной инфраструктуры енисейского бассейна как важного звена развития северного морского пути / В сборнике: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции «Современные научные исследования: актуальные проблемы и тенденции». «Речной Форум 2019». Министерство транспорта Российской Федерации Федеральное агентство морского и речного транспорта, Омский институт водного транспорта - филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта». 2019. С. 248-253.
 7. Синицын М.Г., Определение вероятностных сроков работы судов на притоках магистральных рек / Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2013. № 1. С. 15-18.
 8. Rodrigue J-P, Notteboom T (2009) The terminalization of supply chains: Reassessing the role of terminals in port/hinterland logistical relationships. //Maritime Policy & Management 36:165–183. <https://doi.org/10.1080/03088830902861086>.
 9. Pokrovskaya, O. D., Panychev, A. Y., Khramtsova, E. R. Digitalization of the transport industry in Russia: trends, drivers, potential. 18th International Scientific Conference “Problems of Enterprise Development: Theory and Practice”. EpSBS - Volume 82 - PEDTR 2019. doi: 10.15405/epsbs.2020.04.44

References

1. Sinitsyn M., Buneev V., Domina O., Tsverov V. Formation of the shipping company's technical policy, Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Т. 403 LNNS. S. 688-697. DOI: 10.1007/978-3-030-96383-5_76
2. Nichiporuk A.O. Opyt i problemy postroeniya transportno-logisticheskikh sistem dostavki gruzov // Vestnik VGAVT. 2017. №50. S. 212–218. URL: http://journal.vsuwt.ru/public/v_arc/v50.pdf. (data obrashcheniya 19.05.2022).
3. Nichiporuk A. O. Ehvoluciya nomenklatury pokazatelej kachestva perevozk gruzov na razlichnykh vidakh transporta // Vestnik VGAVT. 2017. № 52. S. 157-165. URL: http://journal.vsuwt.ru/public/v_arc/v52.pdf. (data obrashcheniya 19.05.2022).
4. Arkhipov, A., Maslennikov, S. (2022). Energy Efficiency of Integrated Transport and Logistics Systems. In: Manakov, A., Edigarian, A. (eds) International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021. TransSiberia 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 403. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96383-5_102.
5. Arkhipov A., Grigoriev E., Sinitsyn M., The northern sea route: a retrospective, strategic solutions and prospects of development. V sbornike: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. S. 11020. DOI: 10.1051/e3sconf/202016411020
6. Sinicyn M.G., Ocenka transportnoj infrastruktury enisejskogo bassejna kak vazhnogo звена razvitiya severnogo morskogo puti / V sbornike: Sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye nauchnye issledovaniya: aktual'nye problemy i tendenci». «Rechnoj Forum 2019». Ministerstvo transporta Rossijskoj Federacii Federal'noe agentstvo morskogo i rechnogo transporta, Omskij institut vodnogo transporta - filial FGBOU VO «Sibirskij gosudarstvennyj universitet vodnogo transporta». 2019. S. 248-253.
7. Sinicyn M.G., Opreделение veroyatnostnykh srokov raboty sudov na pritokakh magistral'nykh rek / Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka. 2013. № 1. S. 15-18.
8. Rodrigue J-P, Notteboom T (2009) The terminalization of supply chains: Reassessing the role of terminals in port/hinterland logistical relationships. //Maritime Policy & Management 36:165–183. <https://doi.org/10.1080/03088830902861086>.
9. Pokrovskaya, O. D., Panychev, A. Y., Khramtsova, E. R. Digitalization of the transport industry in Russia: trends, drivers, potential. 18th International Scientific Conference “Problems of Enterprise Development: Theory and Practice”. EpSBS - Volume 82 - PEDTR 2019. doi: 10.15405/epsbs.2020.04.44

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Синицын Михаил Геннадьевич, к.т.н., доцент кафедры Управление работой флота, Сибирский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «СГУВТ»), 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail: mihaile_sinitsyn@mail.ru
Mikhail G. Sinitsyn, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Head of the Department of Fleet Operations Management, Siberian State University of Water Transport, 630099, Novosibirsk, st. Shchetinkina, 33

Синицын Геннадий Яковлевич, к.т.н., доцент кафедры Управление работой флота, Сибирский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «СГУВТ»), 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail: mihaile_sinitsyn@mail.ru
Gennad Y. Sinitsyn, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Head of the Department of Fleet Operations Management, Siberian State University of Water Transport, 630099, Novosibirsk, st. Shchetinkina, 33

Статья поступила в редакцию 01.06.2022; опубликована онлайн 20.09.2022
Received 01.06.2022; published online 20.09.2022.