



УДК 629.122

**Васильева Оксана Юрьевна**<sup>1</sup>, аспирант каф. Управления транспортом,  
e-mail: vasilieva\_ox@mail.ru

<sup>1</sup>Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

## РАСЧЕТ СТОИМОСТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СУДНА НА ОСНОВЕ ЗАДАННОЙ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ РЕЧНЫХ ГРУЗОВЫХ СУДОВ

*Аннотация.* В статье приведен анализ существующих методов расчета строительной стоимости судна, их недостатки при использовании в современных экономических условиях, вывод о возможности применения на этапе эксплуатационно-технического обоснования судна. Предложены пути повышения достоверности оценки эксплуатационных расходов за счет моделирования режимов пропульсивного комплекса при работе судна на конкретных водных путях. Предложен алгоритм вычисления верхней оценки строительной стоимости судна при заданной рентабельности судна. Сделан вывод о целесообразности применения представленной методики.

*Ключевые слова:* эксплуатационно-техническое обоснование судна, строительная стоимость судна, рентабельность, пересчет по прототипу, компонентный метод, индексный метод, калькуляционный метод, комплекс корпус-двигатели-двигатель, модель ходовой операции.

При определении рентабельности судна на этапе его обоснования необходимо располагать информацией о его строительной стоимости.

Существуют различные методы вычисления строительной стоимости. К ним относятся: метод пересчета по прототипу, а также индексный, калькуляционный, компонентный методы.

При использовании метода пересчета по прототипу берут стоимость судна -прототипа и, используя корректирующие коэффициенты, учитывающие различия (мощности, объемного модуля, грузоместимости) между новым судном и прототипом производят расчет стоимости нового судна. Заметим, чтобы получить адекватный результат, прототип должен быть прошлого или текущего года постройки.

При использовании индексного метода себестоимость аналогичного судна приводят к актуальной с использованием ценовых индексов. Данный метод ориентирован на серийное строительство судов и не пригоден в современных экономических условиях. Поскольку индексы и уровни инфляции берутся из других отраслей хозяйства, то метод дает весьма приближенный результат.

При использовании калькуляционного метода при принятом уровне рентабельности производят расчет полной себестоимости судна [1]. На стадии обоснования метод дает очень приближенные результаты, поскольку исходных данных для расчета недостаточно и требуется привязка к конкретному предприятию.



Компонентный метод расчета стоимости можно назвать упрощенной версией калькуляционного.

В качестве компонентов могут выступать различные элементы судна: корпус, главный двигатель (ГД), механизмы, различное оборудование.

Поскольку на стадии обоснования необходимо оценить только те стоимостные компоненты, которые варьируются с изменением параметров судна, то можно применять укрупненный способ расчета строительной стоимости. В литературе можно встретить разбивку на различное количество компонентов [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Можно заметить, что компонентный метод требует учета таких величин, которые на стадии обоснования известны очень приблизительно, например, стоимость судовой энергетической установки (СЭУ) [4], различные коэффициенты [2, 8], полученные на основе актуальных статистических данных, получить которые в настоящее время достаточно сложно. Иногда для расчета предлагается использовать такие факторы, которые зависят от серийности строительства, что в настоящее время неактуально или от степени загруженности производства, что опять же требует привязки к конкретному предприятию [6].

Теоретически можно было бы использовать методы с малым числом компонент, однако закрытость данных в российском судостроении, а также небольшой объём строительства препятствует установлению достоверных коэффициентов.

Учитывая вышесказанное, можно сделать заключение, что целесообразно вместо прямого расчёта строительной стоимости судна, проводить оценку стоимости, исходя из желаемого уровня рентабельности. При таком подходе необходимо уделить внимание повышению точности расчёта эксплуатационных расходов.

Известно, что оценка экономической эффективности может проводиться через анализ и расчёты стоимостных потоков с применением формулы типа:

$$\sum_{i=1}^N D_i - C_i - K_i, \quad (1)$$

где  $i$  – номер некоторого периода (например, месяца);  $D_i$  – доходы, тыс. руб.;  $C_i$  – эксплуатационные расходы, тыс. руб.;  $K_i$  – капиталовложения, тыс. руб.

В формуле (1) также могут быть учтены иные расходы, например, расходы на ремонт, налоговые выплаты. Однако, стоимостные потоки, указанные в (1) имеют решающее значение при оценке рентабельности судна.

Далее, в качестве искомой величины необходимо рассматривать капиталовложения, определяющиеся преимущественно строительной стоимостью нового судна. Доходы определяются величиной фрахтовой ставки, которая зависит от рыночной конъюнктуры и не связана с техническими параметрами судна. Величина ставки задаётся или рассчитывается по заданному периоду окупаемости или иным параметрам эффективности.

Расчёты эксплуатационных расходов новых судов проводятся достаточно приблизительно. Погрешность может превышать 30 %, что делает оценку рентабельности судна с использованием методов типа (1), как правило, бессмысленной. Описанные в зарубежной литературе методы математической статистики [9, 10], применяемые для этих целей, разработаны, в основном, для морских и военных судов, что делает их непригодными для оценки расходов судов внутреннего плавания.

Расходам на топливо в ходу в эксплуатационных расходах принадлежит значительная доля (до 50%). Эти расходы существенным образом зависят как от параметров судна, так и от условий плавания. Однако, как было показано в [11] существующие методы оценки



этой важной составляющей позволяют получить результаты с достаточно большой погрешностью. Большие погрешности могут приводить к серьёзным ошибкам при оценке экономичности судов при проектировании. Поэтому, по мнению автора, на стадии эксплуатационного обоснования судна особое внимание необходимо уделить достоверности именно эксплуатационной сферы судна, а строительная стоимость должна играть роль ограничения оптимизационной задачи.

При оценке расхода топлива в ходу на главные двигатели погрешность в основном обеспечивается отсутствием составляющей, отвечающей за условия плавания.

Дополнительная сложность при эксплуатационных расчётах создаётся за счет выраженной сезонности условий плавания. Само влияние условий плавания сильно зависит от технических параметров судна, поэтому статистические методы оказываются малоприменимыми даже для оценки уже построенных судов. Это следует из достаточно богатого опыта технического нормирования, осуществляемого на речном флоте с 40-х годов XX века.

Таким образом, для оценки эксплуатационных расходов требуется, во-первых, моделирование комплекса корпус-движитель-двигатель (КДД), пригодной для расчётов при минимальном наборе эксплуатационных параметров судна, а также построение модели ходовой операции.

Имея в распоряжении модель КДД и модель ходовой операции, можно определить эксплуатационные расходы при движении судна с гораздо более высокой точностью, чем при обычных подходах. Это повышение точности позволяет получить более достоверную верхнюю оценку стоимости судна при заданной величине фрахтовой ставки и требуемом уровне рентабельности судна. Верхняя оценка строительной стоимости судна (ВОСС) может рассматриваться как ограничение для судостроительного предприятия. Реалистичность такого ограничения должна быть оценена самим судостроителем.

Алгоритм вычисления ВОСС может иметь следующий вид.

- Пусть при известной фрахтовой ставке задан желательный срок окупаемости судна.
- Зададим пределы изменения основных эксплуатационно-технических параметров судна: длины, ширины корпуса, осадки, коэффициента полноты водоизмещения, скорости судна.
- На основе статистических зависимостей определяем грузоподъемность судна, а с помощью модели КДД — мощность главных двигателей (ГД).
- С помощью модели ходовой операции оцениваем техническую скорость, а также расход топлива ГД в круговом рейсе на заданном направлении перевозок весной и в межень.
- Исходя из прогнозного объёма перевозок, определяем количество круговых рейсов, а, следовательно, и суммарные затраты.
- С помощью решения нелинейного уравнения при заданном сроке окупаемости и вычисленных потоках стоимости (1) вычисляем верхний предел стоимости судна.

Для проведения такой оценки нужен метод расчёта эксплуатационных затрат, более достоверный, нежели обычно используемый на этапе технико-эксплуатационного обоснования судна. Такой, более точный метод удаётся построить, сочетая уточнённый метод прогнозирования мощности, предложенный ранее автором, а также модификацию известных методов нормирования времени следования и расхода топлива, применяемых при рейсовом планировании.

Таким образом, при использовании вышеизложенного подхода не требуется знать детали, из которых складывается строительная стоимость, а оперировать верхней оценкой



стоимости, при которой в рамках прогнозных допущений будет достигнута желаемая рентабельность нового судна.

### Список литературы:

1. Лазарев, А.Н. Особенности оценки стоимости строительства морских и речных судов на основе затратного подхода / А.Н. Лазарев, Л.Н. Буянова. // Транспортное дело России. - 2011. - №9 (94). - С. 136-140. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otsenki-stoimosti-stroitelstva-morskih-i-rechnyh-sudov-na-osnove-zatratnogo-podhoda> (дата обращения: 14.04.2021).
2. Ventura, M. Ship Design I. Costs Estimate [Presentation] / M. Ventura // Centre for Marine Technology and Ocean Engineering. – 2006. - URL: <http://www.centec.tecnico.ulisboa.pt/mventura/Projecto-Navios-I/EN/SD-1.3.2-Costs%20Estimate.pdf> (date of treatment: 14.09.2019).
3. Краев, В.И. Экономические обоснования при проектировании морских судов: *монография* / В.И. Краев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1981. – 280 с.
4. Papanikolaou, A. Ship design. Methodologies of Preliminary Design / A. Papanikolaou. - Heidelberg: Springer, 2014. - P. 635. - ISBN 978-94-017-8750-5.
5. Hekkenberg, R. A building cost estimation method for inland ships / R. Hekkenberg // European Inland Waterway Navigation Conference. 2014. – URL: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:59b327e8-5235-4143-9a4f-774ae88d5514/datastream/OBJ> (date of treatment: 10.05.2021).
6. Минеев, В.И. Аналитический метод расчета строительной стоимости транспортных грузовых судов / В.И. Минеев // Речной транспорт (XXI век). - 2011. - N 3 (51). - С. 67-69. - ISSN 1729-4258.
7. Буянова, Л.Н. Научные основы формирования государственной стратегии перспективного развития морского флота: специальность 08.00.05: автореферат диссертации доктора экономических наук / Буянова Людмила Николаевна; Санкт-Петербургский гос. ун-т водных коммуникаций. – Санкт-Петербург, 1999. – 45 с.
8. Benford, H. The Practical Application of Economics to Merchant Ship Design / H. Benford. // Marine Technology and SNAME News. - 1967. - Vol.4. - No.1. - P. 519 - 536. – ISSN 0025-3316.
9. Kaluzny, B.L. An Application of Data Mining Algorithms for Shipbuilding Cost Estimation / B.L. Kaluzny, S. Barbici, G. Berg, R. Chiomento, D. Derpanis, U. Jonsson, R.H.A.D. Shaw, M.C Smit, F. Ramarosan, // Journal of Cost Analysis and Parametrics. -2011 -4 (1), 2-30. – doi: <https://doi.org/10.1080/1941658x.2011.585336>
10. Shetelig, H. Shipbuilding Cost Estimation Parametric Approach (Master's thesis) / H. Shetelig; Norwegian University of Science and Technology, 2013.
11. Платов, А.Ю. Эксплуатационно-экономическое обоснование параметров речных судов на основе ИТ / А.Ю. Платов, О.Ю. Васильева // Великие реки 2018: Материалы международной научно-методической конференции. ФГБОУ ВО «ВГУВТ». 2018. - ISBN 978-5-901722-60-2. - URL: <http://вф-река-море.рф/2018/PDF/108.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).

## **CALCULATION OF THE COST AND OPERATIONAL PARAMETERS OF THE SHIP BASED ON THE SPECIFIED PROFITABILITY IN FEASIBILITY STUDY OF CARGO SHIP DESIGN**

Oksana J. Vasileva



*Abstract. The article analyzes the existing methods for calculating the construction cost of a ship, their disadvantages when used in modern economic conditions, and the conclusion about the possibility of using them in feasibility study of ship design. The ways of increasing the reliability of the estimation of operating costs due to the construction and use of the model of the hull-propellers-engine complex, as well as the construction of a model of the movement, are proposed. An algorithm for calculating the upper estimate of the construction cost of a ship with a known freight rate and a given payback period is proposed. The conclusion is made about the expediency of using the presented methodology.*

*Keywords: feasibility study of ship design, construction cost of ship, profitability, prototype conversion, component method, index method, calculation method, ship propulsion system, model of the movement.*

