

УДК 629.5.01

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ДЛЯ СУДОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ РЕЙСОВ

Панкова О.В.,

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев

Разработан алгоритм определения эксплуатационных расходов и прибыли, получаемой от эксплуатации судов в режиме последовательных рейсов. Также определено время жизненного периода судна.

Ключевые слова: эксплуатационные расходы, прибыль, судно последовательных рейсов, ходовое время, стояночное время.

Постановка проблемы. В условия рыночных отношений главной задачей транспорта является своевременное и полное удовлетворение потребностей предприятий и населения в перевозках и в получении на этой основе прибыли.

Суда линейного плавания работают на определенных направлениях в течение длительного периода. Использование линейной формы судоходства целесообразно на устойчивых грузопотоках большого размера. На линии с работой судов последовательными рейсами их движение определяется графиком, зависящим от подачи грузов.

По грузопотоку линии бывают специализированные (перевозка определенных грузов, например: руды, зерна) и комбинированные (рудозерновые и др.).

Более прогрессивной является форма организации движения, при которой упрощается планирование работы флота, более рационально используются суда, сокращаются балластные пробеги и время обработки судов в портах, повышаются быстрота и ритмичность перевозок, что в итоге повышает провозоспособность флота, снижает эксплуатационные расходы и увеличивает прибыль.

Цель статьи – разработать алгоритм определения эксплуатационных расходов, а также прибыли, получаемых при эксплуатации судов в режиме последовательных рейсов.

Изложение основного материала. Анализ условий организации работы флота в различных формах судоходства в Украине позволяет сделать вывод о наличии устойчивой грузовой базы для перевозок последовательными рейсами, поскольку для Украинских портов в целом была и остается приоритетной переработка массовых грузов [1].

Основу грузопотоков массовых грузов в Украине составляют металлы, такие навалочные грузы, как химические, минеральные удобрения, руда, уголь, стройматериалы, зерно, а также оборудование, конструкции, кофе-сырец, чай, каучук, джут и прочие.

За последние 20 лет перевозки морем насыпных и навалочных грузов характеризуются тенденцией устойчивого роста. С 1988 по 2008 г. ежегодный рост их морских перевозок составлял около 5 %.

Три крупнейшие категории навалочных грузов – это железная руда, уголь, зерно. Объемы их перевозок увеличились с 1988 по 2008 г. с 848 до 2032 млн.т. [2].

Особенно быстрым темпом росли перевозки этих грузов в последние четыре года, когда среднегодовой рост объема перевозок составлял 8,3%.

Одним из крупнейших по объему предъявляемых к транспортировке видов грузов является железная руда. Объем ее добычи тесно связан с объемом производства стали. Мировое производство стали, резко возросшее в конце 80-х гг., вызвало рекордное увеличение объемов морских перевозок железной руды, достигших в 1989 году 362 млн.т. [3].

В начале 90-х гг. последовало некоторое снижение объема перевозок руды, а затем дальнейший рост. В 2000 г. перевозки руды составили 450 млн.т., а в 2008 г. – 858 млн.т.

Морские перевозки угля значительно увеличились в последние годы, поскольку он является более дешевым источником энергии по сравнению с другими энергоносителями, например нефтью. Объем морских перевозок угля, составивший в 2000 г. 520 млн.т., в последнее время довольно интенсивно возрастал с ежегодным средним приростом около 6%, достигнув в 2008 г. 830 млн.т. [4].

Объемы перевозок зерна – пшеницы, кукурузы, ячменя, овса, ржи, соевых бобов и сорго – в значительной степени зависят от урожая и экономической ситуации в странах-импортерах и подвержены сильным колебаниям. Наиболее низкий объем перевозок за последние 20 лет был отмечен в 1994 г. – 184 млн.т., а наиболее высокий в 2008 г. – 344 млн.т. [5].

Страны Дальнего Востока, особенно Япония и страны бассейна Индийского океана, в последние годы значительно увеличили импорт зерна. Это обусловлено не только недостатком продовольствия в этих странах, но и ростом популярности здесь западного стиля питания.

Прогнозируется, что большие расстояния перевозок зерна сохранятся и в будущем в основном за счет экспорта в страны Дальнего Востока.

В результате значительного роста мировых перевозок морем бокситов и глинозема (сырье для производства алюминия) их объемы в 2008 г. достигли 82 млн.т. Основная доля производства алюминия из руды приходится на Канаду и Бразилию [6].

В Европе производство алюминия почти полностью основано на утилизации использованного металла и не ориентируется на привозное сырье.

Повышение цен на такое сырье для производства удобрений, а также мыла, как фосфорит, привело к снижению объемов его морских перевозок. Частично экспорт фосфорита был вытеснен экспортом фосфорной кислоты, используемой для тех же целей.

Кроме того, промышленность, производящая удобрения, испытывает давление со стороны защитников окружающей среды, которые борются за ограничение применения фосфатных удобрений.

Ожидается, что объемы морских перевозок фосфорита останутся на достигнутом в последние годы уровне в 29-30 млн.т.

Объем перевозок прочих навалочных грузов (более мелких в количественном отношении), включающих сахар, лес, руды цветных металлов, металлопрокат и т. п., составил в 2007 г. около 340 млн.т. Средний рост объема перевозок этих грузов в последние годы был порядка 3,5%.

Объемы перевозок морем насыпных и навалочных грузов составляют около 30% от общего объема морских перевозок различных грузов.

В течение последнего десятилетия перевозки этих видов грузов увеличивались ежегодно в среднем на 5,7%.

В 2006 г. морским транспортом было перевезено 2,8 млрд.т. различных навалочных грузов. В 2008 г. перевозки увеличились более чем на 5% и составили около 3,0 млрд.т. грузов.

В перспективе темпы роста морских перевозок насыпных и навалочных грузов, по-видимому, будут составлять не менее 3% в год.

Основными навалочными грузами являются сырье для производства металла – железная руда и коксующийся (металлургический) уголь. При этом главными импортерами данного сырья являются страны Азии (51% от всего мирового потока) и Европы, а экспортируют Южная Америка и Австралия.

В перспективе объем перевозок в направлении стран Азии к 2015 г. достигнет уже 57% от мирового рынка данных грузов. Перевозки железной руды за последние пять лет росли ежегодно в среднем на 9,5%, а угля – на 6%.

Приведенные ниже формулы являются основой алгоритма определения эксплуатационных расходов и нахождения прибыли от эксплуатации судов последовательных рейсов с помощью методов стохастического программирования.

Основным фактором, определяющим конкурентоспособность судна или иного морского объекта, является экономическая эффективность его эксплуатации в продуктивный период.

Показателем эффективности коммерческого судна в условиях конкурентной среды является прибыль, которая получается при эксплуатации судна [7]:

$$\Pi = D - \text{ЭР},$$

где D – доход за эксплуатационный период; ЭР – эксплуатационные расходы.

Для преобразования исходных данных задачи определения прибыли, которые являются случайными величинами, в законы распределения характеристик эксплуатации судна, используется метод Монте-Карло.

Затраты на перевозку груза складываются из амортизационных отчислений и расходов на ремонт, зависящих от стоимости судна, расходов на содержание экипажа, на топливо и прочих расходов (навигационных, судовых сборов, административно-управленческих и т. д.).

Величина навигационных расходов, судовых сборов, административно-управленческих расходов, как правило, невелика по сравнению с другими расходами.

При эксплуатации судов в режиме последовательных рейсов применяется два вида договоров между судовладельцем и фрахтователем, а именно: бербоут-чартер и тайм-чартер.

По договору фрахтования судна без экипажа, именуемого бербоут-чартером, судовладелец обязуется за обусловленную плату, именуемую фрахтом, предоставить фрахтователю в пользование и владение на определенный срок не укомплектованное экипажем и не снаряженное для перевозок грузов судно, причем последнее может предназначаться также для перевозки пассажиров или иных целей торгового мореплавания.

По договору тайм-чартера судовладелец обязуется за обусловленную плату предоставить фрахтователю судно и услуги членов экипажа судна в пользование на определенный срок для перевозок грузов, пассажиров или для иных целей торгового мореплавания. Таким образом, судовладелец принимает на себя все расходы по содержанию экипажа и оплачивает прочие постоянные издержки по совместному предприятию: страховую премию по страхованию casco, проценты по закладной, амортизационные издержки и т.п.

Фрахтователь, приобретая право распоряжаться судном по своему усмотрению на условиях, определенных в чартере, принимает на себя переменные издержки по совместному предприятию: стоимость топлива, смазки, воды, навигационные расходы и т.д.

Таким образом, эксплуатационные расходы за сутки

$$\text{ЭР}_{\text{сут}} = mC + cp + qNb,$$

где m – отчисления от строительной стоимости судна на амортизацию и ремонт, % (при тайм-чартерном договоре выплачивает судовладелец, а при бербоут-чартерном договоре – фрахтователь); C – строительная стоимость судна; c – расходы на содержание одного члена экипажа в сутки (при тайм-чартерном договоре выплачивает судовладелец, а при бербоут-чартерном договоре – фрахтователь); p – число членов экипажа; q – удельный суточный расход топлива, т/кВт·сут; N – мощность энергетической установки, кВт; b – стоимость 1 т топлива с учетом бункеровки (выплачивает фрахтователь).

Эксплуатационные расходы за месяц эксплуатации:

$$\text{ЭР}_{\text{мес}} = mC + 31cp + qNb(31 - t_{\text{рем}}),$$

где $t_{\text{рем}}$ – время ремонта на протяжении месяца.

Эксплуатационные расходы за год эксплуатации:

$$\text{ЭР}_{\text{год}} = mC + 365cp + qNb(365 - t_{\text{рем}}),$$

где $t_{\text{рем}}$ – время ремонта за год.

Эксплуатационные расходы за жизненный период судна:

$$\text{ЭР}_{\text{жц}} = mC + cpt_{\text{жц}} + qNb(t_{\text{жц}} - t_{\text{рем}}),$$

где $t_{\text{жц}}$ – время жизненного периода судна, обычно принимается равным 25 лет; $t_{\text{рем}}$ – время, отведенное на ремонты, за жизненный период.

Или по другой формуле, эксплуатационные расходы за продуктивный период судна:

$$\text{ЭР} = 0,07(C + D) + C_{\text{топл}},$$

где C – строительная стоимость судна; D – доход за продуктивный период; $C_{\text{топл}}$ – затраты на топливо за продуктивный период. В данной формуле коэффициент 0,07 учитывает отчисления на реновацию, на капитальный ремонт, на текущий ремонт, на снабжение, на содержание экипажа, на навигационные расходы, на судовые и канальные сборы, на косвенные расходы и инвалютные затраты.

Доход от эксплуатации судна рассчитывается по формуле [3]:

$$D = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^c f_{ij} Q_{ij},$$

где f_{ij} – фрахтовая ставка за перевозку i -ого груза на j -м направлении;

Q_{ij} – количество i -ого груза, перевезенного судном на j -м направлении.

При эксплуатации скорость судна редко достигает значений технической, так как реальные условия использования судна отличаются от тех стандартных условий, при которых устанавливается техническая скорость. Поэтому используется эксплуатационная скорость, учитывающая потери от ветра и волнения, а также от обрастания подводной части корпуса судна морскими организмами.

На основе решения задач эксплуатации судна в заданном районе плавания определяется коэффициент реализации технической скорости судна k .

Обработка существующих статистических данных приводит к следующим приближенным значениям этого коэффициента [2, 7]:

$k = 0,99$ – для первого района плавания;

$k = 0,82$ – для второго района плавания;

$k = 0,80$ – для третьего и четвертого районов плавания;

$k = 0,70$ – для пятого района плавания.

Тогда случайная величина валовой эксплуатационной скорости судна:

$$\bar{v}_э = kv_T;$$

$$v_э = v_T - \Delta v,$$

где v_T – техническая скорость судна; Δv – среднее значение падения скорости хода судна, обусловленное действием ветра и волнения.

Время жизненного периода судна состоит из суммы следующих случайных величин:

$$t_{жц} = \sum_{m=1}^M t_{x_m} + \sum_{m=1}^M t_{c_m} + \sum_{l=1}^L t_{a_l} + \sum_{s=1}^S t_{отст} + \sum_{i=1}^I t_{p_i},$$

где t_{x_m} – ходовое время за рейс; t_{c_m} – стояночное время за рейс; t_{a_l} – время, потраченное на устранение аварий; $t_{отст}$ – время простоя судна вследствие отсутствия заказов или из-за метеоусловий; t_{p_i} – продолжительность ремонтов; M – количество рейсов за жизненный период судна; L – число аварий, которые не сопровождаются гибелью судна, характерное для заданного района плавания; S – количество простоев в портах вследствие отсутствия заказов или из-за неблагоприятных погодных условий; I – количество ремонтов за жизненный период судна.

Число и виды аварий определяются на основе решения соответствующих задач функционирования судна. Для заданного района плавания они могут быть найдены по данным аварийной статистики.

Случайная величина количества рейсов за жизненный период судна n определяется в виде:

$$n = \frac{t_{жц}}{t_{x_m}}.$$

Случайная величина ходового времени за рейс, сут.:

$$t_{Xm} = \frac{L}{24v_3},$$

где L – случайная величина протяженности рейсов, мили.

Случайная величина стояночного времени за рейс, сут.:

$$t_{Cm} = \sum_{j=1}^n \left(\frac{Q_{Пj}}{M_{Пj}} + \frac{Q_{Вj}}{M_{Вj}} \right),$$

где $Q_{Пj}$ – количество погружаемого за рейс j -ого вида груза одним судном, т; $Q_{Вj}$ – количество выгружаемого за рейс j -ого вида груза одним судном, т; $M_{Пj}$ – норма погрузки j -ого вида груза, т/сут.; $M_{Вj}$ – норма выгрузки j -ого вида груза, т/сут.; $j = 1..n$ – количество видов груза.

Нормы погрузки и выгрузки определяются детерминированными или случайными величинами.

Затраты на топливо за рейс одним судном:

$$C_{\text{топлт}} = 28,4bqNt_{Xm}.$$

Прибыль за сутки от эксплуатации судна рассчитывается по формуле [7]:

$$\Pi_{\text{сут}} = (D_{\text{сут}} - \text{ЭР}_{\text{сут}}) - C_{\text{авар}} - C_{\text{ТМ}} D_{\text{пор}},$$

где $D_{\text{сут}}$ – доход за сутки; $\text{ЭР}_{\text{сут}}$ – эксплуатационные расходы за сутки; $C_{\text{авар}}$ – стоимость аварий; $C_{\text{ТМ}}$ – стоимость 1 тонны металла; $D_{\text{пор}}$ – водоизмещение судна порожнем, т.

Прибыль за месяц рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{мес}} = 31(D_{\text{сут}} - \text{ЭР}_{\text{сут}}) - C_{\text{авар}} - C_{\text{ТМ}} D_{\text{пор}}.$$

Прибыль за год рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{год}} = 365(D_{\text{сут}} - \text{ЭР}_{\text{сут}}) - C_{\text{авар}} - C_{\text{ТМ}} D_{\text{пор}}.$$

Прибыль за жизненный период судна рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{ЖЦ}} = (D_{\text{сут}} - \text{ЭР}_{\text{сут}})t_{\text{ЖЦ}} - C_{\text{авар}} - C_{\text{ТМ}}D_{\text{пор}}.$$

Выводы. Разработанный алгоритм определения эксплуатационных расходов, а также прибыли, получаемой от эксплуатации судна в режиме последовательных рейсов, предназначен для использования при составлении его математических моделей функционирования с последующей оптимизацией главных элементов и характеристик судна на начальных стадиях проектирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винников В.В. Проблемы комплексного развития морского транспорта. – Одесса: Феникс, 2005. – 300 с.
2. Астахов В.Е., Горобец В.С. Технично-економические обоснования проектирования промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1982. – 247 с.
3. Щербанин Ю.А. Международный обмен и транспорт. – СПб.: Лики России, 2003. – 64 с.
4. Котлубай М.И. Становление морского транспорта в рыночной среде. – Одесса: ИПРЭЭИ НАНУ, 2005. – 224 с.
5. Review of Maritime Transport 2007: UN New York and Geneva, 2007. – 86 p.
6. Alderton P.M. Sea Transport: operation and economics. – London: Thomas reed, 1986. – 226 p.
7. Войлошников М.В. Морские ресурсы и техника: эффективность, стоимость, оптимальность. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2002. – 586 с.

Панкова О.В. АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ ДЛЯ СУДЕН ПОСЛІДОВНИХ РЕЙСІВ

Розроблено алгоритм визначення експлуатаційних витрат та прибутку, отримованого від експлуатації суден у режимі послідовних рейсів. Також визначений час життєвого періоду судна.

Ключові слова: експлуатаційні витрати, прибуток, судно послідовних рейсів, ходовий час, час стоянки.

Pankova O.V. ALGORITHM OF OPERATING COSTS DETERMINATION FOR SHIPS OF CONSECUTIVE VOYAGES

The algorithm is developed for determination of operating costs and profit obtained from operation of ships in the mode of consecutive voyages. The ship's service life was determined as well.

Key words: operating costs, profit, ship consecutive voyages, running time, lay days.