

М.А. Загородников, И.М. Калинин

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПЕРЕВОЗОК ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ**

M.A. Zagorodnikov, I.M. Kalinin

**METHODOLOGICAL APPROACH TO EVALUATING
THE EFFECTIVENESS OF TRAFFIC ALONG
THE NORTHERN SEA ROUTE**

Выполнен анализ индикаторов государственных документов стратегического планирования в области арктической транспортной системы и тарифов на услуги ледоколов по проводке судов по Северному морскому пути, рассмотрены составляющие формирования стоимости перевозок морским флотом. Показана рассогласованность технико-экономических обоснований объектов морской техники с государственными стратегическими задачами. На основе анализа схемы получения выгод по транспортной составляющей и документов государственного стратегического планирования предложены и проанализированы индикаторный показатель эффективности перевозок по Северному морскому пути, построена целевая функция задачи оптимизации. Показано, что переменными целевой функции и ограничений задачи оптимизации являются параметры, характеризующие качество судостроительной продукции. Показана важность программно-целевого планирования в управлении решением государственных стратегических задач в Арктике, обеспечении согласованности государственных стратегических задач и частных задач судостроения. Предложены уровни экономической обоснованности для принятия многокритериального управленческого решения по созданию объектов судостроения и инфраструктуры Северного морского пути. Выполнена оценка влияния приращения целевого параметра на изменение удельной стоимости его приращения. Показано, что для решения поставленных государственных задач необходимо до 2020 года сделать существенный прорыв в развитии перевозок по Северному морскому пути, что может быть достигнуто только путем одновременного увеличения грузооборота и снижения стоимости перевозок. Сделан вывод о крайней важности нахождения компромисса при принятии технико-экономических решений на основе многовариантного анализа, имеющего субъективную составляющую в виде экспертных оценок весовых коэффициентов, а также не обеспеченного необходимым объемом достоверных исходных данных.

СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ; ЛЕДОКОЛ; ТАРИФ; СТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК; СУДОСТРОЕНИЕ; ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ; ЭФФЕКТИВНОСТЬ; ИНДИКАТОРНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ.

The paper presents the analysis of the indicators of the state's strategic planning documents in the field of the Arctic transport system and rates for the services of icebreakers for transport by the Northeast Passage. The components forming the sea transport costs have also been considered. We have revealed the mismatch between the feasibility of marine facilities and the state strategic objectives. Examining the scheme of the benefits from the transport component and the documents of state strategic planning allowed to propose and analyze a technical efficiency index of the transport via the Northeast Passage, and construct an objective function of the optimization problem. It is shown that the variables of the objective function and the constraints of the optimization problem are the parameters characterizing the quality of shipbuilding products. We have proved the importance of program planning in the decision management of strategic state tasks in the Arctic, and of coordinating the national strategic objectives and specific problems of shipbuilding. We have proposed the limits of economic feasibility for adopting a multicriteria management decision on creating shipbuilding objects and the infrastructure of the Northeast Passage. We have estimated the influence of the increment of the target parameter on the change of the specific cost increment. It is shown that a significant breakthrough in the development of traffic along the Northeast Passage is needed before 2020 for solving state tasks, which can only be achieved by simultaneously increasing the turnover and reducing the cost of transportation. We have concluded that it is extremely important to reach a compromise in making technical and economic decisions on the basis of multivariate analysis which has a subjective component in the form of expert estimates of the weight coefficients and is not supported by a necessary amount of reliable baseline data.

NORTHEAST PASSAGE, ICEBREAKER, TARIFF, TRANSPORTATION, SHIPBUILDING, ECONOMIC JUSTIFICATION, EFFICIENCY, INDICATOR INDEX.

Введение. Даже в тяжелый для Российской Федерации финансово-экономический период планы по развитию Северного морского пути (СМП) [1] не изменились [2, 3].

Принят комплексный проект развития СМП с целью реализации потенциала этой акватории, как для транзитного судоходства, так и для доставки грузов из соответствующих пунктов, находящихся на севере России, и в них [4–6]. Вся нормативно-правовая база фактически уже сформирована. Принят специальный закон, приняты правила мореплавания, утверждены размеры платы за ледокольную проводку судов, т. е. массив нормативных актов в целом сформирован, хотя некоторые изменения и дополнения будут необходимы для реализации соответствующего плана. Сегодня выдается более 600 разрешений на проводку судов в год. Объем доставляемых грузов составляет порядка 4 млн т. Потенциал, оцениваемый за период 15 лет – более 80 млн т. То есть в 20 раз возможно увеличение объемов перевозок [7].

Методика и результаты исследования. Развитие СМП и осуществление регулярных перевозок – прерогатива государства. На рис. 1 показана упрощенная схема взаимовыгодного использования СМП (схема получения выгод). Снижение расходов судовладельцев, увеличение грузооборота увеличат рост валового внутреннего продукта (ВВП), рост прибыли товаропроизводителей, судовла-

дельцев, транспортных компаний, которые, с одной стороны, стимулируют дальнейший рост грузооборота, а с другой – дают доход государству в виде налоговых поступлений. Последние обеспечивают расходы государства, в первую очередь, на создание инфраструктуры СМП и ледокольного флота, позволяют повысить благосостояние народа, обеспечить обороноспособность государства и социальную защищенность граждан, что является гарантом дальнейшего социально-экономического роста.

В настоящее время стоимость перевозки морским флотом в основном определяется по дифференциальным тарифам и складывается из стоимости движущихся и стояночных операций. Стоимость стояночных операций, в первую очередь, определяется оснащенностью портовой инфраструктуры. Наибольшую долю в стоимости перевозок по СМП имеют движущиеся операции.

Конкурентоспособность использования северного маршрута транспортного обеспечения поставок из Европы в страны Азиатско-Тихоокеанского региона и обратно зависит от предлагаемого объема валового тоннажа используемого флота и установленных Федеральной антимонопольной службой России, ставшей правопреемницей Федеральной службы по тарифам, тарифов на ледокольную проводку судов в акватории СМП.

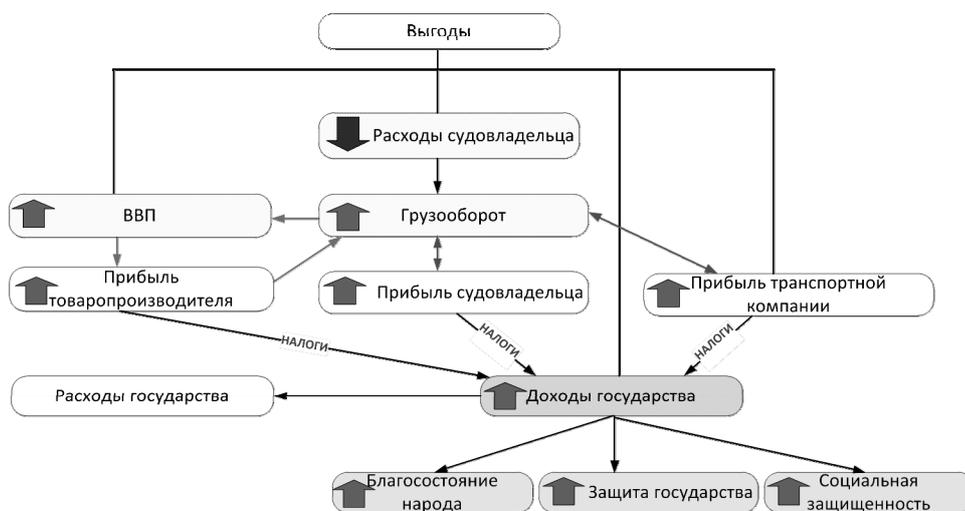


Рис. 1. Схема получения выгод

Транспортные грузовые тарифы представляют собой цены на перевозки грузов и поэтому играют значительную роль в общей системе ценообразования в стране, так как стоимость доставки является составной частью полной стоимости реализуемой продукции и оказывает существенное влияние на уровень цен всех видов продукции.

Тарифы на перевозки грузов, с одной стороны, являются источником получения доходов транспортных организаций, а с другой – определяют расходы грузовладельцев на транспортировку. Поэтому для удовлетворения интересов всех заинтересованных сторон необходимо стремиться, чтобы их уровень был минимальным, но достаточным для обеспечения рентабельной работы транспортных предприятий. Основой для формирования тарифов в любом случае является себестоимость перевозки.

При осуществлении перевозки грузов морским транспортом в ледовых условиях дополнительно устанавливаются тарифы на ледокольную проводку судов. Ледокольная проводка включает обеспечение безопасности плавания судна в акватории СМП при нахождении судна в зоне действия радиосвязи с ледоколом, а именно: ледовую разведку ледоколом, прокладку ледоколом каналов во льду, формирование группы судов и расстановку судов для следования за ледоколом/ледоколами, плавание судна в проложенном во льду канале за ледоколом на буксире, без буксира в одиночном плавании или в составе группы судов [8].

Тарифы (стоимость в рублях за единицу валовой вместимости судна) на ледокольную проводку судов дифференцируются с учетом вместимости судна, ледового класса судна, расстояния, на которое осуществляется проводка этого судна, и периода навигации [9].

В общем виде стоимость ледокольного обеспечения (стоимость услуг ледокола ($C_{y.l}$)) можно представить в виде зависимости:

$$C_{y.l} = f(V_m, L_k, S, P_n, N_z, K), \quad (1)$$

где V_m – валовая вместимость; L_k – ледовый класс проводимого судна; S – расстояние; P_n – период навигации; N_z – номер зоны СМП; K – количество судов в караване.

Валовая вместимость может рассчитываться как произведение наибольшей длины L , ширины B и высоты борта H и коэффициента, равного 0,35 [10]:

$$V_m = L \cdot B \cdot H \cdot 0,35. \quad (2)$$

Ледовый класс проводимого судна устанавливается в соответствии с Правилами классификации и постройки морских судов [11]. Допустимая скорость судов ледового плавания при плавании во льдах: Arc4, Arc5, Arc6, Arc7 – 6–8 узлов, Arc8 – 10 узлов, Arc9 – 12 узлов.

Приказом *n* 45-т/1 от 04.03.2014 г. Федеральной службы по тарифам утверждены тарифы на ледокольную проводку судов, оказываемую ФГУП «Атомфлот» в акватории Северного морского пути [10].

Периоды навигации для целей применения тарифов принимаются в соответствии с периодами навигации, определенными в Правилах плавания: летне-осенним и зимне-весенним.

В качестве зон для целей применения тарифов принимаются участки акватории СМП, определенные в Правилах плавания [10].

Сравнение тарифов на услуги по ледокольной проводке для судов вместимостью 100 тыс. т различных ледовых классов и для разных периодов навигации лето–осень и зима–весна показывает, что:

- тарифы в зимне-весенний период навигации по СМП выше, чем в летне-осенний период;
- тарифы на проводку судов по СМП повышаются при снижении ледового класса судна;
- с увеличением номера зоны для зон 1–6 тарифы повышаются.

Ледокольная составляющая в стоимости перевозки грузов может быть уменьшена за счет отработки тактики проводки судов, в том числе одновременной проводки двух и более судов одним ледоколом.

Таким образом, стоимость услуг ледокола равна произведению тарифа, зависящего от периода навигации и номера арктической зоны, на расстояние, проходимое судном при соответствующих условиях:

$$C_{y.l} = T(V_m, L_k, P_n, N_z)S. \quad (3)$$

С учетом разной тарифной ставки и скорости проводки на участках СМП

$$C_{y.l} = \int_0^{t_{y.l}} T(B_m, L_k, P_n, N_0) v dt. \quad (4)$$

Вопросами оценки эффективности морской техники активно занимались ФГУП «Крыловский государственный научный центр» [12] ЦНИИ «Румб» (сейчас ОАО «Румб»), АО «ЦНИИ морского флота» и другие организации. Исследования и разработки этих организаций легли в основу используемых в настоящее время руководящих документов по технико-экономическому обоснованию (ТЭО) объектов морской техники [13, 14]. При этом основным документом для ТЭО являются Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов [15].

Выполненные оценки экономической эффективности свидетельствуют о возможной безубыточности использования объектов арктической морской техники при прогнозируемых годовых эксплуатационных расходах и действующих тарифах на ледокольную проводку судов в акватории СМП.

Вместе с тем объекты при проведении ТЭО рассматриваются в отрыве от стратегических государственных задач и не дают ответа на вопрос, какой вклад вносится в достижение индикаторов государственных стратегических документов.

Одним из таких документов является Стратегия развития судостроительной промышленности до 2020 года и на дальнейшую перспективу [16]. В Стратегии заданы отдельные экономические и технические индикаторные показатели для транспортных морских объектов СМП:

- снижение энергозатрат при эксплуатации на 10–15 %;
- снижение весовых характеристик на 10–15 %;
- повышение на 20–25 % ледопроницаемости;
- повышение в 1,2–1,4 раза экономической эффективности перевозок.

Другим документом является Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы» [17], в которой определен индикатор «Увеличение

объема перевозок грузов по Северному морскому пути до 63,7 млн т к 2020 году».

С учетом целевого индикатора – объема перевозок (грузооборота) по СМП в год ($V_{гр}$) индикаторный показатель эффективности перевозок:

$$\Theta_{п} = \frac{V_{гр}}{C_{тр}}, \quad (5)$$

где $C_{тр}$ – полная стоимость транспортировки (годовые совокупные затраты).

Зададимся приведенным выше значением индикаторного показателя экономической эффективности перевозок по СМП $I_{Эп}$, равным 1,4, и приняв за базовое значение объем перевозок 4 млн т, получим требуемую динамику изменения стоимости перевозок в относительных единицах, показанную на рис. 2.

Из рис. 2 можно сделать вывод, что для решения поставленных государственных задач необходимо до 2020 г. сделать существенный прорыв в развитии перевозок по СМП. Это может быть достигнуто только путем одновременного увеличения грузооборота и снижения стоимости перевозок.

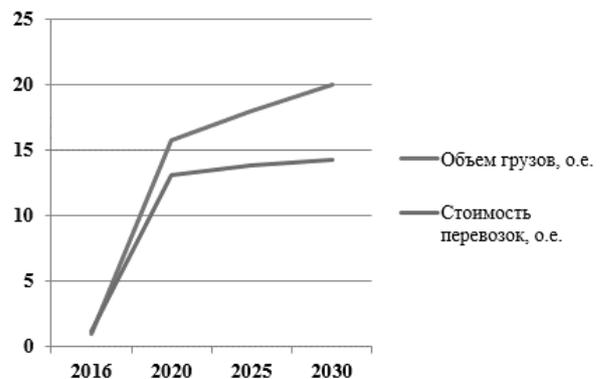


Рис. 2. Динамика грузооборота и стоимости перевозок по СМП

Заданной динамики можно достичь лишь обеспечив четкую корреляцию между государственными стратегическими задачами и частными задачами судостроения, включая обоснованность требований к объектам морской техники и оптимизацию ее стоимостных показателей.

Рассмотрим схему получения выгод по транспортной составляющей представленную на рис. 3.

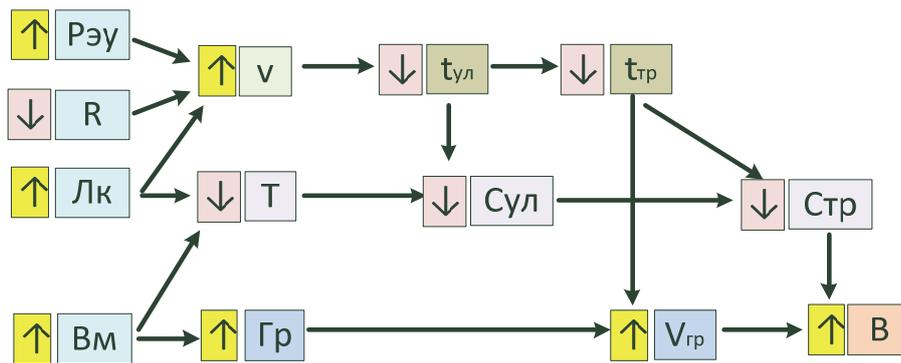


Рис. 3. Схема получения выгод по транспортной составляющей

С повышением ледового класса увеличивается скорость движения судна (v), что ведет к уменьшению полного времени транспортировки ($t_{тр}$), снижению тарифов ледокольного обеспечения и его стоимости за счет сокращения времени услуг ледокола ($t_{ул}$) и, в конечном счете, к снижению полной стоимости ледокольного сопровождения и полной стоимости транспортировки ($C_{тр}$) [18].

К увеличению скорости транспортировки также приводят увеличение мощности энергетической установки ($P_{эy}$) и снижение сопротивления движению судна (R).

Увеличение вместимости судна ведет к снижению тарифов на ледокольную проводку и, соответственно, к уменьшению удельной ее стоимости. Увеличивается грузооборот ($гр$), что также ведет к снижению удельной стоимости ледокольного сопровождения, увеличению полного грузооборота и большим экономическим выгодам (B) судовладельца (товаропроизводителя) и государства. В конечном счете, экономические выгоды (доходы) за вычетом суммарных издержек должны обеспечить получение прибыли.

Поскольку затраты можно разделить на затраты движенических операций $C_{дв}$ и затраты стояночных операций $C_{ст}$, то из выражения (5) получим:

$$\Theta_{п} = \frac{V_{гр}}{C_{дв} + C_{ст}}. \quad (6)$$

Целевая функция оптимизации в этом случае может быть записана следующим образом:

$$F_{\Theta_{п}} = F(V_{гр}, C_{дв} + C_{ст}) \rightarrow \max. \quad (7)$$

Очевидно, что максимум достигается при условии:

$$F_{\Theta_{п}} = \begin{cases} V_{гр} \rightarrow \max, \\ C_{дв} \rightarrow \min, \\ C_{ст} \rightarrow \min. \end{cases} \quad (8)$$

При этом имеется значительное количество ограничений как технического – существующего и достижимого в заданный момент времени уровня технологий, так и экономического характера – ограничений в финансовых ресурсах. Важную роль здесь играют ограничения по необходимому соотношению качества продукции судостроения и ее стоимости.

В этом случае предлагается использовать ограничения по следующим показателям:

– удельная цена приращения ледопроницаемости (приращение стоимости ΔC_H для прохождения ледового поля с толщиной льда, большей на ΔH_l , млн руб./см:

$$U_l = \Delta C_H / \Delta H_l; \quad (9)$$

– удельная цена приращения вместимости судна (приращение стоимости $\Delta C_{Вм}$ при повышении вместимости на $\Delta V_{Вм}$, млн руб./тыс. м³:

$$U_{Вм} = \Delta C_{Вм} / \Delta V_{Вм}; \quad (10)$$

– удельная цена приращения мощности энергетической установки (приращение стоимости $\Delta C_{P_{эy}}$ при повышении мощности энергетической установки на $\Delta P_{эy}$, млн руб./МВт:

$$U_{P_{эy}} = \Delta C_{P_{эy}} / \Delta P_{эy}; \quad (11)$$

– удельная цена приращения скорости (приращение стоимости ΔC_v для повышения скорости судна на Δv , млн руб./узл.:

$$U_v = \Delta C_v / \Delta v; \quad (12)$$

– удельная цена приращения ширины ледового канала (приращение стоимости ΔC_k для увеличения ширины прокладываемого ледоколом канала на ΔB_k м), млн руб./м:

$$U_k = \Delta C_k / \Delta B_k; \quad (13)$$

– удельная цена приращения времени стояночных операций (приращение стоимости ΔC_u для снижения времени стояночных операций ΔT_c , млн руб./ч:

$$U_c = \Delta C_u / \Delta T_c. \quad (14)$$

Возможны и другие удельные показатели, которые необходимы для принятия многокритериального оптимального управленческого решения по созданию объектов судостроения и инфраструктуры СМП. При этом удельные показатели могут быть распределены по этапам технико-экономического обоснования указанных элементов СМП. Такие этапы предлагается называть уровнями экономической обоснованности (УЭО). Признаки УЭО следующие:

- каждому УЭО соответствует конкретный и конечный набор удельных технико-экономических показателей;
- на каждом УЭО принимается решение о начале (продолжении), корректировке или прекращении создания объектов для СМП.

Предлагается следующее описание УЭО:

УЭО-1 – создана структура системы и сформулированы функции ее элементов.

Имеется программно-целевой граф, сформированы индикаторные показатели и экспертным путем зафиксированы весовые коэффициенты;

УЭО-2 – разработана функционально-экономическая модель системы. Выбраны варианты функционирования системы;

УЭО-3 – выполнен сравнительный расчет вариантов функционирования и выбран вариант для дальнейшей разработки;

УЭО-4 – проведен стоимостный (экономический) анализ выбранного варианта системы и определены технико-экономические риски создания системы;

УЭО-5 – проведено сравнение (валидация) результатов анализа и индикаторных показателей с фактическими показателями созданной системы и выполнены корректировка методологии.

Рассмотрим вопросы формирования индикаторных показателей для УЭО-1.

Из (5) следует:

$$C_{тр} = \frac{V_{гр}}{\Theta_n}. \quad (15)$$

Методологической основой такой корреляции может служить программно-целевое планирование [19, 20].

Представим составляющие эффективности перевозок по СМП в виде графа, изображенного на рис. 4.

На рис. 4 эффективности движенических операций соответствует индикаторный показатель $I_{Эд}$ и весовой коэффициент $K_{в1}$, а стояночных – $I_{Эс}$, $K_{в2}$. Аналогично показаны индикаторные показатели и весовые коэффициенты для составляющих основных операций.



Рис. 4. Граф эффективности перевозок по СМП

Эффективность перевозок по СМП рассчитывается по формуле

$$I_{Эп} = K_{в1} I_{Эд} + K_{в2} I_{Эс}. \quad (16)$$

Предположим, что эффективность стояночных операций не изменится, т. е. $I_{Эс} = 1$.

Примем $K_{в1} = 0,6$, $K_{в2} = 0,4$, тогда чтобы $I_{Эп} = 1,4$, необходимо $I_{Эд} = (1,4 - 0,4)/0,6 = 1,66$, что достичь практически невозможно, так как для этого относительные изменения параметров технологий судостроения должны превысить пределы технически достижимого уровня.

Таким образом, для достижения заданной эффективности необходим или большой технологический скачок по одному направлению или почти равномерное повышение эффективности всех направлений.

Графы должны в дальнейшем декомпозироваться на глубину вплоть до конкретных технических и производственных параметров. Декомпозиция должна быть проведена по каждому направлению, например:

- повышение мощности может достигаться через увеличение номинальной мощности, а также за счет энергоэффективных технологий;
- повышение ледопроеходимости – через повышение прочности и новые конструктивные решения, методы снижения ледовых нагрузок;
- снижение сопротивления движению – через обводы корпуса при проектировании, очистка корпуса – при эксплуатации;
- вместимость – через проектную вместимость, а также уменьшение массы и габаритов оборудования.

По каждой составляющей могут быть конкретно определены индикаторные показатели. Пусть, например, поставлена задача достичь следующих показателей: по увеличению мощности – на 20 %, $I_{11} = 1,2$; по снижению сопротивления движению – на 30 %, $I_{21} = 1,3$; по повышению ледопроеходимости – на 20 %, $I_{31} = 1,2$; по повышению грузоподъемности – на 30 %, $I_{41} = 1,3$.

В этом случае, для движущихся операций в соответствии с рис. 4 имеем уравнение

$$K_{в11} I_{11} + K_{в21} I_{21} + K_{в31} I_{31} + K_{в41} I_{41} = I_{Эд}. \quad (17)$$

Далее все показатели будем рассматривать в относительных единицах, которые получаются путем деления значения показателя в физических единицах на принятое базисное значение также в физических единицах.

Индикаторные показатели соответствуют требуемым относительным значениям конкретных характеристик, отнесенных к затратам:

$$K_{в11} \frac{P_{эу}}{C_{Pэу}} + K_{в21} \frac{R}{C_R} + K_{в31} \frac{H_{л}}{C_H} + K_{в41} \frac{V_{ВМ}}{C_{ВМ}} = I_{Эд}, \quad (18)$$

где C_i – затраты на изменение соответствующего параметра i .

Весовые коэффициенты определяются экспертным путем.

Пусть предполагается достичь $I_{Эд} = 1,4$. Зададим предварительно весовые коэффициенты $K_{в21} = K_{в31} = 0,1$. Тогда

$$K_{в11} \frac{P_{эу}}{C_{Pэу}} + 0,1 \frac{R}{C_R} + 0,1 \frac{H_{л}}{C_H} + K_{в41} \frac{V_{ВМ}}{C_{ВМ}} = 1,4. \quad (19)$$

Для решения уравнения необходимо задаться тремя неизвестными характеристиками. С учетом прогноза научно-технологического развития и реальных возможностей изменения требований РС предположим, что эффективность по сопротивлению движению к 2030 г. может измениться в 1,3 раза, а по ледопроеходимости – в 1,2 раза. Мощность будем варьировать. Тогда:

$$K_{в11} \frac{P_{эу}}{C_{Pэу}} + 0,25 + K_{в41} \frac{V_{ВМ}}{C_{ВМ}} = 1,4; \quad (20)$$

$$\frac{V_{ВМ}}{C_{ВМ}} = \left(1,15 - K_{в11} \frac{P_{эу}}{C_{Pэу}} \right) / K_{в41}. \quad (21)$$

Решением уравнения являются прямые линии на рис. 5 для различных весовых коэффициентов для мощности и вместимости.

Видим, что изменение индикатора мощности в 2 раза дает меньшее изменение индикатора вместимости, причем тем меньше, чем меньше вес мощности.

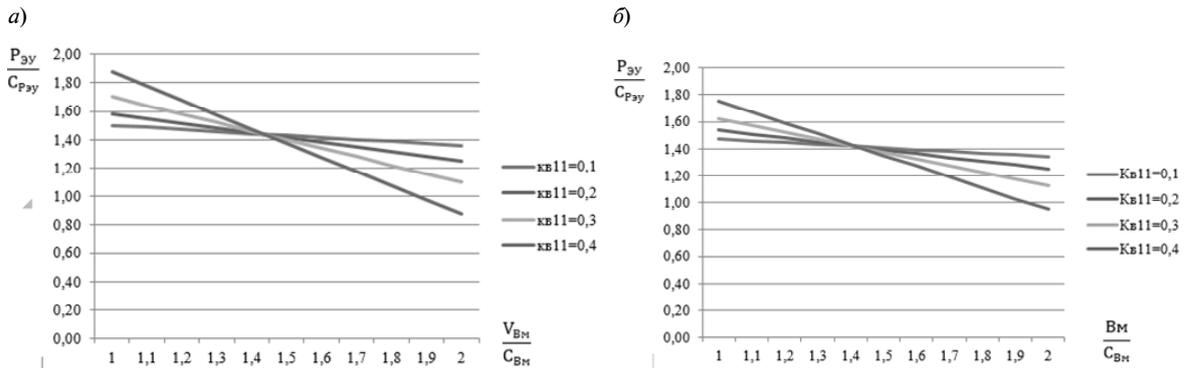


Рис. 5. Зависимости индикатора вместимости от индикатора мощности при вариации значений весовых коэффициентов мощности и при значении весовых коэффициентов
 а) при сопротивлении движению 0,1 и б) ледопроходимости 0,05

Из рис. 5, а следует, что при достижении повышения индикатора грузовместимости на 30 % индикатор по мощности должен достигать значений более 1,45, из чего следует, что поставленная выше задача невыполнима.

Предположим, что весовые коэффициенты сопротивления движения и ледопроходимости меньше в 2 раза (рис. 5, б). Тогда:

$$K_{B11} \frac{P_{ay}}{C_{ay}} + 0,125 + K_{B41} \frac{V_{BM}}{C_{BM}} = 1,4; \quad (22)$$

$$\frac{V_{BM}}{C_{BM}} = \left(1,275 - K_{B11} \frac{P_{ay}}{C_{ay}} \right) / K_{B41}. \quad (23)$$

Из рис. 5, б видим, что изменение индикатора мощности в 2 раза дает меньшее изменение индикатора вместимости, чем при большей важности ледопроходимости и сопротивления движению.

Таким образом, для достижения эффективности СМП необходимо достижение эффективности соответствующих показателей по всем направлениям. Например, $I_{эд} = 1,4$ достигается при увеличении индикатора мощности примерно в 1,4 раза и одновременно индикатора вместимости также примерно в 1,4 раза.

Индикаторный показатель со временем изменяется на некоторое приращение ΔI . Так, для показателя мощности:

$$I_{11} = \frac{P_{ay}}{C_{ay}} + \Delta I_{11} = \frac{P_{ay} + \Delta P_{ay}}{C_{ay} + \Delta C_{ay}}. \quad (24)$$

Используя удельное приращение и переводя его в относительные единицы с помощью выражения

$$u_{P_{ay}} = \frac{\Delta C_{ay}}{\Delta P_{ay}} \frac{P_{ay}}{C_{ay}}, \quad (25)$$

получаем:

$$I_{11} = \frac{P_{ay} + \Delta P_{ay}}{C_{ay} + u_{P_{ay}} \Delta P_{ay}}. \quad (26)$$

Если принять за базовое значение текущие уровни мощности и ее стоимости, то

$$P_{ay} = 1 \text{ и } C_{ay} = 1. \quad (27)$$

Тогда из (24), (26) и (27):

$$1 + \Delta I_{11} = \frac{1 + \Delta P_{ay}}{1 + \Delta P_{ay} u_{P_{ay}}}, \quad (28)$$

откуда

$$\Delta I_{11} = \frac{1 + \Delta P_{ay}}{1 + \Delta P_{ay} u_{P_{ay}}} - 1 = \frac{\Delta P_{ay}(1 - u_{P_{ay}})}{1 + \Delta P_{ay} u_{P_{ay}}}. \quad (29)$$

Аналогичные выражения могут быть получены для приращений других показателей, определяющих эффективность транспортировки грузов по СМП.

Выразим из (29) удельную стоимость приращения мощности:

$$u_{P_{ay}} = \frac{\Delta P_{ay} - \Delta I_{11}}{\Delta P_{ay} + \Delta I_{11} \Delta P_{ay}}. \quad (30)$$

Зададимся значениями ΔP_{ay} и ΔI_{11} и рассчитаем удельную стоимость приращения мощности (рис. 6).

0,40	ΔI_{11}	0,10	0,20	0,30
0,45	$\Delta P_{э,у}$	0,15	0,25	0,35
0,08	$u_{р,у}$	0,30	0,17	0,11

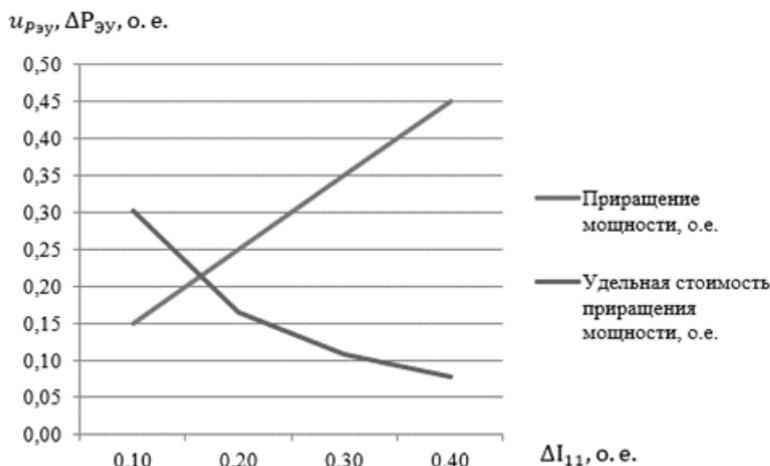


Рис. 6. Зависимость удельной стоимости приращения мощности от приращений индикаторного показателя и мощности

Из рис. 6 видим, что при линейном изменении приращения мощности изменение удельной стоимости приращения мощности имеет нелинейный характер. Темп снижения удельной стоимости снижается с увеличением приращения индикаторного показателя. Так, для достижения приращения эффективности по мощности на 10 % необходим рост мощности на 15 % и снижение удельной стоимости в 3,3 раза. А для достижения приращения эффективности по мощности на 40 % при технически реальном росте мощности на 15 % требуется снижение удельной стоимости в 12,5 раза. Это свидетельствует о крайне важном нахождении компромисса при принятии технико-экономических решений на основе многовариантного анализа, имеющего субъективную составляющую в виде экспертных оценок весовых коэффициентов, а также не обеспеченного на различных УЭО необходимым объемом достоверных исходных данных.

Выводы

1. С учетом целевого индикатора – объема перевозок по СМП в год за индикаторный показатель эффективности перевозок предлагается принять отношение грузооборота к годовым совокупным затратам.

2. В качестве ограничений в целевой функции эффективности СМП предлагаются ограничения, показывающие соотношение качества продукции судостроения и ее стоимости.

3. Принятие многокритериального оптимального управленческого решения по созданию объектов судостроения и инфраструктуры СМП предлагается осуществлять на уровнях экономической обоснованности, соответствующих основным этапам технико-экономического обоснования принятия решений.

4. Заданной динамики развития СМП можно достичь через четкую корреляцию государственных стратегических задач с частными задачами судостроения, включая обоснованность требований к объектам морской техники и оптимизацию ее стоимостных показателей. Методологической основой такой корреляции является программно-целевое планирование.

5. При линейном изменении приращения целевого параметра изменение удельной стоимости приращения данного параметра имеет нелинейный характер. Темп снижения удельной стоимости понижается с увеличением приращения индикаторного показателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации № 81-ФЗ от 30.04.1999 г., ст. 5.1 (ред. от 13.07.2015 г.).
2. **Чичкин А.** Маршрут проложен // Российская Бизнес-газета. № 1002(23).
3. **Пересыпкин В.И.** ОАО «ЦНИИМФ». Проблемы и решения арктической транспортной системы. URL: <http://www.morvesti.ru/tems/detail.php?ID=29149>
4. **Олерский В.** Комплексный проект развития Северного морского пути // Транспортная стратегия XXI века. 2015. № 29. Рубрика: Россия в Арктике.
5. **Галушка А.** Модель развития Северного морского пути будет разработана до июля 2016 года // Российская экономика. 2015. 16 ноября.
6. О комплексном проекте развития Северного морского пути / Правительство России: [сообщение А. Дворковича на совещании с вице-премьерами 8 июня 2015 г.].
7. Социально-экономическое развитие арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года : Государственная программа РФ, утв. Пост. Правительства РФ № 366 от 21.04.2014 г.
8. Правила плавания в акватории СМП / Министерство транспорта РФ : Приказ от 17.01.2013 г. П. 7. Об утверждении правил плавания в акватории Северного морского пути.
9. Об утверждении Положения о государственном регулировании тарифов на ледокольную проводку судов, ледовую лоцманскую проводку судов в акватории Северного морского пути : Пост. Правительства РФ № 388 от 24.04.2015 г.
10. Об утверждении правил применения тарифов на ледокольную проводку судов в акватории СМП / Федеральная служба по тарифам: приказ от 04.03.2014 г., п. 46-т/2.
11. Правила классификации и постройки морских судов // Российский морской регистр судоходства. 2015.
12. URL: <http://krylov-center.ru/rus/activities/system-integration-technologies/system-integration-in-the-field-of-civil-shipbuilding/the-latest-developments-and-customers.php>
13. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) на предприятиях отрасли / ЦНИИ «Румб», 1991 г.
14. Нормативы для определения строительной стоимости судна и суточных эксплуатационных расходов / ОАО «ЦНИИ МФ», 1990 г.
15. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Утв. Министерством экономики и Министерством финансов РФ № ВК 477 от 21.06.1999 г.
16. Стратегия развития судостроительной промышленности до 2020 года и на дальнейшую перспективу.
17. Развитие транспортной системы : Государственная программа РФ.
18. О стратегическом планировании в РФ : Федер. закон РФ № 172-ФЗ от 28.06.2014 г.
19. **Дутов А.В., Калинин И.М.** Формирование научно-технического задела в судостроении: моногр. СПб.: ФГУП «Крыловский гос. науч. центр», 2013.
20. **Цой Л.Г., Андрюшин А.В., Штрек А.А.** Обоснование основных параметров перспективных крупнотоннажных газовозов для Арктики // Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. № 3(97).

REFERENCES

1. Kodeks trgovogo moreplavaniia Rossiiskoi Federatsii № 81-FZ ot 30.04.1999 g., st. 5.1 (red. ot 13.07.2015 g.). (rus)
2. **Chichkin A.** Marshrut prolozhen. *Rossiiskaia Biznes-gazeta*. № 1002(23). (rus)
3. **Peresyypkin V.I.** ОАО «TsNIIMF». Problemy i resheniia arkticheskoi transportnoi sistemy. URL: <http://www.morvesti.ru/tems/detail.php?ID=29149> (rus)
4. **Olerskii V.** Kompleksnyi proekt razvitiia Severnogo morskogo puti. *Transportnaia strategii XXI veka*. 2015. № 29. Rubrika: Rossiia v Arktike. (rus)
5. **Galushka A.** Model' razvitiia Severnogo morskogo puti budet razrabotana do iul'ia 2016 goda. *Rossiiskaia ekonomika*. 2015. 16 noiabria. (rus)
6. O kompleksnom proekte razvitiia Severnogo morskogo puti. Pravitel'stvo Rossii: soobshchenie A. Dvorkovicha na soveshchaniia s vitse-prem'erami 8 iun'ia 2015 g. (rus)
7. Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda : Gosudarstvennaia programma RF, utv. Post. Pravitel'stva RF № 366 ot 21.04.2014 g. (rus)
8. Pravila plavaniia v akvatorii SMP. Ministerstvo transporta RF : Prikaz ot 17.01.2013 g. P. 7. Ob utverzhdenii pravil plavaniia v akvatorii Severnogo morskogo puti. (rus)
9. Ob utverzhdenii Polozheniia o gosudarstvennom regulirovanii tarifov na ledokol'nuiu provodku sudov, ledovuiu lotsmanskuiu provodku sudov v akvatorii Severnogo morskogo puti : Post. Pravitel'stva RF № 388 ot 24.04.2015 g. (rus)
10. Ob utverzhdenii pravil primeneniia tarifov na ledokol'nuiu provodku sudov v akvatorii SMP. Federal'naiia sluzhba po tarifam: prikaz ot 04.03.2014 g., p. 46-t/2. (rus)
11. Pravila klassifikatsii i postroiiki morskikh sudov. *Rossiiskii morskoi registr sudokhodstva*. 2015. (rus)

12. URL: <http://krylov-center.ru/rus/activities/system-integration-technologies/system-integration-in-the-field-of-civil-shipbuilding/the-latest-developments-and-customers.php> (rus)

13. Instruktsiia po planirovaniu, uchetu i kal'kulirovaniu sebestoimosti produktsii (rabot, uslug) na predpriatiiakh otrasli. TsNII «Rumb», 1991 g. (rus)

14. Normativy dlia opredeleniia stroitel'noi stoimosti sudna i sutochnykh ekspluatatsionnykh raskhodov. OAO «TsNII MF», 1990 g. (rus)

15. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proektov (vtoraia redaktsiia). Utv. Ministerstvom ekonomiki i Ministerstvom finansov RF № VK 477 ot 21.06.1999 g. (rus)

16. Strategiiia razvitiia sudostroitel'noi promyshlennosti do 2020 goda i na dal'neishuiu perspektivu. (rus)

17. Razvitie transportnoi sistemy : Gosudarstvennaia programma RF. (rus)

18. O strategicheskom planirovanii v RF : Feder. zakon RF № 172-FZ ot 28.06.2014 g. (rus)

19. **Dutov A.V., Kalinin I.M.** Formirovanie nauchno-tekhnicheskogo zadela v sudostroenii: monogr. SPb.: FGUP «Krylovskii gos. nauch. tsentr», 2013. (rus)

20. **Tsoi L.G., Andriushin A.V., Shtrek A.A.** Obosnovanie osnovnykh parametrov perspektivnykh krupnotonnazhnykh gazovozov dlia Arktiki. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. 2013. № 3(97). (rus)

ЗАГОРОДНИКОВ Михаил Александрович – исполнительный директор ФГУП «Крыловский государственный научный центр», кандидат экономических наук.

196158, Московское ш., д. 44, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: vm007@mail.ru

ZAGORODNIKOV Mikchail A. – Krylov State Research Centre.

196158. Moskovskoe shosse 44. St. Petersburg. Russia. E-mail: vm007@mail.ru

КАЛИНИН Игорь Михайлович – начальник отдела перспективного развития предприятия, ФГУП «Крыловский государственный научный центр», доктор технических наук.

196158, Московское ш., д. 44. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: kaigmi@mail.ru

KALININ Igor' M. – Krylov State Research Centre.

196158. Moskovskoe shosse 44. St. Petersburg. Russia. E-mail: kaigmi@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 08.08.16