

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-3-145-156

УДК 004.94

**ПРИМЕНЕНИЕ
МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ТРАНСПОРТНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

Львович Я.Е., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.

В данной работе рассматривается подход, связанный с управлением в компаниях, связанных с перевозками, при помощи разных видов программного обеспечения. При решении данной задачи мы рассматривали возможности использования компьютерных технологий, методик моделирования и оптимизации.

***Ключевые слова:** система перевозок; алгоритм; программа; управление.*

**APPLICATION OF METHODS OF MODELING
AND OPTIMIZATION OF INFORMATION STRUCTURES
FOR MANAGEMENT OF TRANSPORT ENTERPRISES**

Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N.

In this paper, we consider an approach related to the management of transportation-related companies using various types of software. In solving this problem, we considered the possibility of using computer technology, modeling and optimization techniques.

***Keywords:** transportation system; algorithm; program; control.*

Введение

Чтобы обеспечивать управление крупными компаниями, связанными с перевозками, в том числе и теми, которые будут территориально распределены, важно осуществлять разработку и

использование программно-ситуационных структур. С их применением будут происходить процессы группировки по самым разным ситуациям [1]. Можно провести их объединение в множества. Ситуации будут соответствовать разным типам состояний внутри организаций. Помимо этого, для них следует, чтобы были предусмотрены соответствующие программно-целевые мероприятия. Они будут соответствовать разным направлениям функционирования транспортной компании. Важно обеспечить соответствующую поддержку по процессам, относящимся к моделированию программно-ситуационных структур.

Алгоритм моделирования использования программного обеспечения. Необходимо формировать элементы, которые будут относиться к множеству ситуаций $r = 1, R$. При этом мы применяли следующие обозначения: R – будет соответствовать общему количеству таких ситуаций, которые могут наблюдаться внутри анализируемой компании, а также множеству применяемых программных типов обеспечения $v = 1, V$. Здесь мы рассматриваем обозначение V . Оно будет соответствовать общему числу типов программного обеспечения. В ходе моделирования такие компоненты программного обеспечения будут рассматриваться как управляющие воздействия. После того, как проведено обозначение по соответствующим множествам, необходимо, чтобы по элементам r и v была проведена оценка, насколько они будут соответствовать друг другу. Мы должны решать задачи управления. В этой связи в множествах элементы необходимо упорядочить. Процесс упорядочения основывается на том, что в элементах мы будем учитывать значимость в ходе принятия управленческих решений [2, 3]. При этом необходимо ориентироваться на показатели эффективности работы транспортной компании. Отметим, как можно проводить процесс упорядочения относительно элементов, которые будут включаться в множества R и V . Необходимо, чтобы был применен метод экспертных оценок. Вычисление экспертных оценок должно быть по нескольким направлениям. Первое связано с тем, каким образом идет контроль качества в ходе ре-

ализации транспортных процессов. Второе связано со степенью экологичности используемых видов техники. Третье базируется на рассмотрении того, насколько эффективным образом будут использоваться разные типы ресурсов [4]. Чтобы осуществлять ход решения таких задач следует использовать метод априорного ранжирования. Затем рассмотрим особенности того, как будет применен такой метод в рассматриваемой задаче. Необходимо получать оценки по рангам Q_r и Q_v , которые получаются при анализе множеств R и V . В дальнейшем используется вероятностное представление для таких оценок:

$$p_r = Q_r / \sum_{r=1}^R Q_r, \quad r = \overline{1, R}, \quad \sum_{r=1}^R p_r = 1;$$

$$p_v = Q_v / \sum_{v=1}^V Q_v, \quad v = \overline{1, V}, \quad \sum_{v=1}^V p_v = 1. \quad (1)$$

Для указанных выражений мы применяем следующие обозначения: P_r – рассматривается в виде вероятностной оценки, которая демонстрирует значимость компонента r ; P_v – рассматривается в виде вероятностной оценки, которая демонстрирует значимость компонента v . Для реальных ситуаций мы можем встретить разные комбинации по компонентам r и v . Это определяется типом решаемых в компании задач, насколько они сложные [5]. В таких случаях компоненты r и v будут характеризоваться разной степенью неоднородности. То есть, когда происходит формирование эффективных управленческих решений, они будут иметь различную степень значимости. Проводить ее оценку можно на основе того, что рассматриваются величины энтропии

$$H(R) = -\sum_{r=1}^R p_r \cdot \lg p_r, \quad H(V) = -\sum_{v=1}^V p_v \cdot \lg p_v. \quad (2)$$

По величинам энтропии существуют соответствующие свойства, которые относятся к ее величине. Если вероятности p_r, p_v будут связаны с равномерным распределением, тогда величина энтропии будет расти. Чем распределение будет характеризоваться большей неравномерностью, тем по энтропии мы будем наблюдать меньшее значение. В случае максимальных значений энтропии мы можем применять такие формулы

$$H(R) = \lg R, H(V) = \lg V. \quad (3)$$

Когда анализируются такие величины можно сделать количественное описание того, какие будут изменения в характеристиках транспортного предприятия, какие могут быть возможности его развития.

Требуется в ходе анализа проводить рассмотрение всех возможных распределений, которые характеризуют компоненты. В противном случае есть риски, связанные с тем, что для определенных комбинаций компонентов r и v будут учтены не все возможные варианты, относящиеся к их сочетанию. Это может быть причиной того, что управление будет совсем не эффективным. Работа системы управления должна быть одинаково, когда мы будем наблюдать разные комбинации в компонентах [6]. Поэтому уровень неоднородности будет определен рациональным способом на основе применения коэффициента неравномерности δ ($0,4 \leq \delta \leq 0,7$). В формуле показано, каким образом будет проведена оценка по уровню неоднородности

$$H^{ran}(R) = \delta \cdot \lg R, H^{ran}(V) = \delta \cdot \lg V. \quad (4)$$

Разные ситуации в ходе процессов перевозок описываются на базе того, что используются соответствующие элементы информационно-телекоммуникационного оборудования. Эти элементы будут оказывать разное влияние на то, как будут меняться компоненты в множестве ситуаций.

Пусть мы анализируем влияние со стороны элемента v на компоненты, которые будут давать описание по множеству $r = 1, R$. Влияние может быть различным. Предлагается проводить разбиение его по диапазонам, которые будут соответствовать экспертным оценкам $Q_{r,v}$, указанным в выражении

$$Q = \begin{cases} \text{существенно (10 баллов),} \\ \text{сильно (8 баллов),} \\ \text{несколько (6 баллов),} \\ \text{немного (4 балла),} \\ \text{мало (2 балла).} \end{cases} \quad (5)$$

Процесс, связанный с вычислением условных вероятностей, основывается на том, что применяются значения экспертных оценок

$$P(r/v) = Q_{rv} / \sum_{v=1}^V Q_{rv}. \quad (6)$$

С тем, чтобы управление на транспортном предприятии было эффективным, важно принимать соответствующие решения. Условную энтропию мы можем анализировать в виде некоторой характеристики в ходе принятия решений. Выражения показывают, как будет вычисляться условная энтропия:

$$H_v(R) = \sum_{r=1}^R p_r H_v(r), \quad H_v(r) = - \sum_{v=1}^V p(r/v) \cdot \lg p(r/v). \quad (7)$$

Необходимо осуществлять совместным образом контроль качества, а также степень эффективности функционирования по всем подразделениям на предприятии, связанном с перевозками. Это показывает выражение, описывающее программно-ситуационную структуру

$$H(R, V) = H(V) + H_v(R). \quad (8)$$

Как мы отмечали выше, приоритеты будут разные. Поэтому важно осуществить оценку [7] относительно адекватности модели приоритетов. Это связано с выбранным вариантом структуры

$$H(R, V) \leq H^{\text{пан}}(R, V). \quad (9)$$

Обеспечение оптимизации процессов на транспортном предприятии. Процесс оптимизации относительно программно-ситуационной структур осуществляется на основе применения соответствующей модели. В ней дается описание приоритетов, связанных с компонентами r и v , а также взаимодействия между ними. Поэтому требуется провести задание по альтернативным переменным [8]:

$$x_v = \begin{cases} 1, & \text{если } v - \text{е воздействие, будет включено в} \\ & \text{программу работы транспортного предприятия, } v = \overline{1, V} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (10)$$

По каждому из типов программного обеспечения необходимо предусмотреть финансовые затраты. Важно учитывать, что, так как по ресурсам существуют ограничения, поэтому следует осуществлять минимизацию относительно числа элементов v . Важно принимать во внимание, что необходима поддержка по каждой

ситуации r со стороны мероприятий, которые будут в целевых программных компонентах. Поддержка может осуществляться не полная, но хотя бы частичным способом. Эти ограничения необходимо учитывать. При этом используем правило большинства [9]. Для этого осуществляется рассмотрение дискретной величины C_{rv} , которая будет характеризоваться тремя уровнями. В таких случаях вероятностные оценки $p(r/v)$ будут соотнесены с наборами значений

$$C_{rv} = \begin{cases} 1, & \text{если } 0,7 \leq p(r/v) \leq 1, \\ 0,5, & \text{если } 0,3 < p(r/v) < 0,7, \\ 0, & \text{если } 0 \leq p(r/v) < 0,3. \end{cases} \quad (11)$$

$$r = \overline{1, R}, \quad v = \overline{1, V}.$$

В указанной задаче следует учитывать две составляющих. С одной стороны, будет ограничение в ресурсах. С другой стороны, средства должны применяться целевым способом. В итоге будет управление ситуациями в процессах перевозок. Требуется при этом использовать следующую оптимизационную модель:

$$\sum_{v=1}^V z_v x_v \rightarrow \min, \quad \sum_{v=1}^V c_{rv} x_v \geq 0,5, \quad r = \overline{1, R}, \quad x_v = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}, \quad v = \overline{1, V}. \quad (12)$$

Введены такие обозначения: z_v являются прогнозируемыми затратами, которые будут связаны с тем, что реализуется v -й вид программного обеспечения. Происходит учет минимизации ресурсов в критерии оптимизации. При этом будут рассмотрены затраты, которые связаны с тем, что происходит реализуется программное обеспечение. Ограничения будут соответствовать не менее 50% уровню, которые будут связаны с управленческими решениями. При этом происходит учет каждой из возможных ситуаций. Осуществлялось имитационное моделирование. В нем была применена созданная оптимизационная модель. В ходе его выполнения было рассмотрено несколько вариантов программных продуктов. Их число находится между 5 и 10. Следует использовать разные

затраты, для того, чтобы их реализовать. При этом будет обеспечен разный уровень, на который будет происходить рост эффективности процессов, связанных с перевозками. Чтобы эксперимент был реализован, необходимо осуществить такую операцию. Альтернативные переменных x_v будут заменены на случайные дискретные переменные \tilde{x}_v . При этом по ним распределение будет описываться такими параметрами:

$$p(\tilde{x}_v = 1) = p(x_v), \quad p(\tilde{x}_v = 0) = g_{xv} = 1 - p_{xv}. \quad (13)$$

Была осуществлена генерация последовательности псевдослучайных чисел $v = \overline{1, V}$. Для них характерно то, что они будут иметь равномерное распределение. Такое распределение будет соответствовать интервалу $(0,1)$. Те переменные, которые будут подвергаться варьированию, должны задаваться соответствующим образом. Закономерность будет описываться при помощи такого выражения:

$$\tilde{x}_v = \begin{cases} 1, & \text{если } v \leq p_{xv} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (14)$$

Мы проводим рассмотрение описания имитационного эксперимента при учете следующих условий. 1. Используется вероятностный подход. 2. В оптимизационной модели происходит учет ограничений.

Анализ случайных процессов рассматривается как случайное блуждание. Описание его происходит при помощи соответствующей марковской цепи. Следует корректным образом описать состояния этой цепи. Они будут относиться к различным сочетаниям, которые будут соответствовать альтернативным переменным x_v , $v = \overline{1, V}$. Если мы делаем выбор сочетаний перспективных компонентов программного обеспечения, тогда их можно соотнести с поглощающими состояниями. При имитационном моделировании любой из циклов будет предоставлять возможности для того, чтобы получать перспективный вариант. Это можно объяснить особенностью марковской цепи. Вероятность перехода к поглощающему состоянию в течение определенного числа шагов будет равна единице. Переход при этом будет происходить от произвольного

начального состояния. Для Марковской цепи есть свойство неприводимости. После осуществления имитационного моделирования, мы приходим к совокупности перспективных вариантов [10]. Такие варианты рассматриваются с точки зрения экспертного анализа. Анализ проводится руководством транспортного предприятия. Тогда образуется оптимизированная совокупность программных модулей. Они будут соответствовать обозначенным целям функционирования и развития транспортного предприятия.

На рис. 1 дана схема, связанная с моделированием и оптимизацией программных средств. Она базируется на том, что применяются компьютерные технологии управления.



Рис. 1. Схема, показывающая процессы моделирования и оптимизации программных средств в транспортном предприятии.

Выводы

В современных транспортных компаниях используется большое число информационно-телекоммуникационных структур. Предложен алгоритм моделирования использования программного обеспечения. Показано, как осуществляется процесс оптимизации относительно программно-ситуационной структур в транспортной компании.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Преображенский Ю.П. Информационные технологии, используемые в сфере менеджмента // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 2 (25). С. 43-46.
2. Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Задачи оптимального управления многостадийными технологическими процессами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 77-80.
3. Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87-90.
4. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. Анализ подходов к формированию рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 88-90.
5. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. О методах создания рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 75-79.
6. Берман Н.Д., Белов А.М. Общественный транспорт и инновации // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 2. С. 7-13.
7. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 27-31.

8. Сапожникова С.М. Корпоративное управление в железнодорожном транспорте // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 19-42.
9. Лысанов Д.М., Бикмухаметова Л.Т. Анализ показателей качества и конкурентоспособности оборудования // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8. № 4-2. С. 50-55.
10. Преображенский Ю.П. Построение складской структуры предприятия // Молодежь и системная модернизация страны Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 286-290.

References

1. Panevin R. Yu., Preobrazhenskij Yu.P. Zadachi optimal'nogo upravleniya mnogostadijnymi tekhnologicheskimi processami // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2010. № 6. S. 77-80.
2. Preobrazhenskij Yu.P. Informacionnye tekhnologii, ispol'zuemye v sfere menedzhmenta // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2018. № 2 (25). S. 43-46.
3. Ermolova V.V., Preobrazhenskij Yu.P. Metodika postroeniya semanticheskoy ob»ektnoj modeli // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2012. № 9. S. 87-90.
4. Preobrazhenskij Yu.P., Konovalov V.M. Analiz podhodov k formirovaniyu rekomendatel'nyh sistem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2019. № 4 (31). S. 88-90.
5. Preobrazhenskij YU.P., Konovalov V.M. O metodah sozdaniya rekomendatel'nyh sistem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2019. № 4 (31). S. 75-79.
6. Berman N.D., Belov A.M. Obshchestvennyj transport i innovacii // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 2. S. 7-13.
7. Shakirov A.A., Zaripova R.S. Osobennosti modelirovaniya logisticheskikh sistem // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. S. 27-31.

8. Sapozhnikova S.M. Korporativnoe upravlenie v zheleznodorozhnom transporte // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. S. 19-42.
9. Lysanov D.M., Bikmuhametova L.T. Analiz pokazatelej kachestva i konkurentosposobnosti oborudovaniya // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8. № 4-2. S. 50-55.
10. Preobrazhenskij Yu.P. Postroenie skladskoj struktury predpriyatiya // Molodezh' i sistemnaya modernizaciya strany Sbornik nauchnyh statej 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh. V 4-h tomah. Otvetstvennyj redaktor A.A. Gorohov. 2018. S. 286-290.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Львович Яков Евсеевич, профессор, доктор технических наук
*Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования Воронежский государственный
технический университет*
ул. 20 лет Октября, 84, г. Воронеж, 394006, Россия
Kotkovvivi@yandex.ru

Преображенский Андрей Петрович, профессор, доктор технических наук, доцент
Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Воронежский институт высоких технологий
ул. Ленина, 73а, Воронеж, 394043, Россия
Kotkovvivi@yandex.ru

Чопоров Олег Николаевич, профессор, доктор технических наук, профессор
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Воронежский государственный технический университет
ул. 20 лет Октября, 84, г. Воронеж, 394006, Россия
Kotkovvivi@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Lvovich Yakov Yevseevich, Professor, doctor of technical Sciences,
Professor
Voronezh State Technical University
84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russia
Komkovvvt@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7051-3763

Preobrazhenskiy Andrey Petrovich, professor, doctor of technical
sciences, associate professor
Voronezh Institute of High Technologies
73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russia
Komkovvvt@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6911-8053

Choporov Oleg Nikolaevich, Professor, doctor of technical Sciences,
Professor
Voronezh state technical University
84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russia
Komkovvvt@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-3176-499X