

УДК 656.61.08

DOI: 10.15587/2312-8372.2019.160522

## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ В ПЕРИОД ЛЕДОВОЙ НАВИГАЦИИ

Лысый А. А., Котенко В. В., Яковцев С.С.

### 1. Введение

Управление, организация и планирование круглогодичных морских перевозок в значительной мере зависит от влияния внешних факторов, в частности от условий зимнего периода навигации. Рациональное управление портовой инфраструктурой способствует наращиванию грузооборота вне зависимости от сезонных колебаний. Под портовой инфраструктурой понимается совокупность имеющихся путей сообщения, транспортных терминалов и транспортных средств, которые выполняют перевозки или обеспечивают их выполнение. Одним из составных элементов портовой инфраструктуры являются ледоколы. Во всем мире остро стоит вопрос поддержания грузопотоков в ледовый период. В целом, в течение ледового периода мировые грузопотоки снижаются более чем в 5 раз по сравнению с летне-осенним периодом плавания, что негативно сказывается на показателях работы портов. Проводка судов по магистральным каналам в ледовых условиях характеризуется не только ограниченностью ширины свободного прохода каравана судов, но также и высоким уровнем изменчивости внешней среды и окружающей обстановки. В таких сложных условиях процесс управления судоходством усложняется применением соответствующих нормативных документов по режимам проводки судов и требует оперативного реагирования на внешние факторы. Исследования условий плавания в период ледовой обстановки показывают, что актуальными являются методы и расчеты, учитывающие как природные, так и производственные аспекты транспортного процесса, которые оказывают существенное влияние на управление и планирование работы портов.

### 2. Объект исследования и его технологический аудит

*Объект исследования* – управление морской портовой инфраструктурой в период ледовой навигации.

Управление портовой инфраструктурой в период ледовой навигации всегда связано с дополнительными трудностями и рисками для судна, груза и экипажа. Дополнительные риски и затраты не способствуют привлечению судовладельцев в порты, так как отсутствие конкретных сроков по обработке судов значительно усложняют дальнейшее рейсовое планирование конкретного судна. Следование в караване или без него требует от судоводителей готовности к непредвиденным ситуациям, оценки возможностей и состояния судна, гидрометеорологических условий, состояния и характеристики льда.

Транспортировка грузов является неотъемлемой частью управления товаропотоками и включает два взаимосвязанных процесса:

- 1) производство (непосредственно процесс транспортировки);
- 2) обращение (коммерческая и финансовая эксплуатация судов).

Эти процессы объединены законом рынка, согласно которому финансовая эффективность перевозки морским транспортом определяется величиной фрахтовой ставки на перевозку за вычетом общей стоимости транспортной услуги.

В процессе производства участвуют три основных элемента: людской труд, предметы труда (перевозимые: груз или/и пассажиры) и средства труда (суда). При этом стоимость груза увеличивается в зависимости от оценки стоимости труда моряков и эксплуатационных затрат.

Неверная оценка ситуации и отсутствие квалифицированного управления отдельными элементами портовой инфраструктурой может стать причиной повреждения корпуса судна или сковывания его во льду. Это, в свою очередь, может нести угрозу судну и экипажу, а также вызвать дополнительные расходы, связанные с задержкой судна, загрязнением окружающей среды, несвоевременной доставкой груза или его повреждением.

Рационализация управления портовой инфраструктурой в период ледовой навигации связана с необходимостью повышения безопасности судоходства и требует решения задач оптимизации элементов транспортного процесса, повышения точности определения места судна. А также умения экипажа успешно действовать в различных условиях плавания. Все эти и другие аспекты судоходства требуют системного подхода с использованием метода дедукции при решении важной транспортной проблемы – морской перевозки в ледовый период.

### **3. Цель и задачи исследования**

*Целью работы* является изучение проблемы увеличения грузооборота и повышение качества грузовых перевозок в период ледовой навигации путем рационализации управления морской портовой инфраструктурой.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить понятие «фактор сезонности».
2. Разработать подход к формированию информационной базы, учитывающий различные формы производственной деятельности порта в условиях ледовой обстановки, удовлетворяющей требованиям непрерывного планирования и регулирования работы порта.

3. Разработать словесный алгоритм прогноза состояния ледового покрова для формирования караванов с целью статистического прогнозирования, включая все стадии обработки динамических рядов.

### **4. Исследование существующих решений проблемы**

Исследование данных мировых портов показало значительное снижение грузооборота в ледовый период [1]. Снижение грузооборота в зимний период

связано с пропускной способностью морских путей из-за постоянной замерзаемости мелководных морей и простоя судов в ожидании ледокольной проводки. Существует очень высокий процент повреждения корпусов в результате подвижек и ледовых сжатий [2]. На основании работы выявлен высокий уровень аварийности судов в ледовый период, что обуславливается судоводительскими ошибками и составляет 38,7 %. Это, в свою очередь, указывает на неправильную оценку экипажами возможностей судов при ледовой обстановке. Суровые климатические условия и толщина льда, местами достигающая до полутора метров как минимум приводит к простоям судна. Это влечет к дополнительным затратам судовладельцев и нежеланию ими эксплуатировать судно в столь суровых условиях, а также может повлечь за собой катастрофическое загрязнение окружающей среды и человеческие жертвы.

Приоритетной стратегией развития портов в условиях глобализации стало повышение конкурентности морского транспорта путем эффективного управления служебно-вспомогательным флотом. Одной из проблем управления эффективной работы портов в течение года является нехватка ледоколов и судов ледового класса, что приводит к ожиданию и простоям судов. Эту проблему помогает решить алгоритм ритмичных, непрерывных проводок караванов судов под проводкой двух ледоколов. Строительство многоцелевого судна для ледовой проводки судов с более высоким стандартом прочности, мощным двигателем и повышенными характеристиками проходимости, по мнению специалистов, должно решить проблему [3].

В работе [4] достаточно подробно рассмотрены проблемы навигации и аварийности во время ледового периода в Балтийском море. Однако, конкретных предложений по снижению рисков ледовой навигации не было предложено.

В работе [5] затронуты важные вопросы навигации с ледоколом, но не до конца раскрыт метод повышения безопасности. Авторами работы [6] был проведен значительный анализ ледовитости Азовского моря, хотя вопрос систематизации данных для повышения безопасности мореплавания в данном районе остается открытым. Частично вопрос сезонности был рассмотрен в работе [7]. Однако, вопрос влияния его на порты Азовского моря и навигацию не раскрыт. Исследования [8] были посвящены вопросу эффективности работы портов, но работа порта во время ледовой обстановки не была рассмотрена.

Авторами работы [9] показана важность и необходимость повышения эффективности ледовой проводки. Однако, вопрос влияния системного анализа сезонности рассмотрен не был. Авторами работы [10] подчеркивается важность и необходимость в эффективном использовании ледокола в Азовском море, но конкретного анализа ледовой обстановки не было проведено.

Потребность решения проблемы в более сжатые сроки, а также финансовые и временные затраты предложенных идей сподвигло авторов на углубленный анализ ситуации, а также выработку рационального алгоритма, который может решить эту проблему. Для составления алгоритма были использованы данные

имеющегося опыта ледовых проводок караванов судов, а также данные о состоянии ледового покрова и сроках наступления ледовых явлений. Предложенная идея может быть использована для планирования ледовых операций и стабилизации грузопотока в ледовый период, а также обеспечения навигационной безопасности при формировании каравана судов.

## **5. Методы исследования**

Для решения поставленных задач и достижения цели в работе были использованы следующие методы:

- теоретического обобщения – при исследовании информационной базы изучаемого вопроса;
- статистического анализа – при изучении динамики грузооборотов;
- графический метод – для наглядного предоставления информации;
- математический метод – для проведения расчетов и анализа данных;
- системного подхода – при комплексном изучении вопросов пропускной способности ледовой навигации.

## **6. Результаты исследования**

Внешняя природная среда определяет навигационные особенности судоходства, которые в значительной мере влияют на регулярность грузооборота портов и технико-эксплуатационные характеристики транспортных средств, используемых в определенном районе плавания. Правильное планирование предстоящего перехода во льдах, учёт и анализ всех факторов, способствует нивелированию неоправданных рисков, повреждений судна и задержки груза.

Рассмотрим и проанализируем влияния ледовой навигации на изменение грузооборота на примере Мариупольского и Бердянского портов (Украина), основываясь на данных грузооборота в период ледовой кампании (январь–март) и последующие три месяца, начиная с 2014 г. (табл. 1). По представленным данным отмечается, что в порту Мариуполь в 2014 г. снижение грузооборота составило примерно 33 % (1332 тыс. т), а в порту Бердянск понизилась на 17 % (73 тыс. т). За 2015 г., в Мариуполе с января по март наблюдалось снижение грузооборота на 43 % (2035 тыс. т), а в Бердянске – на 18 % (85 тыс. т). В 2016 г., снижение в Мариуполе составило 6 % (129 тыс. т), в Бердянске – 27 % (338 тыс. т). За 2017 г., во время ледовой обстановки, грузооборот Мариуполя упал на 39 % (773 тыс. т), а в Бердянске – 51 % (552 тыс. т). В 2018 г., снижение составило 40 % (807 тыс. т) в Мариуполе и 60 % (457 тыс. т) в Бердянске (табл. 1).

Рассмотрим определение вида, величины и характера взаимодействия судов ледового класса (табл. 2) в неарктических южных морях. В процессе проводки суда ледового каравана взаимодействуют с битым льдом в канале за ледаколом, соударяясь с отдельными льдинами; в процессе колки льда и проводки каравана ледакол должен эффективно преодолевать ледовые поля различной интенсивности [11].

Таблица 1

Динамика грузооборота в период ледовой и неледовой навигации  
в период 2014–2018 гг.

Период	Порт	Ледовый период (январь–март)	Неледовый период (апрель–июнь)	Снижение грузооборота	
				тыс. т	%
2014	Мариуполь	2725,8	4058	1332	33
	Бердянск	370	443,2	73,2	17
2015	Мариуполь	2647	4683	2036	43
	Бердянск	398,7	484	85,3	18
2016	Мариуполь	2185	2315	130	6
	Бердянск	909,9	1248,8	338,9	2
2017	Мариуполь	1204,27	1977,92	773,65	39
	Бердянск	530,2	1082,1	551,9	51
2018	Мариуполь	1207,27	2014,57	807,3	40
	Бердянск	300,7	758,61	457,91	60

Примечание: составлено авторами на основе данных [1]

Таблица 2

Ледовые классы судов крупнейших классификационных сообществ

Классификационное общество	Ледовый класс				
	IA Super	IA	IB	IC	Category II
Финско-шведские правила для ледового класса	Arc 5	Arc 4	Ice 3	Ice 2	Ice 1
Российский Морской Регистр	IAA	IA	IB	IC	D0
Американское Судоходное Бюро	IA SUPER	IA	IB	IC	ID
Бюро Veritas	ICE-1A*	ICE-1A	ICE-1B	ICE-1C	ICE-C
Det Norske Veritas	E4	E3	E2	E1	E
Germanischer Lloyd	1AS	1A	1B	1C	1D
Морской Регистр Lloyd	IA Super	IA	IB	IC	ID
Nippon Kaiji Kyokai	IAS	IA	IB	IC	ID
Итальянский Морской Регистр	–	Более 50 см	30–50 см	15–30 см	10–15 см

Ввиду динамичности льдообразования и ледовых полей анализу были подвергнуты данные метеопрогнозов за более чем полувековой период (с 1950 по 2018 годы), которые обрабатывались методами статистики и обобщались в графической, табличной и аналитической формах. Характер взаимодействия битого льда с корпусом судна, кроме дрейфа ледяных полей и льдин, а также их способности создавать ледовые перемычки в виде торосов, зависит от возраста ледового канала, проложенного ледоколом [2]. Важным вопросом является установление характера

экстремальных ледовых нагрузок на рассматриваемом участке водного пути для последующего выбора энергетических характеристик ледоколов.

По методическим соображениям участок водного пути в условиях ледового судоходства в неарктических морях по ледовым условиям можно разделить на три типа:

- 1) припай;
- 2) разреженный лед;
- 3) свободная вода.

Положение кромки льда и его распространение зависит от суровости зимы и носит сложный системный характер. Так, все зимы можно разделить на три типа:

- 1) суровые;
- 2) умеренные;
- 3) мягкие.

Поэтому первыми статистическими методами определяются участки трассы, которые предоставляют серьезные затруднения для плавания по водному пути и характеризуются протяженностью ледовых трасс. Рассмотрим маршрут Мариуполь–Керчь, в среднем расстояние морского пути составляет 115 морских миль. В суровую зиму ледовая трасса в припае будет занимать 110+/-5 морских миль, в умеренную – в припае 22+/-2 морских миль, в плавучем льду – порядка 82 морских миль и в свободной воде – лишь 10+/-4 морских миль. В мягкую зиму ситуация иная – в припае 5+/-1 морских миль, в плавучем льду 10+/-5 морских миль и по свободной воде – порядка 100 морских миль.

Рассмотрим маршрут Керчь–Бердянск, который в среднем составляет 95 морских миль. В суровую зиму навигация в припае может занимать порядка 92+/-3 морских миль. В умеренную зиму, в плавучем льду, судам необходимо двигаться 25 морских миль, а по свободной воде – 70 морских миль. Если зима мягкая, то трасса Керчь–Бердянск будет полностью проходить по свободной воде.

Поэтому в суровую зиму протяженность пути Мариуполь–Керчь в припае составляет 100 %, в умеренную – 10 % в припае, 60 % в плавучем льду и 30 % по свободной воде, а в мягкую – 5 % в припае, 15 % в плавучем льду и 80 % по свободной воде.

Проходимость по ледовым полям к Мариуполю и Бердянску сильно изменчива по месяцам, это связано с погодными условиями, а в частности с силой и направлением ветра, температурой воздуха и воды. Наибольшие изменения можно отметить с декабря по январь, со смещением к югу, и с февраля по март, со смещением изохрон к северу.

Также необходимо учитывать толщину льда, которая в разных районах Азовского моря, в зависимости от типа зимы, может существенно отличаться.

В северной части Азовского моря продолжительность ледового периода занимает 100+/-12 дней и в мягкую зиму толщина льда находится на отметки 0,5 м. В суровую зиму толщина увеличивается до 0,8–1,0 м. В западной части в мягкую зиму толщина льда колеблется от 0,1–0,3 м, а в суровую зиму от 0,6–0,8 м. Восточная часть имеет такой же ледяной период, 100+/-15 суток, но толщина льда в мягкую зиму составляет 0,1–0,3 м, а в суровую – 0,6–0,8 м. Центральная часть имеет ледовый период порядка 90 дней, и толщину льда в мягкие зимы 0,2 м, а в

суровые 0,6 м. Керченский пролив имеет ледовый период порядка 55+-5 дней. Толщина льда в мягкие зимы составляет порядка 0,42 м, как и в суровые.

Линейные эмпирические зависимости с определением коэффициентов уравнений прямых сроков наступления ледовых явлений и характеристик ледяного покрова в зависимости от географической широты местонахождения или предстоящего местонахождения судна были предложены в работе [12]. Данные уравнения направлены на рационализацию работы порта во время ледовой обстановки и, в частности, для планирования ледовых операций.

В результате анализа выработан алгоритм прогноза состояния ледового покрова с целью формирования караванов и выбора ледокола:

1. Необходимо определить маршрут проводки каравана, район плавания и тип зимы.
2. В зависимости от типа зимы определить протяженность пути во льдах.
3. Методом интерполирования устанавливаются промежуточные изохроны.

Определяется долгота и широта припая в начале и конце маршрута.

4. Выбирается основной ледокол в зависимости от толщины льда в северной части местонахождение каравана.

5. Определяется толщина ледового покрова на всем участке пути, в зависимости от района плавания и типа зимы.

6. Для каждого из портов Азовского моря в зависимости от его расположения определяются среднестатистические характеристики ледовой операции.

Авторами сделана оценка эффективности пропускной способности водных путей Азовского моря в период ледовой обстановки. При расчете предложено внедрить коэффициент пропускной способности (1), который позволит определить возможность увеличения пропускной способности портов, сократить время и затраты на организацию обеспечения доставки грузов в порт/из порта.

$$K_{mn} = \frac{\Phi_c}{T_c}, \quad (1)$$

где  $\Phi_c$  – количественная оценка фактически обработанных судов в ледовый период;  $T_c$  – количественная оценка теоретически обработанных судов в ледовый период.

Составные части ледовой компании влияют на пропускную способность портов Азовского моря, условия безопасной навигации, загрязнения окружающей среды. Используя фактор сезонности с учётом предложенного алгоритма, рассмотрим возможность обеспечения непрерывного грузооборота на примере сухогрузного судна дедвейтом около 30000 т.

Стоимость судозахода в порты Украины рассчитывается исходя из тоннажа судна. Согласно новым тарифным ставкам [13] средняя стоимость судозахода для сухогрузного судна валовой вместимостью 30000 регистровых тонн составляет 24000 дол. США. При использовании ледокола стоимость судозахода как минимум увеличивается на 8000 дол. США и составляет 32000 дол. США. Среднее количество

судов, которые ледокол способен провести за 1 выход, с учётом прогнозируемых внешних факторов, может составлять 10 судов, то есть экономия может составлять более 90 %. При этом расходы по содержанию ледокола составляют приблизительно 6500 дол. США в сутки, не учитывая расходы на топливо.

Путем рационализации управления портовой инфраструктурой предполагается, что, используя разработанный алгоритм прогноза состояния ледового покрова для формирования караванов ледокол вместо 10–15 выходов в рейс для проводки судов может сократить их количество до 4–5. При этом проводя максимально возможное количество судов приблизительно одного тоннажа, чем существенно снизит расходы порта и увеличит его прибыль, а также привлекательность портов для иностранных судовладельцев.

Оптимизация управления портовой инфраструктурой в период ледовой навигации приведет к существенной экономии средств судовладельцам (табл. 3). Это положительно скажется на конкурентной позиции порта и будет способствовать привлечению грузопотоков в течение всего календарного периода вне зависимости от наличия ледяного покрова.

**Таблица 3**

Финансовые показатели работы судна в период ледовой и неледовой навигации

Финансовые показатели	Ледовый период	Неледовый период
Коэффициент пропускной способности	0,6	0,9
Сумма затрат, дол. США:		
– топливо	22050	20009
– портовые сборы	204189	174179
Общие затраты, дол. США	226239	194188
Прибыль, дол. США	87812	200771

Уменьшение затрат на содержание и эксплуатацию ледоколов за счет сокращения их выхода в море так же сократит портовые расходы.

## 7. SWOT-анализ результатов исследований

*Strengths.* При помощи сформулированного понятия фактора сезонности и прогнозирования ледообразования, на основе разработанного словесного алгоритма, можно достичь уменьшения затрат на использование ледокола во время ледовой навигации. Предполагается, что снижение выходов ледокола в рейс может быть снижено с 10–15 до 4–5. Это, в свою очередь, значительно снизит затраты портов на содержание ледокола и повысит производительность портов во время ледовой навигации.

*Weaknesses.* Данный метод требует апробации. Данные, которые были подвергнуты анализу, составляют более чем полувековой период. Необходимо в дальнейшем продолжать вести анализ и сбор данных касательно ледовой обстановки и влияния её на эффективность работы портов. Изменение климата может способствовать тому, что данные и алгоритмы необходимо будет

пересмотреть под изменяющуюся ситуацию. Применение данных алгоритмов для других морей и портов потребует провести анализ ледовой ситуации и влияния её на эффективность работы конкретных портов в строго отведенный период.

*Opportunities.* Дальнейшее исследование эффективности работы портов во время ледовой навигации может дать возможность более эффективно планировать логистику морских грузоперевозок как портом, так и грузоотправителем и судовладельцем. При повышении и оптимизации эффективности работы порта, могут быть обнаружены ранее невыявленные проблемы в эффективности работы морских портов.

*Threats.* Апробация данного метода может занять достаточно времени и ресурсов как самого ледокола, так и порта. Неправильное использование, трактование данного алгоритма может привести к негативным последствиям как для судна, так и порта и окружающей среды. Данные, которые подвергаются анализу, должны постоянно обновляться и учитывать общую климатическую ситуацию и тенденцию.

## **8. Выводы**

1. Для повышения эффективности грузооборота портов во время ледовой навигации было сформулировано понятие сезонности. Анализ суровости зимы дал возможность разделить её на три типа, для дальнейшего использования в анализе.

2. В результате анализа методов определения главных размерений судов для плавания на каналах, фарватерах и зонах маневрирования в табличной форме создан метод расчета максимальных и безопасных значений главных размерений судна. Данный метод комплексно учитывает основные процессы в элементах системы «судно – водный путь – погода – маневры» для повышения пропускной способности водных путей. А также отличается тем, что в нем используются апробированные методы расчета, которые в совокупности за счет повышения информативности системы позволяют учесть как природные, так и производственные аспекты транспортного процесса, а не только осадку судна как фактор безопасного судовождения. Эффективная и безопасная ледовая проводка повысит не только непосредственно безопасность мореплавания в ледовый период, но и повысит эффективность работы портов. Так же планируется снижение расходов судовладельцами и самими портами за счёт более экономичного и безопасного использования ледокола.

3. В результате статистического анализа и обработки данных за период с 1950 по 2018 годы разработан метод в виде словесного алгоритма. Данный метод позволяет не только качественно, но и количественно устанавливать виды и характер ледовых нагрузок на суда по труднопроходимым участкам морского пути. При этом учитываются ледовые явления и суровости зимы для безопасной проводки судов в период зимней навигации на примере Азовского моря. В результате было доказано существенное уменьшение грузооборота портов в период ледовой обстановки и предложены способы повышения пропускной способности водных путей в ледовый период.

## Благодарность

Авторы благодарны за помощь и предоставленную информацию коллективу Администрации морских портов Украины, а также ГП «Мариупольский морской торговый порт» (Украина).

## Литература

1. Показатели работы // Администрация морских портов Украины. URL: <http://www.uspa.gov.ua/ru/pokazateli-raboty>
2. Лобанов В. А. Моделирование взаимодействия льда с конструкциями // Вестник научно-технического развития. 2011. № 10 (50). С. 31–39.
3. Голиков В. В., Лысый А. А. Расчет максимально допустимых проходных характеристик судна в портовых водах // Забезпечення безаварійного плавання суден: матер. наук.-метод. конф. ОНМА, 1617.11.2011. Одеса: ВидавІнформ ОНМА, 2012. С. 67–69.
4. Winter navigation at the Baltic Sea: An analysis of accidents occurred during winters 2002–2003 & 2009–2013 / Valdez Banda O. A. et. al. // Safety and Reliability: Methodology and Applications. Wroclaw, 2014. P. 83–92. doi: <http://doi.org/10.1201/b17399-14>
5. Boström M., Österman C. Improving operational safety during icebreaker operations // WMU Journal of Maritime Affairs. 2016. Vol. 16, Issue 1. P. 73–88. doi: <http://doi.org/10.1007/s13437-016-0105-9>
6. Дашкевич Л. В., Немцева Л. Д., Бердников С. В. Оценка ледовитости Азовского моря в XXI веке по спутниковым снимкам Terra/Aqua MODIS и результатам математического моделирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13, № 5. С. 91–100.
7. Замерзание Азовского моря и климат в начале XXI века / Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Гаргопа Ю. М., Дашкевич Л. В. // Вестник Южного научного центра РАН. 2010. Т. 6, № 1. С. 33–40.
8. Baran J., Górecka A. Seaport efficiency and productivity based on Data Envelopment Analysis and Malmquist Productivity Index // Logistics & Sustainable Transport. 2015. Vol. 6, Issue 1. P. 25–33. doi: <http://doi.org/10.1515/jlst-2015-0008>
9. Definition of Efficiency and Safety Criteria for Icebreaker in Ice Management Operations / Karulin E. et. al. // Volume 8: Polar and Arctic Sciences and Technology; Petroleum Technology. 2018. doi: <http://doi.org/10.1115/omae2018-77404>
10. Dergausov M., Justification of the choice of an icebreaker for winter navigation in the Azov Sea // Shipbuilding and Marine Infrastructure. 2018. Issue 1 (9). P. 108–114.
11. Правила льодового проведення суден: Наказ Міністерства інфраструктури України № 14 від 12.03.2011 р., зареєстровано Міністерством юстиції України від 04.04.2011 р. за № 447(19185). 15 с.
12. Zinchenko S. G., Yanchetskyi O. V. Analysis of ice conditions of winter navigation in the Azov sea for the substantiation of the icebreaker selection // Collection of Scientific Publications NUS. 2018. Issue 1–2. doi: <http://doi.org/10.15589/jnn20180102>
13. Про зниження ставок портових зборів: Наказ Міністерства інфраструктури України № 474 від 27.12.2017. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0046-18>