

УДК 656.61.052

**INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE
TYPE AND DIMENSIONS OF VESSELS CARAVAN WHEN
TRANSACTIONS ICE IN THE SEA OF AZOV**

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ТИП И
ГЛАВНЫЕ РАЗМЕРЕНИЯ СУДОВ КАРАВАНА ПРИ
ЛЕДОВЫХ ПРОВОДКАХ В АЗОВСКОМ МОРЕ**

A. A. Lysiy, PhD

А.А. Лысий, к.т.н.

Odessa National Maritime Academy, Ukraine

Одесская Национальная Морская Академия, Украина

ABSTRACT

The article proves the necessity of use in the management of production activities seaports analysis and prediction of seasonal processes. Given the definition of the seasonal factor, which is defined as regular periodic occurrence of certain weather conditions associated with the change of seasons. It is emphasized that the seasonality is expressed in the form of oscillatory processes, which are described in the e mathematical research indices and coefficients of seasonality. Developed a special approach to the creation of an information base that takes into account various forms of industrial activity of the port in terms of ice conditions that meet the requirements of continuous planning and management of port operations. Proposed and improved apparatus of statistical forecasting including all stages of processing time series: analysis of seasonal processes, forecasting seasonal wave and the construction of confidence intervals.

Keywords: ice conditions, navigation, seasonal fluctuations, information base, forecasting, seasonal prevalence indexes, fluctuation of a cargo turn-over.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами

Повышение эффективности работы портов Азовского моря является актуальной задачей не только для отдельных предприятий, но и для экономики страны в целом. Снижение грузооборота портов, связанные с сезонными колебаниями необходимо учитывать в их производственной деятельности, поэтому выработка методического инструментария прогнозирования этих процессов, а также задача формирования соответствующей информационной статистической базы для принятия решений являются весьма актуальными.

Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

Вопросами определения и учета влияния сезонных колебаний на производственную деятельность портов и судоходство занимались многие отечественные ученые: Голиков В.В., Репетей В.Д., Лысый А.Ф., Леонтьев И.В. и др. Однако в виду того, что фактор сезонности носит стохастический характер и характеризуется рядом особенностей, исследования в этой области продолжают.

Формулирование целей статьи (постановка задачи)

Целью статьи является разработка методических основ анализа и прогнозирования тренд-сезонных колебаний при обеспечении судоходства в Азовском море.

Изложение материала исследования с обоснованием полученных научных результатов

В процессе ледовых проводок суда каравана, включая и ледоколы, подвержены влиянию ряда внешних факторов: габаритов и конфигурации каналов и фарватеров; типов маневров и видов предстоящих морских операций судов в рейсе; состояния ледяного покрова, определяющего величину и интенсивность нагрузок. В совокупности они оказывают интегральное воздействие на конструктивные особенности конструкции судов и их эксплуатационные характеристики, направленные на повышение грузоподъемности, маневренности, управляемости и ледопроеходимости.

В результате предстоящего анализа процессов взаимодействия судов с внешней средой должны быть решены задачи, которые позволили бы установить связи и отношения между внешней средой и объектом управления системы проводки ледовых караванов для определения максимально безопасных параметров главных размерений судов ледового класса и характера воздействия ледовых нагрузок на ледоколы при их эксплуатации в Азовском море для разработки технико-эксплуатационных требований к ним.

В Украине и странах СНГ проектирование морских, подходных каналов, фарватеров и зон маневрирования (якорных стоянок, рейдов, операционных акваторий портов и т. д.) осуществляется на основании руководящих документов (РД): «Норм проектирования морских каналов» РД 31.31.47-88 [58]; «Руководства по проектированию морских портов» РД 31.3.01-01.93; «Руководство по назначению объявленной осадки судов в морских портах» РД 31.63.02-83, «Руководства по оперативному определению проходной осадки судов на подходных каналах к морским портам» РД 31.63.01-83.

Режим проводки судов по морским каналам назначается в соответствии с РД 31.63.03-86 «Рекомендации по назначению оптимального режима проводки судов на морских каналах», «Общими правилами плавания и стоянки судов в морских портах СССР и на подходах к ним» (1991), «Правилами ледовой проводки судов» (2011), а также правилами прохода отдельных морских каналов и Обязательными постановлениями по морским торговым портам и портовым пунктам.

Эти документы были разработаны более 30-ти лет назад, в которых методики определения габаритов каналов, фарватеров и зон маневрирования

основаны в большинстве случаев на опыте проектирования без учета технических возможностей самостоятельного маневрирования судов на малых скоростях, проводки буксирами и ледоколами, а также разрешающих навигационных возможностей СНО.

В большинстве случаев в проектной документации завышены коэффициенты безопасности: отношение проектной ширины каналов к ширине расчетных судов завышено минимум на 25%.

В связи с этим, ставится межгосударственная задача разработки теоретической базы, представленной в виде расчетных схем для принятия решений по выбору оптимальных безопасных характеристик корпуса судна в прогнозируемой навигационной ситуации с использованием эмпирических, аналитических и вероятностных методов моделирования ситуаций.

Морские каналы отличают жесткие ограничения по габаритам судов, судопотокам и естественным условиям плавания. В качестве критерия определения габаритов морского канала принята навигационная безопасность движения судов.

В основу размерений условного судна, которое может самостоятельно двигаться по каналу со скоростью 10 – 12 узлов, принята его осадка T , а размерения определяются в зависимости от типа судна по эмпирическим зависимостям:

$$D = 36 T^3 ; V = \mu T ; L = c T ; A = 1,2 H T^{-1},$$

где: D – водоизмещение, т; T – осадка судна на ровном киле без хода в воде стандартной плоскости ($\rho_w = 1,025 \text{ кг/м}^3$), м; L – длина по КВЛ (между перпендикулярами) либо с учетом бульба, м; A – отношение площадей парусности надводной и подводных частей бортов судна, отн. ед.; H – высота надводного борта, м; μ, c – коэффициенты, зависящие от типа судна (табл.1), ед.

Таблица 1. Значение конструктивных коэффициентов судов

| Коэффициенты, ед | Тип судна | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------|---------|--------|--------|---------|---------------|---------------|------------|-------|--------------|
| | Комбинированное | Лесовоз | Танкер | Белкер | Газовоз | Контейнеровоз | Универсальное | Лихтеровоз | Паром | Пассажирское |
| μ | 2,4 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 3 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,6 | 4 |
| c | 15,5 | 17,5 | 17,5 | 17,2 | 16,5 | 17,8 | 17,5 | 18,2 | 19,5 | 20,1 |

Исходная информация о планируемом грузопотоке включает: количество судопроходов в год и среднесуточный судопоток в течение месяца с наибольшим судооборотом; состав грузопотока по типам судов, их размерениям и количеству.

Информация о характеристиках естественных (внешних) условий представляется в виде: планов акваторий трассируемого канала и прилегающей территории; литологических разрезов по проектируемым трассам канала с характеристиками грунтов; элементов метеорологического режима (не менее чем за 12 лет), включая данные о повторяемости ветров (по скорости,

направлению и продолжительности); сведений о характере течений (направлению и скорости); волнообразования 3% обеспеченности по восьми румбам; графика обеспеченности ежесуточных уровней воды; среднегодовой метеорологической дальности видимости и преобладающего для данного района коэффициента прозрачности атмосферы с повторяемостью не менее 65%; продолжительности ледового периода; сведений о динамике берега и интенсивности движения наносов.

Кроме указанной выше входной информации, для технико-экономического обоснования проекта канала, требуется оценка ущерба водным, биологическим ресурсам и рыбным запасам, которая содержит: характеристику загрязненности извлекаемых грунтов по химическим и биологическим показателям; состояние среды кормовой базы и ихтиофауны в районе дампинга (сброса грунта) на окружающую среду; мероприятия по предотвращению и снижению ущерба, а также по компенсации неустраняемого ущерба.

В процессе проектирования канала осуществляется его трассировка, выбор его гидротехнической и навигационной глубины, которые отличаются запасом глубины на: управляемость судна; волнение; изменение осадки на ходу и крен судна, возникающий от воздействия расчетного ветра и гидродинамических сил на повороте; проектной ширины, включающей навигационную ширину, запас ширины на заносимость, а также ширину маневренной полосы; расчет скоростей ветра и течения; величины уширения канала на повороте и, наконец, параметров откосов канала.

Приложения к РД 31.31.47-88 содержат обязательные и рекомендуемые методики:

- технико-экономического обоснования габаритов проектируемого канала;
- определения расчетной скорости судна;
- расчета маневренной полосы канала при известной точности определения места судна;
- расчета пропускной способности канала.

Для достижения нормативных габаритов каналов общий объем дноуглубительных работ по 16-ти морским портам Украины приближается до 30 млн. м³ грунта с ежегодной выемкой по новому строительству 14÷15 млн. м³ и по ремонтному черпанию около 5млн. м³ грунта. Несмотря на гигантский объем дноуглубительных работ, которые из года в год недовыполняются, на морских каналах Украины еще обеспечивается требуемый уровень навигационной безопасности для судов расчетных размеров. Вместе с тем, попытки лоцманских проводок крупногабаритных судов в акватории портов без соответствующей специальной подготовки такой морской операции, выходящей за рамки норм проектирования, часто заканчивались авариями или аварийными ситуациями.

Канал, спроектированный для одностороннего движения, может эксплуатироваться как двухсторонний. В любом канале допустимо расхождение встречных судов с габаритами меньшими, чем расчетные.

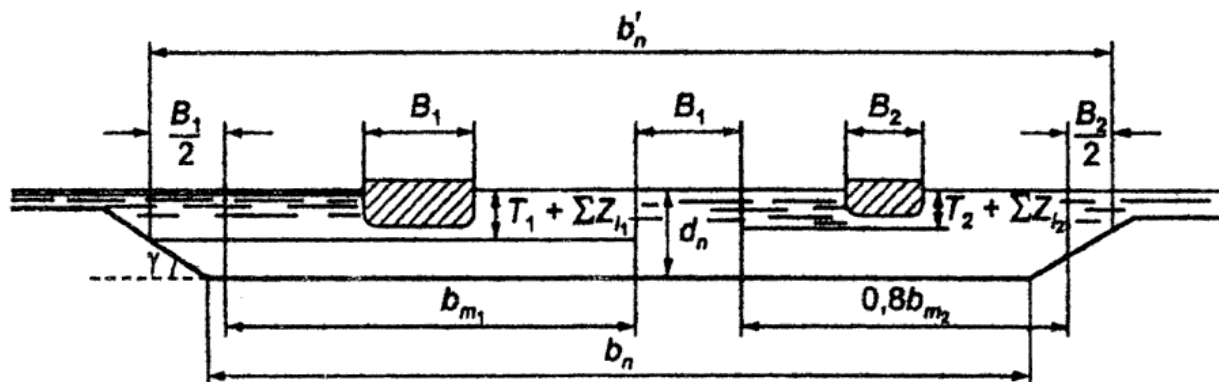


Рис. 1. Расчетная схема канала для двустороннего движения

Проблема совершенствования инженерных методов маневрирования морских судов на морских каналах и фарватерах, а также акваториях портов решается путем использования современных судовых технических средств – подруливающих устройств, азиподов, а также буксирного обеспечения.

Это позволяет при выполнении маневренных операций на малых скоростях движения до 4-х узлов обеспечить навигационную безопасность при уменьшенных значениях: ширины полосы движения на канале, радиуса поворота и циркуляции судна, что существенно уменьшит акватории для маневров.

Поэтому, при изучении характера взаимодействия габаритов каналов и акваторий причалов с геометрическими размерениями судов особую роль приобретает метод определения максимально допустимых габаритов судов, использующих современные технические средства, чтобы безопасно маневрировать в ограниченных габаритах каналов, фарватеров и маневренных зон.

Максимальная длина судна, которое может осуществлять движение в данной акватории, зависит не только от его осадки, но и от его маневренных характеристик, видов маневров, размерений операционных акваторий, гидрометеорологической обстановки и навигационных условий. Обычно, при выполнении операций судно совершает ряд типовых маневров, в которых его длина является лимитирующим фактором. Поэтому, используя опыт морской практики и графоаналитического построения, наибольшая длина судна может быть принята наименьшей из всех максимально допустимых длин для предстоящих маневров на прогнозируемом участке пути.

Аналогично выбору максимальной длины судна проходная конструктивная ширина судна в основном зависит от вида предстоящих маневров в порту и на подходах к нему, а также рядом других важнейших параметров: скорости движения судна, размеров акватории и полосы движения, гидрометеорологических условий, систем определения местонахождения судна и регулирования движения, интенсивности движения и др.

На настоящий момент имеется ряд математических моделей движения судна, используемых в прогнозах стратегического характера, а также ряд эмпирических подходов, основанных на опыте морской практики,

используемых в оперативных прогнозах для принятия решений судоводителями.

Методика использования, моделирующего движение судна алгоритма для задач оперативного прогнозирования

Алгоритм, моделирующий движение судна, разработан сотрудниками научно-исследовательской лаборатории морских каналов Черномор НИИ проекта и кафедры теории корабля Одесского института инженеров морского флота (ныне Одесского национального морского университета) К.Д. Журавским, Ю.Л. Воробьевым, Э.В. Кахановским и В.Т. Соколовым в 1984 году. Он базируется на пространственных безразмерных дифференциальных уравнениях управляемости, вытекающих из известных уравнений А.М. Басина и дополненных уравнением моментов относительно оси гребного винта судна для учета падения скорости хода при маневрировании в канале.

Математическое моделирование движения судна на канале прогнозирует процессы внутреннего взаимодействия поперечных и продольных сил, моментов рыскания и моментов относительно гребного винта судна под действием случайных возмущений (ветра, волнения и течения).

Как свидетельствуют вышеуказанные авторы, обработка результатов и анализ более 180 сеансов имитационного моделирования позволили им определить зависимость навигационной ширины канала от характеристик расчетного судна и внешних условий: водоизмещения, скорости хода и отношения площадей надводной и подводной частей корпуса судна; скорости и направления ветра и течения, а также точности судовождения. Перечисленные зависимости представлены в виде простых расчетных формул, таблиц и графиков. Такая форма представления пригодна для стратегического (проектного) прогнозирования. Однако для оперативного планирования, особенно на этапах захода/выхода судна в порт, удобна аналитическая форма описания указанных зависимостей для увеличения быстродействия программного продукта и интеллектуальных систем при принятии решений о маневрировании на отдельных участках канала.

По результатам анализа разработан словесный алгоритм прогноза состояния ледового покрова для формирования караванов с целью выбора ледоколов и количества проводимых судов, а также планирования регулярных перевозок в этом регионе при объявлении ледовой обстановки.

Шаг 0. Задаются: тип зимы; период проводки каравана; маршрут проводки; районы плавания.

Шаг 1. Определяется протяженность пути во льдах в зависимости от типа зимы.

Шаг 2. Определяются широта и долгота начала и конца припая на маршруте проводки по периоду проводки. Промежуточные изохронны устанавливаются интеролированием.

Шаг 3. Для выбора лидирующего ледокола определяется максимальная толщина ледяного покрова в зависимости от широты северной части местонахождения каравана.

Шаг 4. Устанавливается распределение толщин ледяного покрова на трассе в зависимости от типа зимы и районов плавания, а также периода проводки для прогноза передвижения каравана.

Шаг 5. Для планирования ледовых операций определяются среднестатистические характеристики ледового режима плавания в Азовском море для каждого порта в зависимости от широты его расположения.

Метод, в виде словесного алгоритма, позволяет не только качественно, но и количественно устанавливать виды и характер ледовых нагрузок на суда по труднопроходимым участкам морского пути с учетом ледовых явлений и суровости зимы для безопасной проводки судов в период зимней навигации на примере Азовского моря.

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению

В статье обоснована необходимость использования в управлении производственной деятельностью морских портов анализа и прогнозирования сезонных процессов. Дано определение понятия фактора сезонности, под которым понимается регулярное периодичное наступление определенных погодных условий, связанных со сменой времени года. Подчеркивается, что сезонность выражается в виде колебательных процессов, которые описываются в экономико-математических исследованиях индексами и коэффициентами сезонности. Разработан специальный подход к формированию информационной базы, учитывающий разнообразные формы производственной деятельностью порта в условиях ледовой обстановки, удовлетворяющий требования непрерывного планирования и регулирования работы порта. Предложен и усовершенствован аппарат статистического прогнозирования, включающий все стадии обработки динамических рядов: анализ сезонных процессов, прогнозирование сезонной волны и построение доверительных интервалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бицуля А.В. Исследование параметров управляемости ледоколов в ледовом опытном бассейне / А.В. Бицуля, А.О. Мудров, А.И. Незмер, К.Е. Сазонов // Теория, прочность и проектирование судов, плавающих во льдах: меж. вуз. сборн. ВГАВТ. – Н. Новгород: Изд. РГАВТ, 1995. – С.58-63.
2. Голиков В.В. Опыт проводки судов ледоколом «Капитан Белоусов» в ледовую навигацию по Азовскому морю / В.В. Голиков, А.А. Лысый, П.А. Костенко // Судовые энергетические установки: научн. техн. сб. ОНМА. – Вып.27. – Одесса: ИздатИнформ ОНМА, 2011. – С.39 – 44.
3. Ключев В.В. Состояние государственного надзора за соответствием морских судов требованиям международных конвенций и национальных нормативных актов по безопасности мореплавания. / В.В. Ключев // Информационный бюллетень, № 2, 2005. – 38 с.

4. Мальцев А.С. Теория и практика безопасного управления судном при маневрировании. Дис. докт. техн. наук: 05.22.16.-Одесса, 2007.-395 с.