

THE RATIONALE FOR THE USE OF THE COGNITIVE APPROACH TO THE MARITIME SHIPPING MANAGEMENT

V. A. Prokofev

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

Cognitive approach, is a natural one in the management of Maritime shipping and implicitly used since ancient times. At the present stage it acquires new content. The rapid growth of tonnage and number of vessels in all countries engaged in Maritime shipping, led to the cybernetization of the shipping business. Shipping companies use the automated control systems of transport processes. Computers brought in to solve the problems of planning and operational control of the ship's operating. Computer cybernetics is the phenomenon of mass order and necessary condition for the existence of the shipping business. The question arose about the development of the optimal management decisions in a multi-tiered information management system. In these conditions, has become an urgent the problem of creating the cognitive structure of distributed knowledge, which would allow combining professional human expertise and intellectual capabilities of modern computers.

In this paper we present an application of cognitive schema for solving problems of optimal planning and operational control of the fleet of the shipping company. Such problems often arise in the operational practices of the fleet — transportation of various cargo between the different ports are sufficiently numerous. Their peculiarity consists in the heterogeneous fleet of multiple motion patterns, which may not have crossing points. The aim is to establish the required number of ships of each type and fixing them in defined in the course of solving the traffic pattern.

There is a mathematical model formulated in the paper, describing this task in the generalized form. It is a new modification of the “constellation” model with two types of variables — integer and continuous. The solution must ensure the maximum efficiency of Marine transportation. The developed method of solutions of the original optimization model is based on the cognitive approach. The analysis of the mathematical foundations of the algorithm the solution of this and similar models it is concluded that cognitive technologies are a fruitful and promising for use in shipping business ERP.

Keywords: Maritime shipping, Enterprise Resource Planning, cognitive technology.

For citation:

Prokofev, Vadim A. “The rationale for the use of the cognitive approach to the maritime shipping management.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 9.3 (2017): 516–523. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-516-523.

УДК 656.61(005)

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ МОРСКИМ СУДОХОДСТВОМ

В. А. Прокофьев

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Когнитивный подход является естественным в управлении морским судоходством и в неявном виде используется с древнейших времен. На современном этапе он приобретает новое содержание. Бурный рост тоннажа и количества судов во всех странах, осуществляющих морские перевозки, вызвал к жизни кибернетизацию судоходного бизнеса. В судоходных компаниях появились автоматизированные системы управления производственными процессами. Компьютеры привлечены к решению задач планирования и оперативного регулирования работы судов. Кибернетизация управления стала явлением массового порядка, необходимым условием существования судоходного бизнеса. В порядке ее развития возник вопрос о выработке оптимальных управленческих решений в многоуровневой информационно-управляющей системе. Одним из путей решения этого вопроса является организация системы управления бизнесом в виде

когнитивной структуры распределенного знания, которая позволила бы объединить профессиональные знания специалистов и интеллектуальные возможности современных компьютеров.

В данной статье предлагается применение когнитивной схемы для решения задач оптимального планирования и оперативного регулирования работы флота судоходной компании. Такая задача как перевозка разных грузов между разными достаточно многочисленными портами, часто возникает в эксплуатационной практике. Её особенность состоит в работе разнотипного флота на нескольких схемах движения, которые могут не иметь пунктов пересечения. Целью в данном случае является установление необходимого количества судов каждого типа и закрепление их за определенными в ходе решения схемами движения.

Сформулирована математическая модель, в обобщенном виде описывающая эту задачу. Она представляет собой новую модификацию «расстановочной» модели с двумя типами переменных — целочисленными и непрерывными. Решение должно обеспечить максимальную эффективность процесса морской перевозки. Разработан способ решения оригинальной оптимизационной модели на основе когнитивного подхода. В результате анализа математической основы алгоритма решения этой и подобных моделей делается вывод о том, что когнитивные технологии являются плодотворными и перспективными для использования в автоматизированных системах ведения судоходного бизнеса.

Ключевые слова: морское судоходство, автоматизированная система управления, когнитивная технология.

Для цитирования:

Прокофьев В. А. Обоснование применения когнитивного подхода к управлению морским судоходством / В. А. Прокофьев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 3. — С. 516–523. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-3-516-523.

Введение

Морское судоходство имеет в своей основе международное разделение мирового производства и осуществление морской торговли. Можно утверждать, что именно международная торговля явилась причиной возникновения, существования и развития морского флота. При этом древнему капитану (*кибернетосу*), очевидно, приходилось одновременно быть и судоводителем, и командиром судна, и штурманом, и экономистом своего «торгового предприятия», и непосредственно торговцем. Поэтому он должен был обладать знаниями о конструкции судна и приемах управления им, навигации, астрономии, способах работы с командой, уметь вести расчеты расходов и доходов, владеть условиями заключения торговых сделок и др. В дальнейшем, по мере развития судоходства, добавлялись сведения и из других отраслей знаний, включая правовые и административные вопросы.

Во многих практических ситуациях сведения из различных наук и умений дополняют друг друга, обеспечивая *синергический эффект* при решении практических задач эксплуатации торгового судна. Т. е. капитан, управляя одновременно навигационной и коммерческой работой торгового судна, во многих случаях использует *когнитивные технологии*, базирующиеся на интеллектуальных способностях человека, использующих его воображение и ассоциативное мышление [1]. В еще большей степени эти технологии в неявной форме проявляются в работе современных специалистов по управлению коммерческой работой судов.

Развитие средств автоматизации добавило к функциям управленца решение многочисленных административно-хозяйственных задач пароходств, превратившихся в крупные производственные предприятия с разветвленной структурой [2]. В кибернетическую [3] схему управления судоходной компанией входят средства для решения множества сопутствующих основному бизнесу задач, связанных с фрахтованием, финансовыми функциями, логистикой, маркетингом и другими процессами, формируя [4] в комплексе автоматизированную систему ведения бизнеса (АСВБ). Кибернетические методы управления вместе с техническими, коммуникационными и сервисными средствами получения оперативной информации создали предпосылки для возникновения гибридной когнитивной среды, включающей элементы искусственного интеллекта в сочетании с естественным разумом управляющего персонала, имеющего специальную подготовку. Корпоративная информационная система судоходного предприятия, имеющая структуру подоб-

ного рода, описана в работах [5] – [7]. В наши дни становится трендом построение и использование автоматизированных систем управления судоходством с последующим применением нового уровня когнитивных технологий в виде взаимодействия машинного и естественного интеллекта. Один из аспектов реализации такого взаимодействия описан в данной работе.

Общая структура системы автоматизации судоходного менеджмента

При выборе организационной структуры АСВБ следует исходить из того, что ключевой задачей судоходного предприятия на рынке является контроль целостной ситуации в своей сфере бизнеса. Следствием такого подхода должен быть отказ от модульной архитектуры информационной системы при корпоративном решении задач управления предприятием. Это означает доминирование системного подхода к ее созданию, т. е. перенос внимания с частей на целое, — руководитель проекта должен обеспечить целостность АСВБ. Необходимо, чтобы архитектура системы управления предприятием (предлагающая вычислительную среду для обеспечения управленческих решений) обладала синергетическим свойством. Модульная архитектура с межмодульными протоколами взаимодействия не может обеспечить синергизма системы именно из-за определенных межмодульных протоколов (плохо строятся динамические деревья решений в корпоративной сети [8]).

Поскольку АСВБ судоходного предприятия должна быть ориентирована на задачи, которые решаются корпоративным образом, нужна классификация решаемых задач и, соответственно, метаданных, данных и т. д. В кибернетической схеме управления флотом [2] данные находятся на разных уровнях. На *первом (низовом) уровне* источники данных — управляемые суда (флот), на *втором* — телекоммуникационная подсистема, собирающая данные с первого уровня. Она использует ресурсы сетей связи различного назначения, в том числе систему спутниковой связи и навигации. *Третий уровень* — это информационная подсистема АСВБ, включающая в себя серверы, базы данных и программное обеспечение АИСС, *четвертый* — сеть компьютеров, решающих задачи взаимодействия всех уровней и реализующих прикладные процессы, т. е. непосредственно расчет управляющих воздействий. В работе [9] структура, состоящая из информационных уровней с перечисленными выше функциями и техническими средствами, определяется как когнитивная система.

Когнитивные технологии имитируют мыслительную деятельность человека. Они, как правило, основаны на моделях с нечеткой логикой (Fuzzy logic) и на нейронных сетях (Neural networks). Цели, преследуемые при создании когнитивных систем, могут быть представлены следующими примерами: получение новых знаний, принятие решений в сложных ситуациях и интеллектуальная обработка данных. В человеко-машинных системах с использованием телекоммуникационных сетей [10], [11] могут использоваться когнитивные технологии, позволяющие радикально улучшить показатели эффективности процессов обмена информацией. Это обеспечивается конвергенцией информационных и телекоммуникационных систем, предоставляющих широкий спектр новых услуг [12]. В таких системах совокупное знание отнюдь не сводится к суммарному знанию людей, не меньшую роль при этом играет и структура их взаимодействий. Как правило, компания своими силами или в кооперации с разработчиком типовой АСВБ разрабатывает алгоритм и программные средства, позволяющие рационально сочетать естественный интеллект операторов с искусственным интеллектом стандартных оптимизационных пакетов машинных программ. Построенная на этих принципах АСВБ на всех уровнях управления открыта к применению когнитивных подходов.

Включение в кибернетическую систему математических моделей оптимизации управленческих решений повышает эффективность управления в целом, в то же время требуя взаимной адаптации естественного и искусственного интеллекта. Взаимная адаптация (*коадаптика*) акцентирует внимание на изменениях, которые претерпевают объекты, становясь компонентами системы, а также на закономерностях трансформации их структур в новой системе. Эти вопросы решаются в рамках создания систем с гибридным интеллектом [13]. Примером использования коадаптики

в кибернетической схеме управления судоходством является внедрение отдельными компаниями в свои АСВБ машинных программ оптимизации планов и расчетов. Это касается прежде всего стабильно работающих крупных судоходных компаний, использующих для управления бизнесом системы с когнитивной структурой: SHIPNET (<http://www.shipnet.no/Liner-Management/>), F-MIS (<http://www.maritime-suppliers.com/>), DANAOS (<http://web2.danaos.gr/maritime-software-solutions/>). В этом же ряду находится и менее известная компания BESTIKON LLC (<http://www.bestikon.ee/ru/bestikon-wms-ship-owner-solution/>). Кибернетические системы этих компаний относятся к высшему уровню иерархии и построены по принципу ERM/P-системы, которые обеспечивают планирование и управление всеми ресурсами предприятия. Однако средства оптимизации управленческих решений в указанных выше и других системах морского бизнеса применяются не к управлению производственной деятельностью, а к сопутствующим задачам, таким как техническое управление работой судов, техобслуживание и ремонт судов, фрахтование, управление инвестициями и др.

Применение экономико-математических методов для оптимального планирования непосредственно коммерческой работы судов встречается редко и ограничивается использованием стандартных программ линейного программирования без коадаптации с профессиональным опытом оператора. Чтобы перейти к выработке действительно оптимальных планов, ответственное лицо, принимающее решения, должно располагать профессиональным набором образов и моделей прогнозируемой обстановки, включающих представление о решаемой задаче, о возможных последствиях действий, а также знания о запасах ресурсов для выработки управляющих воздействий. В этих условиях потребуются создание и решение нетривиальных оптимизационных моделей. Чаще всего управленцы, даже обладающие способностями к выполнению таких работ творческого характера, не имеют возможности адекватно сформулировать и решить многоуровневую математическую модель в условиях оперативной обстановки. Для обеспечения работы кибернетической системы на этом уровне потребуются применение в ее работе схемы гибридного интеллекта, обеспечивающего адаптацию естественных, искусственных и комбинированных систем на основе общих законов их функционирования, т. е., в конечном счете, использование когнитивных технологий.

В настоящей работе показано, как с помощью когнитивной технологии можно расширить оптимизационные возможности оператора морских перевозок без существенного повышения сложности его деятельности.

Когнитивный алгоритм оптимизации решений

Для функционирования АСВБ, включающей в себя средства оптимизации управляющих решений, важно то, что в ней когнитивная структура позволяет в системе распределенного знания объединить профессиональные знания специалистов и информационные средства машинных баз данных. Одним из примеров организации когнитивного алгоритма в АСВБ является разработка и внедрение серии оригинальных математических моделей, предназначенных для решения оптимизационных задач, часто встречающихся в практике планирования и оперативного регулирования работы флота судоходной компании. В монографии [2] описано несколько таких моделей. Среди них модель оптимизации перевозок грузов разнотипными судами на нескольких схемах движения при отсутствии единого базового порта [2, п. 7.3.2]. Условия этой задачи в эксплуатационной практике работы в рамках долгосрочного контракта осложняются тем, что схемы движения судов могут не иметь пунктов пересечения. Целью задачи является установление необходимого количества судов каждого типа и закрепление их за определенными в ходе решения схемами движения. Полученное решение должно обеспечить максимальную эффективность процесса морской перевозки.

Для достижения этой цели с соблюдением всех перечисленных в задании условий разработана нестандартная математическая модель¹ расстановочного вида с двумя типами переменных —

¹ Автор математической модели и алгоритма ее решения канд. техн. наук, доц. Т. А. Вепринская.

целочисленными и непрерывными. Целевая функция Z представляет собой суммарную прибыль от реализации всех перевозок и записывается в форме

$$Z = \sum_i \sum_j \sum_k \Pi_{ijk} x_{ijk} - \sum_i \sum_j \sum_k f_{ijk} y_{ijk} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где Π_{ijk} — прибыль за рейс от перевозки k -го груза i -м типом судна по схеме j ; x_{ijk} — целочисленная переменная: количество рейсов i -го судна по j -й схеме с k -м грузом; y_{ijk} — непрерывная переменная: количество недозвезенного k -го груза i -м типом судна по схеме j ; f_{ijk} — прибыль от перевозки одной тонны k -го груза i -м типом судна по схеме j .

В модель включены шесть видов ограничений (по бюджету времени эксплуатации судов, по заданным количествам перевозимого груза, а также ограничения, связанные с условиями и возможностями перевозки грузов, в том числе с возможностью перевозить по любой схеме количество груза, не строго равное заданному объему, вплоть до полного ее расформирования). Правильная запись системы ограничений требует немалых математических навыков.

Особенность решения этой модели основана на допущении о заранее организованных схемах движения. Однако даже при таком упрощении первоначальной постановки задачи модель имеет достаточно большую размерность, что вызывает существенные неудобства при ее решении. Вопрос о построении схем движения тоннажа решается отдельно, так как включение этого аспекта задачи в модель привело бы к непомерному увеличению размерности (количество переменных равно $2ijk$) и столь же большому росту объема и продолжительности подготовительной работы. К тому же с увеличением количества переменных увеличивается и чувствительность решения к изменению внешних факторов, т. е. исходных данных, что нарушает устойчивость оптимального плана.

Когнитивный алгоритм решения модифицированной расстановочной модели обеспечивает согласованную оптимизацию двух задач: построение оптимальных схем движения тоннажа и оптимизацию расстановки флота и выполняется в два этапа.

1-й этап оптимизации — построение схем движения тоннажа — основан на решении транспортной задачи, где ресурсами выступает свободный тоннаж, потребностями — его недостаток, а показателем эффективности — расстояния между портами. Критерием эффективности выбирается $\min$ суммарных балластных пробегов.

В общем виде математическая модель транспортной задачи в этой постановке записывается следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \forall_i = 1, \dots, m : \sum_{j=1}^n x_{ij} &= a_i; \\ \forall_j = 1, \dots, n : \sum_{i=1}^m x_{ij} &= b_j; \\ Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij} &\rightarrow \min, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где a_i — ресурс i -го порта; b_j — потребность j -го порта; l_{ij} — расстояние между портами.

Параметр управления x_{ij} — количество тоннажа в балласте, следующего из i -го порта с избытком тоннажа в j -й порт с недостатком тоннажа.

Модель транспортной задачи решается машинным методом с помощью пакета оптимизационных программ. На основе полученного оптимального решения составляется оптимальный план освоения тоннаже-потоков с учетом балластных переходов и переходов в грузу.

2-й этап оптимизации — расстановка флота — состоит в закреплении выбранных судов-представителей за конкретными схемами движения с позиции избранного критерия оптимальности. В качестве критерия оптимальности принимается максимум прибыли по сумме всех рейсов. Этот критерий, учитывая особенности различных типов судов, позволяет сопоставить по эффек-

тивности варианты их использования на различных схемах. Задача формулируется в терминах линейного программирования.

В общем виде математическая модель расстановочной задачи записывается следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \forall_i = 1, \dots, m: \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} &\leq T_i; \\ \forall_j = 1, \dots, n: \sum_{i=1}^m P_{ij} x_{ij} &= Q_j; \\ Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \Pi_{ij} x_{ij} &\rightarrow \max, \end{aligned} \right\}; \quad (3)$$

где t_{ij} — время кругового рейса;

T_i — бюджет времени i -го типа судна;

P_{ij} — загрузка i -го судна по j -й схеме;

Q_j — количество груза, которое должно быть перевезено по j -й схеме (всё количество груза по каждой схеме);

Π_{ij} — прибыль от работы i -го судна на j -й схеме;

x_{ij} — количество рейсов i -го типа судна при работе на j -й схеме.

Машинное решение этой модели с помощью оптимизационной программы LPX выдает дробные значения оптимального набора параметра управления x_{ij} — количества рейсов. Для получения целочисленных значений оптимального плана следует воспользоваться алгоритмом округления с учетом обязательного выполнения ограничений модели [2].

Применение алгоритма ручного округления значений $\{x_{ij}\}^{\text{opt}}$ позволяет помимо ограничений модели (3) использовать дополнительно возможности переброски груза с одной схемы на другую и с одного судна на другое для наиболее полной загрузки судов в каждом рейсе. Более того, в ходе процедуры округления неэффективные по эксплуатационным показателям схемы и суда могут быть исключены из плана, увеличивая тем самым оптимальное значение целевой функции (поскольку при этом в неявном виде в модель (3) добавляются оптимизирующие ограничения). В этом проявляется сущность когнитивного подхода: к формальному машинному процессу решения подключается работа естественного интеллекта специалиста, использующего свой практический опыт и профессиональные знания.

Когнитивная технология освобождает оператора от необходимости наличия у него специальной математической подготовки и требует лишь профессиональных знаний на инженерном уровне и опыта работы в компьютерной среде управления.

Системы управления судоходством по своей природе являются многоуровневыми, имеющими сложную иерархическую структуру. В такой структуре на первый план выдвигаются вопросы координации и согласования решений на различных уровнях. В условиях межуровневого согласования оптимизационная модель [14] представляется следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} Z(x_1, \dots, x_n) &\rightarrow \text{extr}; \\ g_i(x_1, \dots, x_n) &\leq b, \quad \forall i = 1, \dots, m; \\ x_j &\in X_j, \quad \forall j = 1, \dots, n. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Здесь $x = (x_1, \dots, x_n)$ описывает состояние системы в целом, а вектор x_j состояние его j -й подсистемы; $Z(x)$ — целевая функция системы; $g_i(x)$ — функция затрат ресурсов системы; X_j — локальное множество допустимых решений j -й подсистемы.

Модели типа (4) называют *моделями блочного типа*. В соответствии с принципами координации система механизмов межуровневого согласования определяется набором $\Sigma = \langle Z_0, \{Z_j\}, \pi \rangle$, где Z_0 — целевая функция центра; Z_j — локальные целевые функции подсистем A_j ; π — механиз-

мы согласования плановых решений. Эти механизмы могут быть реализованы по когнитивным технологиям.

Выводы

1. В представленной работе описаны лишь математическая модель и алгоритм когнитивной технологии решения одной из оптимизационных задач управления судоходством. Работоспособность этого алгоритма подтверждена решением многочисленных контрольных примеров, специально подобранных в рамках освоения перевозок грузов различных грузопотоков при отсутствии единого базового порта. Результаты тестирования позволяют рекомендовать предложенную методику для использования судоходными компаниями в работе систем автоматизации судоходства при решении именно этого рода задач, часто встречающихся в практике планирования и оперативного регулирования работы флота.

2. В целом представленная технология когнитивной оптимизации может быть применена и для более широкого круга задач, при более общих допущениях относительно схем движения тоннажа. В этом случае потребуются введение дополнительных ограничений в модель с целевой функцией типа (1), что потребует организации дополнительных исследований и разработок с участием профессиональных математиков.

3. Разработка и внедрение в работу АСВБ серии подобного рода коадаптированных оптимизационных моделей, в том числе многоуровневых, для типовых управленческих ситуаций приведет к превращению этих кибернетических систем в структуры с гибридным интеллектом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кипень Н. А. Экономика знаний промышленного предприятия: когнитивный аспект: Монография / Н. А. Кипень, В. П. Дудяшева. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 118 с.
2. Прокофьев В. А. Управление работой морского флота / В. А. Прокофьев, Т. А. Вепринская. — Изд. 2-е, доп. — СПб.: Изд-во ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2010. — 239 с.
3. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. 1948 – 1961 / Н. Винер. — 2-е изд. — М.: Наука; Гл. ред. изд. для зарубежных стран, 1983. — 344 с.
4. Прокофьев В. А. Интегрированные информационные системы управления судоходством / В. А. Прокофьев, Е. А. Перфильев // Опыт и пути решения научных проблем водного транспорта Сибири и Дальнего Востока: сб. научн. тр. — Новосибирск: Сибир. гос. ун-в. водн. трансп., 2016. — С. 158–164.
5. Адрианов А. А. Совершенствование принципов организации корпоративной информационной системы ро-ро линии / А. А. Адрианов // Эксплуатация морского транспорта. — 2011. — № 1. — С. 23–27.
6. Прокофьев В. А. Динамическая реализация транспортного логистического взаимодействия / В. А. Прокофьев // Труды Научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и курсантов ГМА им. адм. С. О. Макарова. — СПб.: Изд-во ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2008. — С. 33–35.
7. Ипатов О. С. Архитектура распределенного комплекса мониторинга и управления движением судов по Северному морскому пути / О. С. Ипатов, А. А. Кобяков, А. М. Федоров, К. В. Лапшин // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2015. — № 10 (171). — С. 106–117.
8. О'Лири Д. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия / Д. О'Лири. — М.: ООО «Вершина», 2004. — 272 с.
9. Комашинский В. И. Когнитивные системы и телекоммуникационные сети / В. И. Комашинский, Н. А. Соколов // Вестник связи. — 2011. — № 10. — С. 4–8.
10. Nair T. R. G. Transformation of networks through cognitive approaches / T. R. G. Nair, Abhijith, K. Sooda // Journal of Research & Industry. — 2009. — Vol. 1. — Is. 1. — Pp. 1–6.
11. Hamalainen S. LTE self-organising networks (SON): network management automation for operational efficiency / S. Hamalainen, H. Sanneck, C. Sartori. — John Wiley&Sons, Ltd, 2012. — 428 p.
12. Прокофьев В. Кибернетизация управления морским судоходным бизнесом / В. Прокофьев. — Изд. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. — 79 с.
13. Венда В. Ф. О законе взаимной адаптации человека и машины / В. Ф. Венда // Вестник Академии Наук СССР. — 1985. — № 1. — С. 39–49.

14. Воевудский Е. Н. Экономико-математические методы и модели в управлении морским транспортом / Е. Н. Воевудский, Н. А. Коневцева, Г. С. Махуренко [и др.]. — М.: Транспорт, 1988. — 384 с.

REFERENCES

1. Kipen', N. A., and V. P. Dudyasheva. *Ekonomika znaniy promyshlennogo predpriyatiya: kognitivnyi aspekt: Monografiya*. M.: INFRA-M, 2014.
2. Prokof'ev, V. A., T. A. Veprinskaya. *Upravlenie rabotoi morskogo flota*. 2-d edition. SPb.: Izd-vo GMA, 2010.
3. Viner, N. *Kibernetika, ili upravlenie i svyaz' v zhivotnom i mashine. 1948-1961*. 2-d edition. M.: Nauka; Glavnaya redaktsiya izdaniy dlya zarubezhnykh stran, 1983.
4. Prokof'ev, V. A., and E. A. Perfil'ev. "Integrirovannye informatsionnye sistemy upravleniya sudokhodstvom." *Opyt i puti resheniya nauchnykh problem vodnogo transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka: sb. nauchn. tr. Novosibirsk: sibir. gos. univ. vodn. transp.*, 2016: 158–164.
5. Adrianov, A. A. "Sovershenstvovanie printsiptov organizatsii korporativnoi informatsionnoi sistemy ro-ro linii." *Ekspluatatsiya morskogo transporta* 1 (2011): 23–27.
6. Prokof'ev, V. A. "Dinamicheskaya realizatsiya transportnogo logisticheskogo vzaimodeystviya." *Trudy Nauchno-tekhnicheskoi konferentsii PPS i kursantov GMA im. adm. S.O. Makarova*. SPb.: Izd-vo GMA, 2008: 33–35.
7. Ipatov, Oleg Sergeevich, Aleksandr Alekseevich Kobayakov, Aleksandr Mikhailovich Fedorov, and Kirill Vladimirovich Lapshin. "Distributed architecture of complex monitoring and traffic management along the northern sea route." *Izvestiya SFedU. Engineering sciences* 10(171) (2015): 106–117.
8. O'Liri, D. *ERP sistemy. Sovremennoe planirovanie i upravlenie resursami predpriyatiya*. M.: ООО «Vershina», 2004.
9. Komashinskii, V. I., and N. A. Sokolov. "Kognitivnye sistemy i telekommunikatsionnye seti." *Vestnik svyazi* 10 (2011): 4–8.
10. Nair, T. R. Gopalakrishnan, Abhijith, and Kavitha Sooda. "Transformation of networks through cognitive approaches." *Journal of Research & Industry* 1.1 (2009): 1–6.
11. Hämäläinen, Seppo, Henning Sanneck, and Cinzia Sartori. *LTE self-organising networks (SON): network management automation for operational efficiency*. John Wiley & Sons, 2012.
12. Prokof'ev, V. *Kibernetizatsiya upravleniya morskim sudokhodnym biznesom*. Izd. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016.
13. Venda, V. F. "O zakone vzaimnoi adaptatsii cheloveka i mashiny." *Vestnik Akademii Nauk SSSR* 1 (1985): 39–49.
14. Voevudskii, E. N., N. A. Konevtseva, G. S. Makhurenko, et al. *Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli v upravlenii morskim transportom*. M.: Transport, 1988.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Прокофьев Вадим Александрович —
кандидат технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С.О. Макарова»
198035, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: ProkofevVA@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Prokofev, Vadim A. —
PhD, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: ProkofevVA@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 26 января 2017 г.

Received: January 26, 2017.