

УДК 629.12.001

ВЫБОР ФУНКЦИИ ЦЕЛИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

Несин Д. Ю., Новиков А. И.

Рассматриваются вопросы выбора функции цели при проектировании и оптимизации транспортных судов

Задача проектирования любого гражданского судна сводится к разработке такого проекта, при осуществлении которого будущее судно в течение всего срока эксплуатации должно давать наилучший экономический эффект [1].

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \max, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{эф}}$ – мера экономического эффекта, которую принято называть функцией цели.

Когда ещё существовал Советский Союз, в соответствии с постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума АН СССР при определении экономической эффективности капитальных вложений необходимо было руководствоваться «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений». Согласно этой методике расчеты общей экономической эффективности капитальных вложений осуществляются на всех стадиях разработки годовых и пятилетних планов, а также планов, рассчитанных на более длительную перспективу как по народному хозяйству в целом, так и по отдельным предприятиям, стройкам и объектам.

В расчетах общей экономической эффективности капитальных вложений по отдельным предприятиям, стройкам и объектам в качестве функции цели принимается отношение прибыли к капитальным вложениям [1]

$$\mathcal{E}_{\text{кп}} = \frac{Ц - С}{К}, \quad (2)$$

где K – сметная стоимость строящегося объекта (капитальные затраты по осуществлению мероприятия, технико-экономической проблемы и т. п.); $Ц$ – стоимость годового выпуска продукции (по проекту) в оптовых ценах (без налога с оборота); $С$ – себестоимость годового выпуска продукции. Отыскание оптимального варианта расчета экономической эффективности капитальных вложений для рассматриваемого предприятия (в данном случае судна) при этом сводится к поиску экстремума функции цели.

Согласно упомянутой выше методике для проектируемого судна при условии выпуска (переработки, транспортировки) им одноименной продукции поиск оптимального варианта производится по формуле

сравнительной экономической эффективности капитальных вложений [2], отражающей минимум приведенных затрат,

$$C_i + E_n \cdot K_i = \min, \quad (3)$$

где C_i – текущие затраты (себестоимость); E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K_i – капитальные вложения по различным вариантам разрабатываемого проекта. Приведённые затраты определяются по формуле

$$\bar{\mathcal{E}}_{п.з} = \frac{C_i + E_n \cdot K_i}{Q_i} = \min, \quad (4)$$

где Q_i – годовая производительность проектируемого судна

Требования безопасности плавания накладывают ограничения на рассматриваемые варианты судов как показано на рисунке 1. Так, если они ограничивают искомую характеристику судна (грузоподъемность, скорость и т. п.) x_{opt} , например, по условиям обеспечения остойчивости,

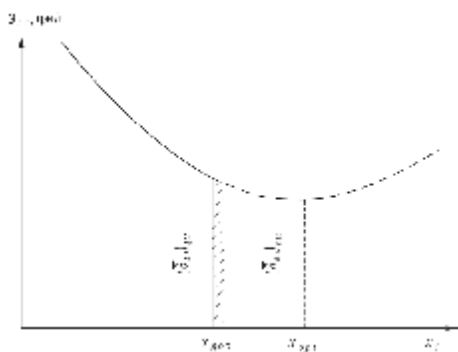


Рисунок 1 – Ограниченный экстремум искомой функции

то $\bar{\mathcal{E}}_{п.з}$ приходится принимать не минимальным, а соответствующим допустимому значению $x_{доп}$ (ограниченный экстремум функции цели).

Выбор оптимальных вариантов судов представляет сложную задачу. В более широком плане эта задача поставлена В. М. Пашиным [3]. Она включает в себя определение оптимальных типов судов и установление потребности в их количестве. При этом рекомендуется

учитывать взаимодействие судов различного назначения (добывающих, производственно-добывающих, транспортных и др.), а также размеры серий намечаемых к постройке судов. Рекомендуется учитывать эффект от работы как новых судов, так и уже находящихся в эксплуатации. Необходимо также оценивать возможности использования судна в новых ситуациях, отличных от проектных. При такой постановке задачи могут быть выявлены элементы и характеристики, которые в новой (измененной) ситуации будут достаточно устойчивы и мало повлияют на эффективность работы судна. Некоторые характеристики в новых условиях работы судна могут существенно уменьшить его эффективность. Это обстоятельство необходимо учитывать на всех стадиях разработки проекта любого судна. Инвестиционный проект (ИП) – это обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений,

в том числе необходимая проектно-сметная документация, разработанная в соответствии с законодательством Украины и утвержденными в установленном порядке стандартами (нормами и правилами), а также описанием практических действий по осуществлению инвестиций (бизнес-план) [4]. Инвестиционный проект порождается некоторым проектом судна или морской инженерной конструкции обоснование целесообразности и характеристики которых он содержит. В связи с этим под теми или иными свойствами, характеристиками или параметрами ИП (тип судна, продолжительность постройки, срок и район эксплуатации, денежные потоки и пр.) следует понимать соответствующие свойства, характеристики или параметры порождаемого им проекта судна. Один из основных показателей, используемых для расчетов эффективности ИП, – чистый доход

Чистым доходом (другие названия – ЧД, *Net Value, NV*) называется накопленный экономический эффект за расчетный период [4]. При вычислении данной величины расчётный период (жизненный цикл судна или срок его эксплуатации) разбивается на равные временные интервалы, называемые шагами и обозначаемые m ($m = 0, 1, 2, 3 \dots$):

$$\text{ЧД} = K + \sum_m \phi_m, \quad (5)$$

где $\phi_m = \Pi_{\Gamma m} - C_m$; K – капитальные вложения на разработку нового проекта и строительство головного судна; $\Pi_{\Gamma m}$ – чистый доход получаемый судовладельцем за год (на m – ом расчётном шаге);

$\Pi_{\Gamma m} = \alpha_{\Gamma m} \cdot P_{\Gamma p} \cdot n_{\Gamma m} \cdot p_i$; $P_{\Gamma p}$ – грузоподъёмность судна (или количество перевозимых за рейс грузов, выполняемых работ); $\alpha_{\Gamma m}$ – средний коэффициент использования грузоподъёмности $P_{\Gamma p}$ за один коммерческий рейс на m – ом расчётном шаге; $n_{\Gamma m}$ – количество коммерческих рейсов за год (на m – ом расчётном шаге); p_i – средняя стоимость одной единицы (тонны) перерабатываемого судном за рейс груза (выполняемой работы); C_m – годовые эксплуатационные расходы судна на m – ом расчётном шаге.

Важнейшим показателем эффективности проекта является чистый дисконтированный доход (другие названия – ЧДД, *интегральный эффект, Net Present Value, NPV*) – накопленный дисконтированный эффект за расчетный период. ЧДД рассчитывается по формуле

$$\text{ЧДД} = K + \sum_m \phi_m \cdot \epsilon_m(q). \quad (6)$$

Здесь основным экономическим нормативом, используемым при дисконтировании является норма дисконта q ($q = \text{const}$, принимается на всём расчётном периоде) выражаемая в долях единицы или в процентах в

год. Дисконтирование денежного потока на m -ом шаге осуществляется путем умножения его значения ϕ_m на коэффициент дисконтирования ϵ_m , рассчитываемый по формуле:

$$\epsilon_m = \frac{1}{(1+q)^{t_m-t_0}}, \quad (7)$$

где t_0 – момент начала расчётного периода, годы; t_m – момент окончания расчётного периода (m -ого шага), годы. В (7) q может принимать значения от 0 до 1,0.

ЧД и ЧДД характеризуют превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта судна, соответственно без учета и с учетом неравноценности эффектов (а также затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени. Разность ЧД-ЧДД нередко называют дисконтом проекта. Для признания проекта эффективным с точки зрения инвестора необходимо чтобы ЧДД проекта был положительным; при сравнении альтернативных проектов предпочтение должно отдаваться проекту с большим значением ЧДД (при выполнении условия его положительности).

Для наглядности произведём расчёт в соответствии с изложенной методикой на примере контейнеровоза

Следует отметить, что в течение последних лет развитие международного линейного судоходства на основных направлениях мировой торговли полностью определялось контейнеризацией перевозок и увеличением роли специализированного тоннажа (контейнеровозов, ролкеров, лихтеровозов) в линейных перевозках. Это связано с расширением практики контейнерных перевозок по схеме «от двери до двери» и увеличением так называемых интермодальных перевозок. В интермодальных перевозках контейнеров участвуют несколько видов транспорта (морской, речной, железнодорожный, автомобильный, воздушный), обеспечивающих транспортировку груза по всей цепи от склада отправителя до склада получателя по единому коносаменту комбинированной перевозки.

Расчёт K и C_m производится в соответствии с [2]. Произведём сравнительный расчёт ЧДД по нескольким вариантам судна, отличающимся только скоростью хода V_s , при этом: перевозки осуществляются между портами Ильичевск – Роттердам; дальность плавания $R = 4125$ миль; адмиралтейский коэффициент принимаем $C_A = 465$; стоимость перевозки одного контейнера $p_i = 450$ дол.; $\alpha_{\Gamma m} = 1,0$; принимаем норму дисконта $q = 0,1$ [4]; рассматриваемый период времени 6 лет, т. е. m принимает значения от 0 до 6.

Результаты расчёта представлены в таблицах 1, 2 и на рисунке 2. Таблица 1 – это типовая таблица для расчётов ЧДД. Она показывает принципиальную схему расчёта для рассматриваемого судна при скорости хода $v_S = 10$ узлов. Таблица 2 сводная – в ней собраны результаты расчёта для всего рассматриваемого диапазона скоростей v_S , от 10 до 24 узлов. Таблица 1 – Расчёт ЧДД при скорости судна $v_S = 10$ узлов

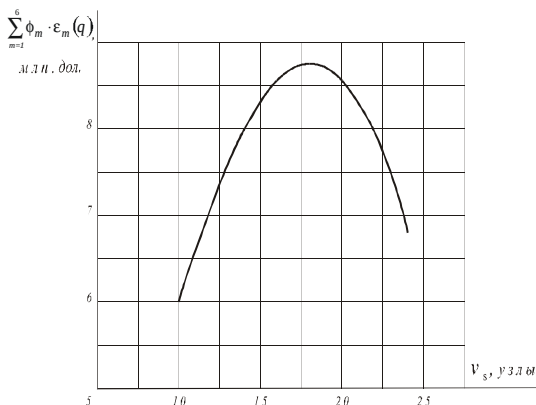


Рисунок 2 – График зависимости накопленного эффекта от расчетной скорости хода судна за прошедший период времени

Показатель	Номер на шаг расчета (m)						
	0	1	2	3	4	5	6
Кап. вложения K , млн. дол.	12,43	0	0	0	0	0	0
Число рейсов за год $n_{Гm}$	9						
Доход за год $П_{Гm}$, млн. дол.	0	2,085	2,085	2,085	2,085	2,085	2,085
Расход за год C_m , млн. дол.	0	-0,713	-0,713	-0,713	-0,713	-0,713	-0,713
ϕ_m (строка 3 + строка 4), млн. дол.	0	1,372	1,372	1,372	1,372	1,372	1,372
Коэф. дисконтирования $\varepsilon_m(q)$	1,000	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	0,564
$\sum_m \phi_m \cdot \varepsilon_m(q)$, млн. дол.	0,000	1,247	2,381	3,412	4,349	5,201	5,975
$ЧДД = \phi_0 + \sum_m \phi_m \cdot \varepsilon_m(q)$, млн. дол.	-12,43	-11,18	-10,04	-9,02	-8,08	-7,23	-6,46

Таблица 2 – Результаты расчётов ЧДД (для шестилетнего жизненного цикла судна) при различных скоростях эксплуатации v_S

v_S , уз.	$n_{Гm}$	$\sum_6 \phi_m \cdot \varepsilon_m(q)$, млн.дол.	ЧДД, млн.дол.
10	9	5,975	-6,455

12	11	7,117	-5,313
14	13	7,991	-4,439
16	15	8,554	-3,876
18	17	8,761	-3,669
20	19	8,568	-3,862
22	21	7,931	-4,499
24	23	6,804	-5,626

Как видно из таблицы 2 и рисунка 2, оптимальная скорость хода для данного контейнеровоза 18 узлов. Она соответствует максимальному накопленному эффекту (колонка 3 таблицы 2). Однако, за рассмотренный период времени (6 лет), капитальные затраты на постройку (или покупку) судна не окупятся ни по одному из вариантов расчёта. Возможно это произойдёт при дальнейшей эксплуатации и модернизации судна (средняя продолжительность жизненного цикла судов этого типа 25 лет). Линейная экстраполяция данных показывает, что через 11 - 12 лет судно полностью себя окупит.

Оценив таким образом наиболее подходящий режим эксплуатации на заданной линии грузоперевозок можно определять на уровне эскизного предпроекта основные характеристики проектируемого контейнеровоза

Основные характеристики проектируемого контейнеровоза

Архитектурно-конструктивный тип судна	Однопалубное, с кормовым расположением МО и жилой надстройки, с удлиненным баком, двойными бортами, бульбообразным носом и транцевой кормой
Назначение судна	Перевозка контейнеров
Основные показатели	
Размерения судна:	
$L_{\text{нб}}$ – длина наибольшая, м	148,6;
L – длина по ватер линию, м	135,9;
B – ширина судна на мидель-шпангоуте, м	21,0;
D – высота борта на мидель-шпангоуте, м	10,9;
d – средняя осадка судна, м	7,7;
Водоизмещение:	5129;
Δ_0 – водоизмещение порожнем, т	14499;
Δ – водоизмещение в полном грузу, т	9370;
DW – дедвейт судна, т	6427;
$P_{\text{ГР}}$ – грузоподъёмность судна, т	9548;
GT – валовая вместимость судна	3586;
NT – чистая вместимость судна	490;
Общая вместимость контейнеров TEU (Twenty Equivalent Unit)	1×7500 ;
Мощность, кВт	209,4;
Удельный расход топлива, г·(кВт·ч) ⁻¹	Неограниченный;
Район плавания	20;

Экипаж, чел.

1×4 для практикантов, 1×1 для лоцмана.

Количество запасных кают, мест

В заключение заметим, что при расчёте эффективности конкретного проекта с теми же денежными потоками, что в приведённом примере, результат иногда может оказаться и иным из-за различий в распределениях денежных потоков внутри шагов расчёта.

Библиографический список

1. Раков А. И. Оптимизация основных характеристик и элементов промысловых судов/ А. И. Раков. — Л.: Судостроение 1978. — 232 с.
2. Краев В.И. Экономические обоснования при проектировании морских судов/ В. И. Краев. — Л.: Судостроение 1981. — 280 с.
3. Пашин В. М. Оптимизация судов/ В. М. Пашин. — Л.: Судостроение 1983. — 296 с.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. — М.: Экономика 2000. — 421 с.

Поступила в редакцию 31.05.2001 г.