

УДК 656.6; 338.58

НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАБОТОЙ РЕЧНОГО ФЛОТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Платов Юрий Иванович¹, доктор технических наук, профессор кафедры управления транспортом

e-mail: platov_ji@mail.ru

Платов Александр Юрьевич¹, доктор технических наук, профессор кафедры управления транспортом

e-mail: platoff@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассматривается проблема применимости оптимизационных экономико-математических моделей в отрасли речного транспорта. Очевидными причинами недостаточного использования потенциала математических моделей являются: несоответствие моделей хозяйственному механизму и, главным образом, действующим системам экономических показателей и стимулирования; неадекватное отражение транспортных процессов; типичные ошибки при построении моделей для планирования работы флота. Актуальность проблемы разработки моделей возрастает в связи с цифровизацией экономики в целом и отрасли и в частности на основе цифровых платформ. Формулируется несколько необходимых условий для успешной цифровизации отрасли речного транспорта и эффективного применения оптимизационных экономико-математических моделей.

Ключевые слова: экономико-математические методы на речном транспорте, цифровизация отрасли, оптимизация планирования работы флота, цифровые платформы, активные системы, механизмы управления, эффективность принятия решений, неуправляемые факторы, условия и адекватность применения моделей.

NECESSARY CONDITIONS FOR THE APPLICATION OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL METHODS IN MANAGING THE OPERATION OF THE RIVER FLEET IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

Juri I. Platov¹, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Management

e-mail: platov_ji@mail.ru

Alexander Ju. Platov¹, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Management

e-mail: platoff@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article discusses the problem of the applicability of optimization economic and mathematical models in the river transport industry. The obvious reasons for the insufficient use of the potential of mathematical models are: the inconsistency of the models with the economic mechanism and, mainly, the existing systems of economic indicators and incentives; inadequate reflection of transport processes; typical errors in the construction of models for fleet planning. The relevance of the problem of model development is increasing due to the digitalization of the economy in general and the industry, in particular, based on digital platforms. Several necessary conditions are formulated for the successful digitalization of the river transport industry and the effective application of optimization economic and mathematical models.

Keywords: economic and mathematical methods in river transport, digitalization of the industry, optimization of fleet planning, digital platforms, active systems, management mechanisms, decision-making efficiency, uncontrollable factors, conditions and adequacy of models application.

Начало интенсивной разработки экономико-математических моделей (ЭММ) в отрасли речного транспорта относится к началу 70-х годов прошлого века; родоначальником этого направления заслуженно является В.И. Савин [1, 2]. Целью применения ЭММ (в дальнейшем моделей) являлось повышение эффективности работы флота за счет оптимизации транспортного процесса, т.е. без привлечения дополнительных материальных ресурсов, за счет скрытых резервов. В дальнейшем, примерно до конца 80-х годов, это направление под руководством Савина В.И. разрабатывалось научными организациями и учебными заведениями отрасли в рамках АСУ «Речфлот» [3], что, в свою очередь, должно было существенно повысить эффективность автоматизации, когда в нее встраивались оптимизационные модели.

В то время большинство разработок относилось к использованию моделей линейного программирования, некоторые предназначались для планирования работы флота. Однако, их внедрение нельзя считать удовлетворительным. Несмотря на очевидность и эффективность использования этих моделей, только некоторые из них были доведены до уровня опытной эксплуатации и в реальной практике не применялись, за исключением пароходства «Волготанкер», где эксплуатировалась подсистема «Расчет графика движения флота».

Такого рода проблемы были характерны и для других отраслей народного хозяйства СССР. Применительно к плановой экономике они системно изложены в монографии [4], в которой рассмотрены причины неудач, являющиеся, на наш взгляд, актуальными и в настоящее время. Суммируя эти причины, можно констатировать, что главной проблемой эффективности использования моделей оптимизации является их несоответствие хозяйственному механизму и, главным образом, действующим системам экономических показателей и стимулирования.

В условиях рыночной экономики эти причины, препятствующие внедрению моделей, не исчезли и дополнились новыми. Некоторые факторы невостребованности моделей при планировании перевозок и работы флота приведены в [5-7].

В кратком изложении главными причинами неиспользования моделей являются следующие:

а) использование в параметрах моделей (переменных, ограничениях и др.) средних величин, приводящих к ошибкам (усреднению) агрегирования, снижает эффективность оптимизации и в некоторых случаях даже приводит к неверным результатам [8, 9];

б) введение в моделях целей, критериев и ограничений, которые управляются разными юридическими субъектами (игнорирование субъектности); оперирование параметрами, относящимися к разным процессам;



в) оперирование при моделировании неуправляемыми параметрами, которые не только не влияют на выработку оптимальных решений, но могут приводить и к противоположным результатам;

г) игнорирование значимых факторов из-за усложнения моделей и их реализуемости, что существенно снижает эффективность принятия решений;

д) использование линейных моделей большой размерности, характеризующихся большим числом переменных и связей, что приводит не только к трудностям реализации, но, главным образом, и к накоплению ошибок нелинейности.

В современных условиях возможности использования ЭММ резко возросли в связи с: высокой производительностью компьютеров; наличием различных программных пакетов математического моделирования производственных процессов; развитием научной дисциплины «Исследование операций» [10]. Все это в комплексе является предпосылкой создания принципиально новой методической базы принятия решений по управлению работой флота, а следовательно, и повышения эффективности речного транспорта.

В действительности системная работа по внедрению моделей на речном транспорте прекратилась вследствие децентрализации управления отраслью, отсутствия финансирования и организаций, осуществляющих информатизацию, а также понижения востребованности в ней на практике, связанной, в том числе, с сокращением сферы применения ЭММ опять-таки в связи с децентрализацией управления. Вместе с тем, появилось множество моделей, приводимых в диссертационных исследованиях и научных статьях, целью которых является придание некой «научности», а потому, в большинстве случаев, неадекватных действительности [7]. Исключением могут послужить примеры продолжительного использования в практике работы отдельных судоходных предприятий моделей оптимизации скорости движения и расхода топлива речных транспортных судов [11, 12]. Однако такое исключение скорее подтверждает отмеченную ранее ситуацию. Эти модели разрабатывались по инерции, инициативе и при помощи высококвалифицированных советских специалистов, и на ранее созданной информационной базе. Они, как уже отмечалось, кроме отдельных судоходных предприятий, не были широко востребованы, несмотря на очевидную высокую эффективность их использования. В настоящее время эти модели нашли применение в приложениях, например, в [13].

В то же время, с учетом современного тренда на цифровизацию экономики, проблема внедрения ЭММ на речном транспорте является все более актуальной.

Объявленная правительственная стратегическая программа создания цифровой экономики [14] предполагает комплекс мероприятий по первоочередному развитию цифровизации в ряде секторов экономики и, в том числе, в транспортной отрасли. Одним из возможных вариантов организации цифровизации является формирование цифровых платформ (ЦП) [15-17]. При этом главными целями являются те, которые обеспечивают эффективное трансграничное взаимодействие всех участников перевозок, что невозможно реализовать без оптимизационных методов.

Поэтому возврат к решению проблемы разработки, внедрения и повышения роли ЭММ на речном транспорте на современном этапе неизбежен, и не только потому, что надо следовать правительственным указаниям. Решение данной проблемы является предпосылкой создания принципиально новой методической базы принятия решений по управлению работой флота, а следовательно, и повышения эффективности и конкурентности речного транспорта.

Анализ теоретических разработок и опыт внедрения и эффективного использования ЭММ показывают, что важнейшим и решающим фактором в рамках организационных структур является решение проблемы соответствия моделей оптимизации хозяйственному



механизму [4] или механизму управления [18, 19]. В общем случае под термином «механизм управления» (МУ) или функционирования системы понимается совокупность целей, правил принятия управленческих решений, процедур, критериев, задач, методов и т.д., регламентирующих взаимодействие ее участников: управляющего органа (центра) и управляемых субъектов или активных систем (АС), а также показателей оценки и системы стимулирования [18, 19].

Следствием несоответствия моделей оптимизации МУ является то, что на практике происходит отторжение моделей, главным образом, из-за критериев в действующей системе экономических показателей, а следовательно, и в системе стимулирования.

Теоретическое обоснование отторжения моделей убедительно приведено в работах [18-20]. В них утверждается, что «сложные социально-экономические системы, как правило, включают значительное число управляемых субъектов, обладающих свойством активности, заключающимся в их способности предпринимать целенаправленные действия в соответствии с собственными целями и интересами. Поэтому при управлении АС возникает необходимость учета активности, так как только лишь формулировка целей управления (их декларация, институализация и т.д.) оказывается недостаточной для обеспечения желаемого поведения АС».

Таким образом, из всего выше сказанного можно сделать вывод, что важнейшим и решающим фактором внедрения и эффективного использования ЭММ в рамках организационных структур является решение задачи приведения в соответствие моделей оптимизации системе управления. Логично, что эта задача может быть решена тремя альтернативными вариантами: одновременной разработкой модели и МУ; частичным изменением МУ и настраиванием его на разрабатываемую модель (в основном, введением показателей оценки и системы стимулирования); разработкой модели, соответствующей МУ. Разработка и изменение МУ на высоком теоретическом и практическом уровнях изложены в работах [4, 18, 19, 20] и решение этих вопросов выходит за рамки данной статьи. Здесь попробуем сформулировать некоторые свойства и условия применения ЭММ в прикладном аспекте с целью повышения их реализуемости и полезности на практике. При этом необходимо отметить, что формулирование свойств и условий осуществляется на основе рекомендаций [4, 19, 20] и собственного опыта внедрения и применения моделей [6, 7, 11, 12].

Задача соответствия моделей МУ активными системами практически может быть сведена к следующим требованиям:

- 1) их целью должно быть изучение и разрешение реальных проблем конкретных АС и входящих в них взаимодействующих участников;
- 2) целевая функция модели должна соответствовать цели АС или обязательно должна быть направлена на достижение последней;
- 3) агрегированность (усредненность) переменных модели и ограничения должны соответствовать реальным данным, используемым на соответствующем иерархическом уровне и обеспечивающим многократную проверку адекватности предлагаемых моделей действительности;
- 4) цели систем низшего уровня должны быть совместимы с целями систем высшего уровня и направлены на достижение последних;
- 5) исключение оперирования при моделировании постоянными величинами, неуправляемыми параметрами, которые, в лучшем случае, не влияют на оптимизацию, а в худшем – приводят к неадекватности результатов реализации модели;
- 6) и, наконец, наиболее важным условием является обеспечение соответствия целевых функций оценочным показателям АС, как основного фактора действенной системы стимулирования и эффективности использования ЭММ.



Кроме требований, изложенных выше и связанных с АС, для практической реализации необходимо выполнить и другие условия, как связанные с применением моделей, так и более общие, характерные для инженерных расчетов [1, 2, 4, 5, 8, 9]. Поскольку эти вопросы достаточно глубоко проработаны, нами они не рассматриваются.

Однако, на наш взгляд, в этом направлении необходимо обратить внимание на две проблемы, которые являются важными для применения моделей в отрасли речного транспорта.

Первая относится к реализации линейных моделей большой размерности [7], которые во множестве можно найти в научных статьях, а вторая – к обеспечению необходимой погрешности выходных данных при реализации модели. Первая проблема решается методами декомпозиции на внешнем уровне, которые приводят к нескольким многоуровневым или, как минимум, к двухуровневым моделям [8]. Декомпозицию целесообразно также использовать и на внутреннем уровне при решении сложных задач [21]. В советский период такое решение, по нашему мнению, существенно облегчило бы внедрение задач планирования работы флота [6]. Вторая проблема снимается благодаря балансу точностей всех параметров модели, при котором должны быть соизмеримы погрешности на основе различных подходов, некоторые из них приведены в [1, 9, 13, 22].

Таким образом, можно констатировать, что применение оптимизационных моделей на речном транспорте не соответствует современному уровню развития дисциплины «Исследование операций». Только несколько моделей были доведены до уровня опытной эксплуатации, а на практике использовались исключительно единицы. Главной причиной такого положения является несоответствие моделей системе экономических показателей и, особенно, системе стимулирования.

Одним из направлений решения этой проблемы является разработка условий, которым должна соответствовать та или иная модель. Конкретный набор условий определяется в зависимости от характера механизма управления, моделей, целей и задач. При этом главным фактором «успешности» внедрения является система стимулирования, основанная на оценочных показателях, соответствующих критерию модели.

В заключении, кроме вышеизложенного, авторы статьи считают своим долгом привести несколько утверждений об успешности, в перспективе, разработки, внедрения и повышения роли ЭММ, как органической части цифровизации отрасли.

Эти утверждения основаны на следующих доводах: необходимости повышения уровня централизации принятия решений, как в области собственно цифровизации, так и в эксплуатационной деятельности, основанной на логике существования цифровизации; на положительном и отрицательном опыте разработки и внедрения ЭММ в советский период, когда существовала единая методическая база их применения; снижении востребованности (по нескольким причинам) в применении моделей в современных условиях; особенностях функционирования транспорта в рыночной экономике.

Успешность цифровизации может быть обеспечена:

- под управлением государственных органов или, как минимум, специализированных организаций на отраслевом уровне;
- одновременно с централизацией при разработке цифровых платформ и создании на их основе коалиций, логично возникает необходимость поляризации централизации и децентрализации принятия решений. В этом варианте часть решений, связанных с оптимизацией и распределением выгод между субъектами, входящими в коалицию, принимается неким органом, наделенным соответствующими правами, а другая – самими субъектами на основе общего подхода к формированию информации цифровой платформы;



- обязательной процедурой является включение ЭММ в прямые и обратные связи системы управления в той или иной организации с учетом изменения оценочных показателей и системы стимулирования;

- проблему разработки и внедрения ЭММ, учитывая её важное значение на современном этапе цифровизации, необходимо широко и активно освещать в учебном процессе, а также обсуждать с руководителями и специалистами отрасли.

Список литературы:

1. Савин В.И. Расчёт графика движения на электронно-вычислительных машинах. - М.: Транспорт, 1968. – 216 с.
2. Савин В.И. Математические методы оптимального планирования работы флота и портов. – М. 1969. – 168 с.
3. Савин В.И. Основные направления развития АСУ «Речфлот» / В.И. Савин // Речной транспорт. – 1986. – № 2. – С. 20-21
4. Медведев П.А. Экономико-математические методы в прикладных исследованиях и хозяйственный механизм. -М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982, 112 с.
5. Платов А.Ю., Платов Ю.И. Проблемы внедрения аналитических информационных технологий на речном транспорте. Наука и техника транспорта / Москва, №3, 2010. С. 42-45.
6. Платов Ю.И. Влияние субъективных факторов на внедрение информационных технологий на речном транспорте. Научные проблемы водного транспорта. Выпуск 63. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2020. – с. 138-147
7. Платов А.Ю., Платов Ю.И. Необходимые условия адекватности экономико-математических моделей на речном транспорте. Научные проблемы водного транспорта, № 64 (2020). С. 171-180
8. Итеративное агрегирование и его применение в планировании. Под ред. Л.М. Дудкина - М.: Экономика, 1979. - 328 с.
9. Авилов В.А. Математико-статистические методы технико-экономического анализа производства. М.: «Экономика», 1967. - 264 с.
10. Хемди А. Таха Введение в исследование операций. 7-е изд. М.: Издательский дом «Вильчмс», 2005, - 912 с.
11. Платов А.Ю., Платов Ю.И. Компьютерные технологии оптимизации скорости движения и расхода топлива речных транспортных судов. Тезисы докладов на Международном научно-промышленном форуме «Великие реки», 2001 г.
12. Платов А.Ю., Платов Ю.И. Проблемы применения систем поддержки принятия решений на речном транспорте. [Речной транспорт \(XXI век\)](#). 2018. № 1 (85). - С. 22-24.
13. Платов А.Ю., Васильева О.Ю. Метод расчета расхода топлива судового дизеля при эксплуатационно-техническом обосновании судов внутреннего плавания. Морские интеллектуальные технологии, N 4 (56), Т.1, 2020. - с. 121-127.
14. Распоряжение правительства № 1632-р. от 28.07.2017 г. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71634878/>
15. ВІ-технологии и корпоративные информационные системы в оптимизации бизнес-процессов цифровой экономики: материалы X Междунар. науч.-практ. очно-заочной конф. / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации [и др.]; Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2023. - 175 с.
16. Зубаков Г.В., Проценко О.Д. Цифровая платформа транспортного комплекса Российской Федерации. Некоторые аспекты реализации // Креативная экономика. – 2019. – Том 13. – № 3. – С. 407-420. doi: [10.18334/ce.13.3.40461](https://doi.org/10.18334/ce.13.3.40461)



17. Марусин А.В., Аблязов Т.Х. Особенности цифровой трансформации транспортно - логистической сферы // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 3А. С. 71-78. DOI: 10.34670/AR.2019.89.3.007

18. Бурков В.Н. Математические основы теории активных систем. - М.: Наука, 1977, - 255 с.

19. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. и др. Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма. - М.: Наука, 1984. - 272 с.

20. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем и задачи организационного управления. М.: Синтен, 1999. - 128 с.

21. Платов А.Ю., Платов Ю.И. Декомпозиционный подход к выбору назначений судам при календарном планировании работы речного флота. Научные проблемы водного транспорта, № 67 (2021). - С. 115-121.

22. Платов А.Ю., Платов Ю.И. Метод оценки погрешности нормирования ходового времени речных судов. Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек. – Труды конгресса «Великие реки» 2020. Выпуск 9, 2020 г. http://вф-река-море.рф/2020/PDF/11_18.pdf

