

Войченко Т.О., Радченко О.А.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ФЛОТУ ВНУТРІШНЬОГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Стаття присвячена розгляду проблем моделювання транспортного процесу і управління ним. Наведено приклад рішення практичних операційних задач з вибору оптимального плану роботи флоту внутрішнього водного транспорту і оптимальних схем руху суден з використанням оптимізаційних моделей і методів оптимізації, заснованих на використанні математичного програмування та його розділу - параметричного програмування, яке є основою оптимального планування різних економічних процесів. Розглянута методологія застосування параметричного програмування як методу планування, який найбільш повно відповідає економічним умовам функціонування судноплавних компаній та дозволяє врахувати зміну економічної кон'юнктури і ресурсів флоту. Сформульовані зовнішні і внутрішні параметри варіювання, які характеризують умови функціонування судноплавних компаній в ринкових умовах господарювання і впливають на навігаційний план використання флоту, зокрема економічна кон'юнктура на ринку транспортних послуг, платоспроможний попит, рівень державних замовлень, гідрометеорологічні умови в басейнах річок. Все це виражається в невизначеності рівня перевезень за обсягами і номенклатурою, а також в обмеженнях на перевезення. Окреслено проблему з точки зору внутрішніх параметрів, яка постає перед менеджерами судноплавних компаній: скільки флоту за видами і типами суден готувати до навігації, тобто якими повинні бути обмеження в економіко-математичній моделі по ресурсах флоту. Для вирішення завдання навігаційного планування запропоновано використання методу параметричного програмування, а саме наближеного методу абсолютного пріоритету, вибір якого обумовлений простою обчислювальною процедурою і отриманням результату, близького до оптимального. Розроблено економіко-математичну модель по оптимальному використанню ресурсів флоту в разі зміни фактичних обсягів перевезень. Проведена прогнозно-кількісна оцінка ризиків і вибору обґрунтованого управлінського рішення для виконання виробничого і фінансового плану роботи флоту. Зроблений висновок, що використання моделей параметричного програмування при навігаційному плануванні роботи флоту внутрішнього водного транспорту підвищує ефективність операційних методів аналізу і рішення задач у сфері організаційного управління та покращує якість отриманих на основі моделей і методів управлінських рішень.

Ключові слова: *економіко-математичне моделювання, параметричне програмування, внутрішній водний транспорт, ресурси флоту, оперативне планування, фінансовий план, виробничий план, оцінка ризику, управлінські рішення*

Постановка проблеми. Проблема моделювання транспортного процесу і управління ним розглядалася багатьма дослідниками і проектувальниками. При цьому виділялися різні підсистеми за організаційними, функціональними ознаками і складом елементів. Впровадження системи планування роботи флоту, заснованої на методах дослідження операцій, передбачає автоматизацію процесу планування. На даний момент можна говорити про повну відсутність будь-якої системної автоматизації планування на річкових судноплавних підприємствах. Окремі розрахункові завдання планування вирішуються в

рамках систем електронної бухгалтерії і за допомогою електронних таблиць. При цьому дослідження з питань автоматизації планування роботи флоту відсутні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рішеннями проблем наукового підходу в області оптимізації та автоматизації планування роботи транспортного флоту займалися такі вчені, як О.О. Булов, Б.І. Вайсблат, Л.М. Гаськов, В.М. Захаров, В.П. Зачьосов, В.В. Звонков, О.П. Ірхин, В.І. Кожухар, О.Г. Малишкін, Ю.І. Платов, С.М. П'яних, В.І. Савін, О.О. Союзов, І.П. Фадєєв, Е.В. Ширяєв, О.С. Бутов, В.О. Легостаєв. Великий внесок у розробку економіко-математичних методів, алгоритмів оперативного управління та оптимізації руху суден внесли Б.О. Атлас, К.А. Гарін, Ю.М. Кулібанов, С.В. Перевезенцев, Л.М. Рижов, В.В. Сахаров, В.М. Федюшин, В.Г. Фомін, Ю.М. Уртмінцев, Д.М. Шустов та інші.

В результаті цих розробок була вироблена закінчена методологія оперативного планування роботи флоту, яка була складовою частиною трирівневої системи планування, суттєвим чином орієнтованої на плановий характер роботи річкового транспорту. Застосування засобів обчислювальної техніки і передачі даних дозволило істотно підвищити якість управління роботою судноплавних компаній за рахунок отримання оперативної інформації про стан флоту і подальшого її аналізу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Для роботи річкового флоту важливішою виявилася та особливість безперервного планування, яка означає можливість гнучко реагувати на зміну експлуатаційної обстановки і дає можливість коригувати план роботи флоту. В сучасних умовах значно змінилися як економічні, так і організаційні можливості судноплавних підприємств. Необхідний пошук таких конкурентних переваг, які сприяли б виведенню внутрішнього водного транспорту на передові позиції в галузі, а зробити це можна лише з використанням сучасних управлінських комп'ютерних технологій на основі впровадження відповідних оптимізаційних задач.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Виробничі системи, в тому числі транспортні, є складними, динамічними, головним чином, з ймовірними елементами. Тому оптимізація функціонування систем може бути забезпечена тільки за умови використання методів і засобів управління, які враховують зазначені властивості систем. В статті розглянуто методологію застосування параметричного програмування для розробки навігаційного плану використання флоту на річкових судноплавних підприємствах. Тому основною метою проведеного дослідження є підвищення ефективності роботи внутрішнього водного транспорту України за рахунок розробки гнучких систем прийняття рішень по управлінню перевезеннями і роботою флоту.

Виклад основного матеріалу. В умовах ринкової економіки існує багато судноплавних компаній, які конкурують між собою і борються за максимальні прибутки в умовах жорсткої конкуренції. У зв'язку з цим, проблема оптимізації планування роботи флоту є однією з головних проблем, які вирішуються судноплавними компаніями. Математичні методи, які можуть бути використані при рішенні задач оптимізації роботи флоту, можуть бути використані на практиці і є актуальними. З математичної точки зору параметричне програмування виступає як один із засобів аналізу чутливості рішення до варіації вихідних даних, оцінки стійкості рішення [1].

Параметричне програмування як метод планування найбільш повно відповідає ринковим умовам господарювання, оскільки дозволяє врахувати невизначеність як зовнішніх, так і внутрішніх параметрів варіювання, що характеризують умови функціонування судноплавних компаній [2]. До зовнішніх параметрів належать: економічна кон'юнктура на ринку транспортних послуг, платоспроможний попит, рівень державних замовлень і так далі, крім того, це і гідрометеорологічні умови в басейнах річок. Все це виражається в невизначеності рівня перевезень по обсягах і номенклатурі, а значить, в обмеженнях на перевезення. З точки зору внутрішніх параметрів перед менеджерами судноплавних компаній (операторами перевезень) постає проблема: скільки флоту за видами і типами суден готувати до навігації, тобто, в кінцевому підсумку, якими повинні бути обмеження в економіко-математичній моделі по ресурсах флоту.

Виходячи з системно-ситуаційного підходу, до вирішення такого завдання необхідно шукати не однозначне рішення, а коридор стійких рішень щодо розстановки флоту по ділянках роботи, обмежений, з одного боку, песимістичним рішенням (песимістичний обсяг перевезень), а з іншого боку - оптимістичним рішенням (оптимістичний обсяг перевезень). Необхідно також виконати і оцінку ризиків. Менеджери повинні приймати управлінські рішення саме в цьому коридорі значень критеріальних показників [3].

Потрібно зробити розстановку наявних ресурсів суден Φ_i таким чином, щоб забезпечити повне освоєння гарантованої частини обсягу перевезень і певної частки змінного обсягу при мінімальних витратах по флоту:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \dot{A}_{ij} \cdot (\tilde{\sigma}_{ij} \pm \Delta \tilde{\sigma}_{ij}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

за таких умов:

1) повинні бути освоєні всі вантажопотоки:

$$\sum_{i=1}^n \ddot{I}_{ij} \cdot (x_{ij} \pm \Delta x_{ij}) = G_j^{\bar{a}} + \lambda \Delta G_j, j = \overline{1,3}. \quad (2)$$

2) потреба у флоті на освоєння планових вантажопотоків не повинна перевищувати його наявності:

$$\sum_{j=1}^m (\tilde{\sigma}_{ij} \pm \Delta \tilde{\sigma}_{ij}) \leq \hat{O}_i, i = \overline{1,3}. \quad (3)$$

3) число суден i -го типу, поставлених на j -у ділянку роботи, має бути величиною позитивною, а сумарна потреба в судах i -го типу для освоєння змінного обсягу перевезень повинна дорівнювати нулю:

$$\tilde{\sigma}_{ij} \geq 0, \sum_{i=1}^n \Delta x_{ij} = 0. \quad (4)$$

4) коефіцієнт, що враховує коливання змінної частини обсягу перевезень, повинен знаходитися в межах:

$$0 \leq \lambda \leq 1. \quad (5)$$

Приклад вихідної матриці завдання

Вихідні дані для вирішення завдання подаються у формі таблиці. На підставі даних щодо провізної спроможності, питомих витрат по флоту і розрахованої собівартості перевезень заповнюється вихідна матриця для вирішення завдання; визначаються обмеження щодо перевезень і ресурсів флоту (див. табл.). Обмеження з перевезень по кожному вантажопотоку складаються з гарантованої і змінної частини перевезень: $G_j^{\bar{a}}; \lambda \Delta G_j$.

Гарантована частина перевезень - це державне замовлення (регіональне), а також надійна, платоспроможна клієнтура.

Змінна частина перевезень - це:

- можливі відхилення від гарантованої частини перевезень, що виникають через стохастичність всіх процесів в економіці та виробництві. Вона визначається методами математичної статистики в порівнянні «план-факт» за ряд років;
 - ймовірні перевезення, які визначаються маркетинговими дослідженнями і з'являються в процесі навігації;
 - перевезення як результат конкурентної боротьби на ринку транспортних послуг.
- Практично змінна частина перевезень задається у вихідних даних.

Таблиця 1

Вихідна матриця

$\Phi_i \backslash G_j$	$G_1 + \lambda \Delta G_1$	$G_2 + \lambda \Delta G_2$	$G_3 + \lambda \Delta G_3$
Φ_1	$X_{11} \pm \Delta X_{11}$ P_{11} E_{11} S_{11}	$X_{12} \pm \Delta X_{12}$ P_{12} E_{12} S_{12}	$X_{13} \pm \Delta X_{13}$ P_{13} E_{13} S_{13}
Φ_2	$X_{21} \pm \Delta X_{21}$ P_{21} E_{21} S_{21}	$X_{22} \pm \Delta X_{22}$ P_{22} E_{22} S_{22}	$X_{23} \pm \Delta X_{23}$ P_{23} E_{23} S_{23}
Φ_3	$X_{31} \pm \Delta X_{31}$ P_{31} E_{31} S_{31}	$X_{32} \pm \Delta X_{32}$ P_{32} E_{32} S_{32}	$X_{33} \pm \Delta X_{33}$ P_{33} E_{33} S_{33}

Визначення обмеження за ресурсами флоту - це прийняття управлінського рішення топ-менеджером про те, скільки флоту треба вводити в експлуатацію. При цьому необхідно мати на увазі наступне. Великий резерв зменшує прибуток компанії, аж до зведення його до нуля і навіть - отримання збитків. У свою чергу, брак флоту - це штрафні санкції за порушення договорів на перевезення (в арбітражних судах - це втрачений прибуток клієнтів).

Практично ресурси флоту необхідно визначати наступним чином:

$$\hat{O}_1 = \frac{G_1}{\bar{I}_{11}}, \hat{O}_2 = \frac{G_2}{\bar{I}_{22}}, \hat{O}_3 = \frac{G_3}{\bar{I}_{33}} . \quad (6)$$

Отримані значення коригуються менеджментом в процесі виробничих розрахунків.

Для вирішення завдання навігаційного планування використовується параметричне програмування, в даному випадку - наближений метод абсолютного пріоритету [4]. Вибір цього методу обумовлений простою обчислювальною процедурою і отриманням результату, близького до оптимального.

В результаті застосування наближеного методу виходить план, який містить рекомендації щодо раціонального використання флоту в разі зміни фактичних обсягів перевезень порівняно з плановими (гарантованими), і цей план залишається стійким [5].

Алгоритм методу рішення

1. Знаходиться клітина з мінімальною собівартістю S_{min} , і здійснюється завантаження цієї клітини:

$$X_{ij} = \min \left\{ \frac{G_j^c}{P_{ij}}; \Phi_i \right\}, \quad (7)$$

$$\Delta X_{ij} = \frac{\Delta G_j}{\Pi_{ij}}. \quad (8)$$

Якщо $\Delta\Phi_i = \Phi_i - X_{ij} > 0$, то ΔX_{ij} присвоюється знак «+», тобто $X_{ij} + \Delta X_{ij}$.

2. Якщо $\Delta\Phi_i = \Phi_i - X_{ij} > 0$, проводиться завантаження клітини для флоту i -го типу з урахуванням собівартості S_{min} :

$$X_{ij} = \min \left\{ \frac{G_j^z}{\Pi_{ij}}; \Delta\Phi_i \right\}. \quad (9)$$

Причому, ΔX_{ij} отримує знак «-», так як $\sum \Delta X_{ij} = 0$.

3. Далі завантажуються клітини, для яких виконана деяка частина обсягу перевезень:

$$X_{ij} = \min \left\{ \frac{G_j^z - X_{ij} \cdot \Pi_{ij}}{\Pi_{ij}}; \Phi_i \right\}; \quad (10)$$

$$\Delta X_{ij} = \frac{\Delta G_j - (-\Delta X_{ij}) \cdot \Pi_{ij}}{\Pi_{ij}}. \quad (11)$$

4. Після виконання обсягів перевезень по j -й ділянці викреслюється j -ий стовпець, а після витрати ресурсів суден i -го типу - i -ий рядок. Розрахунки повторюються до тих пір, поки не будуть освоєні всі вантажопотоки або не закінчатся всі ресурси суден.

5. Кількість клітин N , заповнених значеннями $X_{ij} > 0$, має задовольняти умові:

$$N = n + m - 1. \quad (12)$$

6. Після розстановки флоту в стовпці резервів знаходяться змінні виду $X_{ij} - \Delta X_{ij}$, для визначення λ :

$$\lambda = \min \left\{ \frac{X_{ij}^{рез}}{\Delta X_{ij}} \right\}. \quad (13)$$

Якщо $\lambda > 1$, приймається $\lambda = 1$.

7. Знайдене значення λ підставляється в завантажені клітини і клітини обсягів, і виходить план освоєння перевезень.

Розробка виробничого плану роботи флоту

Виробничий план роботи флоту розробляється в табличній формі і являє собою проектну схему використання транспортного флоту [6].

Потреба у флоті в тоннажі-добі визначається за формулою:

$$\sum Q_p t = \Phi \cdot Q_p \cdot t_{відпр}, \quad (13)$$

де Φ – потреба у флоті, од.;

Q_p – регістрова вантажопідйомність судна, т;

$t_{відпр}$ – період відправлення, діб.

Валова продуктивність роботи флоту розраховується за формулою:

$$\rho_e = \frac{A_e}{\sum Q_p t}, \quad (14)$$

де A_e – вантажообіг, ткм.

Виробничий план роботи флоту складається з усіх розроблених варіантів освоєння перевезень.

Розробка фінансового плану

Фінансовий план включає наступні показники: доходи від перевезень, експлуатаційні витрати, фінансовий результат, витрати на одну грошову одиницю доходів, рентабельність [7].

Експлуатаційні витрати визначаються за формулою, гр. од:

$$E_{ij} = S_{ij} \cdot G_{ij}, \quad (15)$$

де S_{ij} – собівартість перевезення на j -ой лінії судном i -го типу, гр. од./т;

G_{ij} – обсяг перевезень на j -ой лінії судном i -го типу, т.

Доходи визначаються за формулою, гр.од.:

$$D_{ij} = d_j \cdot G_{ij}, \quad (16)$$

де d_j – дохідна ставка на перевезеннях на j -ой лінії, гр.од./т.

Дохідна ставка може бути визначена за формулою, гр.од./т:

$$d_j = 1,2 \cdot \frac{\sum E_j}{\sum G_j}, \quad (17)$$

де $\sum E_j$ – сумарні витрати на j -ой лінії, гр.од.;

$\sum G_j$ – сумарний обсяг перевезень по j -ой лінії, т.

Фінансовий результат (валова виручка) знаходиться за формулою, гр.од.:

$$BB_{ij} = D_{ij} - E_{ij}. \quad (18)$$

Витрати на одну грошову одиницю доходів дорівнюють, гр.од./гр.од.:

$$\hat{A}_{ij} = \frac{\hat{A}_{ij}}{\hat{A}_{ij}}. \quad (19)$$

Рентабельність перевезень, %:

$$R_{i\hat{a}\hat{d}} = \frac{\hat{A}\hat{A}_{ij}}{\hat{A}_{ij}}. \quad (20)$$

Рентабельність основних виробничих засобів, %:

$$R_{OBZ} = \frac{BB_{ij}}{\Phi_i * K_c}. \quad (21)$$

де K_c – вартість судна, гр. од.

Фінансовий план роботи флоту складається з усіх розроблених варіантів освоєння перевезень.

Оцінка ризику та прийняття управлінського рішення

Підприємство має кілька варіантів досягнення поставленої мети, після розробки яких проводиться прогнозно-кількісна оцінка кожного варіанту і вибір найкращого, в якому інтегральні показники з урахуванням ризику найменші, тобто приймається обґрунтоване управлінське рішення. Під ризиком в даному випадку розуміється невизначеність у виконанні плану перевезень. Показниками ризику є викладені в [3, 4, 8]:

1. Імовірність того, що фактичний обсяг перевезень виявиться менше планового:

$$P\{G_\phi < G_n\} = 0,5 + \Phi_t \left[\frac{G_n - M(G)}{\delta} \right], \quad (22)$$

де G_ϕ – фактичний обсяг перевезень, тис. т;
 G_n – плановий (очікуваний) обсяг перевезень, тис. т;
 Φ_t – функція Лапласа;
 $M(G)$ – середнє значення обсягу перевезень, тис. т;
 δ – середньоквадратичне відхилення.
 Плановий обсяг перевезень дорівнює, тис. т:

$$G_n = \sum G_j^z + \lambda \sum \Delta G_j. \quad (23)$$

Середнє значення обсягу перевезень, тис. т:

$$M(G) = \sum G_j^z + \frac{\sum \Delta G_j}{2}. \quad (24)$$

Середньоквадратичне відхилення:

$$\delta = \sqrt{\frac{(\sum \Delta G_j)^2}{12}}. \quad (25)$$

2. Недоосвоєнний обсяг перевезень, тис. т:

$$\Delta M(G) = (G_n - M(G)) \cdot \left(0,5 + \Phi_t \left[\frac{G_n - M(G)}{\delta} \right] \right) + \delta \cdot \beta_t \left[\frac{G_n - M(G)}{\delta} \right]. \quad (26)$$

де β_t – функція Гаусса.

Недоосвоєння обсягу перевезень, %:

$$S_G = \frac{\Delta M(G)}{G_n} \cdot 100. \quad (27)$$

Коефіцієнт варіації:

$$K_s = \frac{\delta}{M(G)}. \quad (28)$$

3. Фінансовий ризик (облік втрат і резервів флоту в результаті недоосвоєння планового обсягу перевезень), тис. гр. од.:

$$R_G = BB - E^{pez} - \Delta M(G) \cdot d. \quad (29)$$

Показники ризику розраховуються за варіантами плану освоєння перевезень, які мають змінну частину.

Проводиться аналіз показників ризику, і на його основі приймається управлінське рішення про вибір оптимального варіанту навігаційного плану роботи флоту. При цьому треба мати на увазі, що розрахункова валова виручка (прибуток) за кожним варіантом зменшується на величину резерву флоту в вартісному вираженні (витрати флоту на холодному відстої) і величину недоотриманих через недоосвоєння обсягу перевезень доходів (за фактом ця величина може бути різною, в цьому - суть ризику при прийнятті управлінського рішення).

Висновки та перспективи подальших розвідок. В сучасних умовах важливого значення набуває проблема підвищення ефективності управління флотом судноплавних компаній. Це пов'язано перш за все зі збільшенням вантажообігу, зміною економічних умов їх функціонування. Тому основна увага повинна приділятися зменшенню експлуатаційних витрат флоту і вдосконаленню системи планування. Одне з ключових напрямків вдосконалення оперативного управління роботою флоту пов'язано з отриманням достовірної інформації про стан флоту і подальшим її аналізом і прийняттям рішень [9]. Удосконалення оперативного управління на основі математичних моделей особливо актуально в розподілених системах управління, які є домінуючими на внутрішньому водному транспорті [10].

Це пов'язано з розробкою ефективних алгоритмів вилучення інформації з віддалених баз даних, методів ідентифікації процесів та їх застосуванням для оптимізації і обґрунтованого прийняття рішень в умовах невизначеності. Впровадження інформаційних технологій на річковому транспорті і, в першу чергу, оперативного аналізу, планування, прогнозування і прийняття рішень на основі математичних моделей в системах управління флотом судноплавної компанії вимагає дослідницької уваги [11].

ЛІТЕРАТУРА

1. Бережная, Е. В. Математические методы моделирования экономических систем / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с. – ISBN 5-279-02291-8.
2. Савин, В.И. Математические методы оптимального планирования работы флота и портов / В.И. Савин. – М.: Транспорт, 1969. – 166 с.
3. Пьяных, С.М. Экономико-математические методы оптимального планирования работы речного флота / С.М. Пьяных. – М.: Транспорт, 1988. – 253 с.
4. Гутер, Р.С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта / Р.С. Гутер, Б.В. Овчинский. - М.: Наука, 1970. – 432 с.

5. Гусева, Ю.В. Методы сбора дислокации для информационной системы управления работой флота / Платов А.Ю., Гусева Ю.В. // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта, 2016. – № 49. – С. 231–236.
6. Платов, А.Ю. Методология оперативного планирования работы речного грузового флота в рыночных условиях / Платов А.Ю. // Речной транспорт (XXI век). – 2010. – № 1. – С. 77-79.
7. Уртминцев, Ю.Н. Организация работы речного флота в условиях рынка: проблемы методологии. Монография. – Н.Новгород, ВГАВТ, 2003. – 250 с.
8. Кузьмичев, И.К. Прогноз решения проблем речного транспорта / И.К. Кузьмичев // Речной транспорт.– 2010. – № 2.
9. Новікова, К.В. Аналіз сучасного стану морського та внутрішнього транспорту України / К. В. Новікова // Матеріали XXIX Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: Зб. наук. праць. – Переяслав - Хмельницький, 2017. – Вип. 29. – С. 151-154.
10. Harrison Alan, van Hoek Remko. Logistics Management and Strategy. – L.: Financial Times Prentice Hall, 2002.–156 с.
11. Martin Stopord. Maritime economics. London, 1999.–278 с.

REFERENCES

1. Berezhnaya, EV Mathematical methods of modeling economic systems / E. V. Berezhnaya, V. I. Berezhnoy. - M. : Finance and statistics, 2001 .-- 368 p. - ISBN 5-279-02291-8.
2. Savin, V.I. Mathematical methods for optimal planning of the fleet and ports / IN AND. Savin. - M. : Transport, 1969 .-- 166 p.
3. Drunken, S.M. Economic and mathematical methods for optimal planning of the river fleet / CM. Drunk. - M. : Transport, 1988. –253 p.
4. Guter, R.S. Elements of numerical analysis and mathematical processing of experimental results / R.S. Guter, B.V. Ovchinsky. - Moscow: Nauka, 1970 .-- 432 p.
5. Guseva, Yu.V. Methods of collecting dislocation for an information management system for the operation of the fleet / A.Yu. Platov, Yu.V. // Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport, 2016. - No. 49. - P. 231-236.
6. Platov, A.Yu. Methodology of operational planning of the river cargo fleet in market conditions / Platov A.Yu. // River transport (XXI century). - 2010. - No. 1. - S. 77-79.
7. Urtmintsev, Yu.N. Organization of the river fleet operation in the market conditions: methodological problems. Monograph. - N. Novgorod, VGAVT, 2003 .-- 250 p.
8. Kuzmichev, I.K. Forecast of the solution of river transport problems / I.K. Kuzmichev // River transport. - 2010. - № 2.
9. Novikova, K.V. Analysis of the current state of the sea and internal transport of Ukraine / K. V. Novikova // Materials of the XXIX International Scientific and Practical Internet Conference "Trends and Prospects for the Development of Science and Education in the Minds of Globalization." sciences. good. - Pereyaslav- Khmelnytsky, 2017. - VIP. 29. - С. 151-154.
10. Harrison Alan, van Hoek Remko. Logistics Management and Strategy. — L.: Financial Times Prentice Hall, 2002.-156с.
11. Martin Stopord. Maritime economics. London, 1999.-278с.

Войченко Т.А., Радченко Е.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ФЛОТА ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Статья посвящена рассмотрению проблем моделирования транспортного процесса и управления ним. Приведен пример решения практических операционных задач по выбору оптимального плана работы флота внутреннего водного транспорта и оптимальных схем движения судов с использованием оптимизационных моделей и методов оптимизации, основанных на использовании математического программирования и его раздела – параметрического программирования, которое является основой оптимального планирования разных экономических процессов. Рассмотрена методология применения параметрического программирования как метода планирования, который наиболее полно отвечает экономическим условиям функционирования судоходных компаний и позволяет учесть изменение экономической конъюнктуры и ресурсов флота. Сформулированы внешние и внутренние параметры варьирования, характеризующие условия функционирования судоходных компаний в рыночных условиях хозяйствования и влияющих на навигационный план использования флота, в том числе: экономическая конъюнктура на рынке транспортных услуг, платежеспособный спрос, уровень государственных заказов, гидрометеорологические условия в бассейнах рек. Все это выражается в неопределенности уровня перевозок по объемам и номенклатуре, а также в ограничениях на перевозку. Определены проблемы с точки зрения внутренних параметров, стоящие перед менеджерами судоходных компаний: сколько флота по видам и типам судов готовить к навигации, то есть какими должны быть ограничения в экономико-математической модели по ресурсам флота. Для решения задачи навигационного планирования предложено использование метода параметрического программирования, а именно приближенного метода абсолютного приоритета, выбор которого обусловлен простой вычислительной процедурой и получением результата, близкого к оптимальному. Разработана экономико-математическая модель по оптимальному использованию ресурсов флота в случае изменения фактических объемов перевозок. Проведена прогноз-количественная оценка рисков и выбора обоснованного управленческого решения для выполнения производственного и финансового плана работы флота. Сделан вывод, что использование моделей параметрического программирования при навигационном планировании работы флота внутреннего водного транспорта повышает эффективность операционных методов анализа и решения задач в сфере организационного управления и улучшает качество полученных на основе моделей и методов управленческих решений.

Ключевые слова: *экономико-математическое моделирование, параметрическое программирование, внутренний водный транспорт, ресурсы флота, оперативное планирование, финансовый план, производственный план, оценка риска, управленческие решения*

Voichenko T.A., Radchenko E.A.

APPLICATION OF PARAMETRIC PROGRAMMING TO PLANNING THE OPERATION OF THE INLAND WATER TRANSPORT FLEET

The article is devoted to the consideration of the problems of modeling the transport process and its management. An example of solving practical operational problems for the choice of the optimal work plan for the inland water transport fleet and optimal schemes for the movement of ships using optimization models and optimization methods based on the use of mathematical programming and its section - parametric programming, which is the basis for optimal planning of various economic processes, is given. The methodology of applying parametric programming as a planning method that most fully meets the economic conditions of the functioning of shipping companies and allows taking into account changes in the economic situation and fleet resources is considered. External and internal parameters of variation are formulated that characterize the conditions for the functioning of shipping companies in market conditions of management and

affecting the navigation plan for using the fleet, including: the economic situation in the market of transport services, effective demand, the level of government orders, hydrometeorological conditions in the river basins. All this is expressed in the uncertainty of the level of transportation in terms of volumes and nomenclature, as well as in restrictions on transportation. The problems from the point of view of internal parameters that the managers of shipping companies face are identified: how much fleet to prepare for navigation by types and types of ships, that is, what should be the limitations in the economic and mathematical model for the resources of the fleet. To solve the navigation planning problem, it is proposed to use the parametric programming method, namely the approximate method of absolute priority, the choice of which is due to a simple computational procedure and obtaining a result close to optimal. An economic and mathematical model has been developed for the optimal use of fleet resources in the event of changes in the actual traffic volumes. A predictive and quantitative assessment of risks and the choice of a well-grounded management decision for the implementation of the production and financial plan of the fleet. It is concluded that the use of parametric programming models in the navigation planning of the inland water transport fleet increases the efficiency of operational methods of analysis and problem solving in the field of organizational management and improves the quality of managerial decisions obtained on the basis of models and methods.

Keywords: *economic and mathematical modeling, parametric programming, inland waterway transport, fleet resources, operational planning, financial plan, production plan, risk assessment, management decisions*