

УДК 656.012

UDC 656.012

**АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
В РАБОТЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКО-  
ГО ТРАНСПОРТА**

**ALGORITHM OF ADMINISTRATIVE DECISIONS  
IN A WORK OF CITY PASSENGER  
TRANSPORT**

Волков Владимир Сергеевич  
д.т.н., профессор

Volkov Vladimir Sergeevich  
Dr.Sci.Tech., professor

*Воронежская государственная лесотехническая  
академия, Воронеж, Россия*

*Voronezh State Academy of Forestry and Technologies,  
Voronezh, Russia*

Представлен алгоритм формирования управленческих решений в работе городского пассажирского транспорта при возникновении сбойных ситуаций вследствие прекращения работы смежного транспорта или возникновения блокировки пути следования транспортной единицы

The algorithm of formation of administrative decisions in a work of city passenger transport at occurrence of difficult situations owing to cessation of work of adjacent transport or occurrence of blocking of a transit of transport unit is presented

Ключевые слова: ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ПЕРЕВОЗКА, ОПТИМИЗАЦИЯ

Keywords: ORGANIZATION, MANAGEMENT, TRANSPORTATION, OPTIMIZATION

Работа наземного городского пассажирского транспорта в современных условиях характеризуется периодическим возникновением так называемых сбойных ситуаций. Причинами таких явлений могут рассматриваться:

- недовыпуск автобусов на линию, аварийный сход с маршрута транспортных единиц;
- несоответствие находящегося на линии транспортного ресурса изменившемуся пассажиропотоку (например, вследствие прекращения работы смежного вида транспорта или маршрута),
- появление помех в работе транспортной сети, связанных с невозможностью нормального функционирования действующего маршрута при блокировке пути следования транспортной единицы между двумя и более остановочными пунктами – затор на дороге, ремонтные работы и т.д.

При возникновении таких ситуаций для нормализации обстановки особую важность приобретает принятие адекватных управленческих решений. В качестве субъекта, принимающего такие решения, в данном слу-

чае рассматривается диспетчер маршрута как лицо, ответственное за обстановку на маршруте.

В любом случае в деятельности диспетчера присутствует человеческий фактор, допускающий ошибки по субъективным и объективным причинам. В качестве одной из наиболее значимых объективных причин может рассматриваться неопределённость среды управления и неполнота информированности диспетчера о ситуационном состоянии маршрута.

Как и всякая модель, поступающая к диспетчеру информация о ситуации на маршруте, характеризуется ограниченной полнотой, точностью и своевременностью поступления данных. Среди причин снижения качества информации могут рассматриваться нехватка времени на сбор данных, либо сознательное искажение информированности диспетчера для коррумпированного перераспределения финансовых потоков.

В связи с указанным, процесс управления и принятия решений должен содержать как объективные, так и субъективные компоненты, конкретную формализацию и интуицию, навыки и умения, базирующиеся на совместном функционировании научных положений и опыта в решении аналогичных задач. Модель связей между основными факторами, определяющими исход принятия управленческих решений, может рассматриваться в виде, представленном на рисунке 1.



Рисунок 1. Модель связей между основными факторами, влияющими на результат принятия решений

В группу объективных факторов должны быть включены такие обстоятельства, как наличие резерва подвижных единиц, возможность использования единиц подвижного состава других маршрутов, информационно-техническая поддержка принятия решений. Группу субъективных факторов определяют личностные характеристики диспетчера, как человека, имеющего опыт работы в данной области и способного принимать конкретные управленческие решения. Принятие качественного оперативного управленческого решения в условиях сбойной ситуации на маршруте зависит от совершенства личности диспетчера, его рассудительности, инициативности, целенаправленности, базирующихся на личном опыте.

Процесс выработки управленческого решения при сбойной ситуации на маршруте включает следующие основные этапы:

- уяснение проблемы;
- оценка обстановки;
- формирование замысла предстоящих действий и выдача предварительных распоряжений исполнителям – диспетчерам на линиях, водителям;
- обоснование решения (анализ механизма ситуации, формирование альтернатив, получение и оценка результатов для альтернатив, измерение и моделирование предпочтений для принятия решения);
- принятие решения и доведение его до исполнителей;
- организация выполнения решения, контроля и взаимодействия;
- оказание помощи в случае обнаружения отклонения в течении операции от намеченного плана;
- оценка фактически достигнутых результатов, подведение итогов, фиксация и изучение опыта в ходе принятия решения.

Схематично процесс исполнения диспетчером маршрута функций управления в ходе выработки решений представлен на рисунке 2.

Для системного выполнения всех этапов выработки решений целесообразно вначале построить упрощённый образ сбойной ситуации, например, в виде проблемной ситуации.

В качестве модели проблемной ситуации может быть принята совокупность взаимосвязанных вербальных и формальных задач обоснования решения, которое приведёт к желаемой цели – к выбору наилучшей альтернативы.



Рисунок 2. Схема процесса выполнения диспетчером функций управления в ходе выработки управленческого решения

Для решения сформулированной вербальной задачи необходимо её перевод на формальный язык и получение постановки задачи в цифровой форме. При этом элементы вербальных выражений заменяются формальными. Для этого необходимо введение идентификаторов, обозначающих переменные и константы, а фигурирующие в вербальных высказываниях

физические, экономические, социальные и другие связи могут быть моделированы введением логических, арифметических, алгебраических и других математических связей между переменными и константами. Области допустимых значений управляемых и неуправляемых факторов (Правила дорожного движения, характеристики маршрута, наличие резерва и т.д.) могут определяться уравнениями и неравенствами требуемого вида. Схематическое изображение модели проблемной ситуации представлено на рисунке 3.

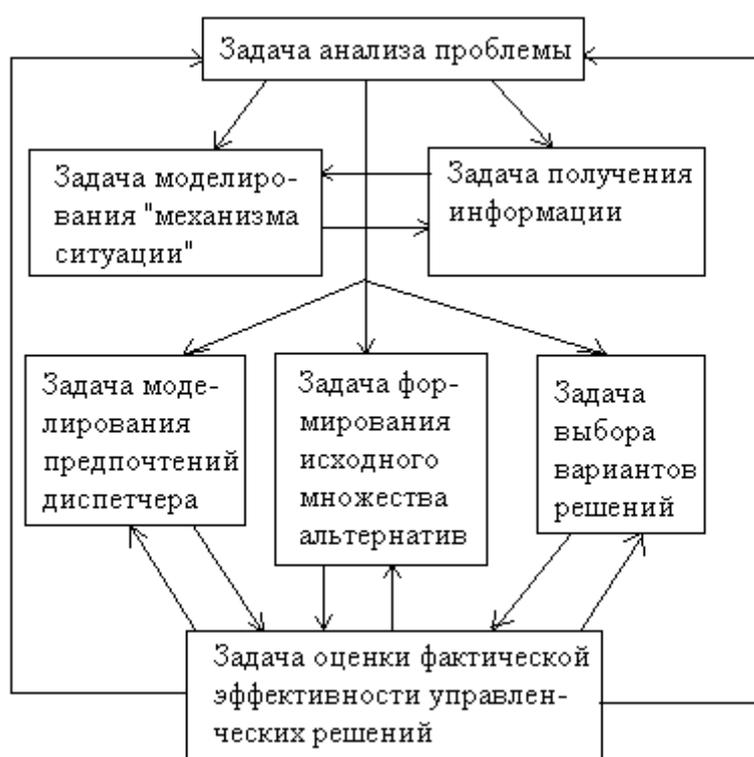


Рисунок 3. Модель проблемной ситуации

В данном случае в качестве наиболее ответственной задачи может рассматриваться задача анализа проблемы, результаты которой определяют морально-психологический настрой диспетчера на всю дальнейшую его работу. Данная задача включает:

- вербальное описание сбойной ситуации;
- вербальное описание цели предстоящих действий;

- формальное описание цели (выбор результата и его реального воплощения – нормальное функционирование маршрута);

- выбор критериев.

Задача моделирования механизма ситуации устанавливает связь между описанием альтернатив и значением критериев или результатов. Она включает: определение перечня управляемых и неуправляемых факторов; определение ведущего типа построения ситуации (однозначный или неоднозначный) и ведущего типа непреодолимости; выбор типа шкал для оценки результатов; построение модели для получения значений в выбранных шкалах.

Задача получения информации имеет важное значение, поскольку её результаты используются на всех последующих этапах принятия решения. Здесь важно не только взвешенно определить требования к качеству информации (её точности, надёжности, достоверности), но и установить наиболее предпочтительный источник и способ её получения.

Задача формирования исходного множества альтернатив является одной из главных, поскольку её решение позволяет ответить на вопрос, какими способами и какими ресурсами будет осуществлено достижение цели.

Задача формализации или моделирования предпочтений решается на основе углублённого анализа цели предстоящих действий. Поскольку при вариантах цели, преследуемые диспетчером, достигаются в большей степени, а при других вариантах – в меньшей, исходы решений определённым образом отличаются по предпочтительности. Отсюда следует, что на множестве исходов операции и её результатов образуется система предпочтений диспетчера, отражающая его личные представления о лучшем и худшем результатах в достижении цели и его личное отношение к риску, связанному с неопределённостью некоторых элементов задачи.

Формальным выражением системы предпочтений является критерий выбора решений и так называемая функция выбора.

Задача выбора варианта решения заключается не только в выявлении «наилучшей» альтернативы решения сбойной ситуации, но и на этапе интерпретации - в адаптации её к реальным условиям. Эта работа осуществляется лично диспетчером на линии, либо под его непосредственным руководством.

Высокий уровень значимости имеет также задача оценки фактической эффективности принятых решений. На основании выводов, которые делает диспетчер на линии после получения информации о фактически достигнутых результатах, её обработки и анализа, могут формироваться рекомендации, а также вносятся необходимые корректировки в модели и элементы решения. Данный этап «замыкает» процесс выработки решений на практику, позволяет при принятии управленческих решений осуществлять процесс обучения сотрудников, ответственных за принятие управленческих решений и накопления ими управленческого опыта.

Модель принятия решения с большим числом критериев можно представить в виде следующего кортежа

$$\langle t, X, K, S, f, P, r \rangle,$$

где  $t$  – постановка (тип) задачи принятия решения;

$X$  – множество допустимых решений (альтернатив);

$K$  – множество критериев;

$S$  – множество шкал критериев;

$f$  – отображение множества допустимых решений во множество векторных оценок;

$P$  – система предпочтений диспетчера на линии;

$r$  – решающее правило.

С учётом изложенного можно составить алгоритм разработки и принятия решения в многокритериальных моделях сбойных ситуаций на маршруте движения наземного городского пассажирского транспорта.

Примерный вид такого алгоритма разработки и принятия решений в многокритериальных моделях сбойных ситуаций на транспорте, представлен на рисунке 4.

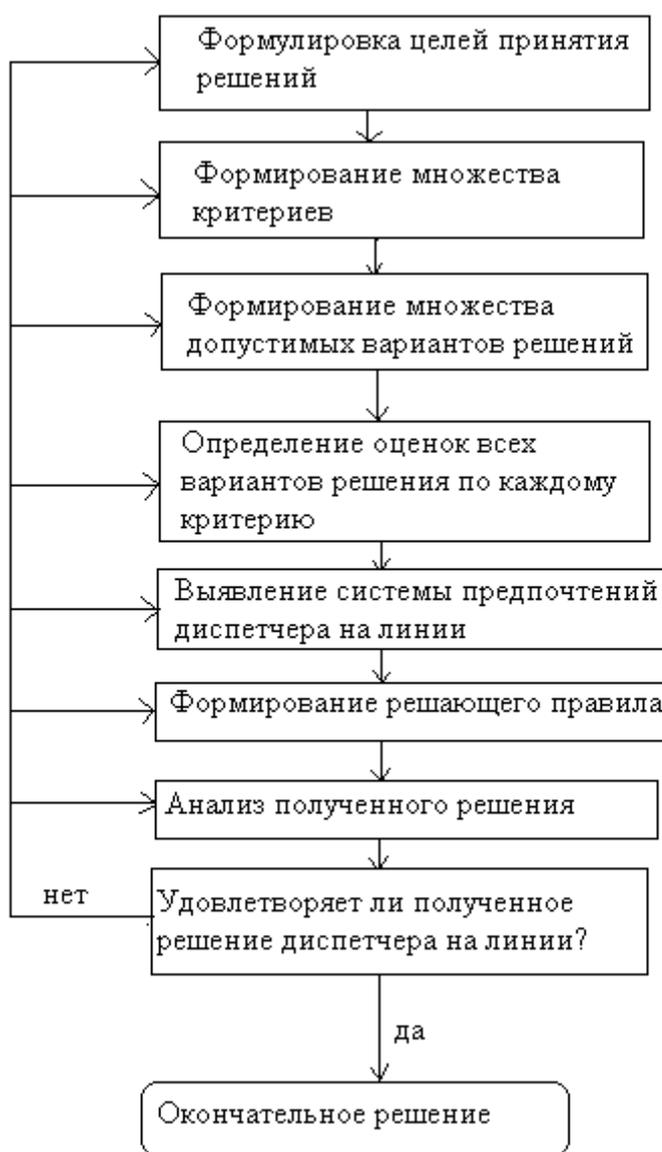


Рисунок 4. Структурная схема, алгоритм разработки и принятия управленческого решения в многокритериальных моделях сбойных ситуаций

В качестве примера действия данного алгоритма может быть рассмотрена ситуация появления сбоя в транспортной сети, связанного с невозможностью нормального функционирования действующего маршрута вследствие блокирования пути следования транспортной единицы между двумя и более остановочными пунктами – возникновение затора или реконструкция дороги. В данной ситуации возникает необходимость формирования нового маршрута, в состав которого могут входить как остановочные пункты временно блокируемых маршрутов, так и не относящиеся к ним. Схематическое изображение такого маршрута  $\alpha$  с заблокированным отрезком пути между остановочными пунктами с номерами  $C_i$  и  $C_j$  представлено на рисунке 5.

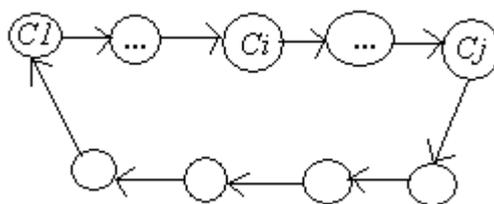


Рисунок 5. Пример маршрута  $\alpha$  транспортной сети с заблокированным отрезком пути между остановочными пунктами  $C_i$  и  $C_j$ .

В результате блокировки отрезка пути между указанными остановочными пунктами нарушается нормальное функционирование данного маршрута, вследствие невозможности сохранения замкнутого цикла движения транспортных единиц между начальным и конечным остановочными пунктами. Такая сбойная ситуация вызывает необходимость принятия оперативного управленческого решения по корректировке маршрута.

Задача поиска оптимального пути заключается в нахождении наилучшей, с позиций конкретного критерия, последовательности элементов транспортной сети (улиц, перекрёстков, транспортных развязок), через которые должен пройти новый маршрут. При этом необходимо учитывать

все ограничения, накладываемые Правилами дорожного движения, характеристиками проезжей части, интенсивностью движения и т.д.

Разработанная подсистема поиска оптимального пути между точками разрыва действующего маршрута предназначена для решения двух основных задач: помощь водителю в выборе экономичного пути по конкретному критерию и представление данных о характеристиках оптимальных путей для обеспечения алгоритмов планирования пассажирских перевозок.

С учётом ситуационного характера возникновения сбойных ситуаций в маршрутной сети, большую значимость приобретает быстрота алгоритма поиска нового пути.

Исходя из этого, в качестве главных требований к модели поиска оптимального пути выступают:

- адекватное представление структуры дорожной сети и её характеристик;
- возможность обновления данных о структуре дорожной сети и её характеристиках;
- учёт суточных, недельных и сезонных колебаний загруженности дорог.

Под адекватным представлением структуры дорожной сети подразумевается отражение в базе данных всех используемых для движения маршрутных транспортных единиц, дорог, учёт всех действующих на них ограничений – типаж транспортных средств, их скоростные качества, число полос для движения, количество регулируемых и нерегулируемых пересечений и пешеходных переходов, время возникновения заторов.

Обновление данных производится при любых изменениях в структуре транспортной сети, а также для уточнения характеристик движения по ней – блокирование участка дороги, замедление движения, возникновение затора.

Сведения о текущей ситуации можно получать по системе связи от водителей, со специальных радиостанций, от служб наблюдения, городских АСУДД и системы типа ГЛОНАСС.

В соответствии с выбранной задачей по карте города должен быть найден маршрут по следующим критериям: длине пути, времени поездки, длине пути с доставкой пассажиров, времени поездки с доставкой пассажиров. В последних двух случаях подразумевается то, что новый маршрут должен быть разработан с учётом мест высадки удобных для пассажиров.

Математически данная задача может быть представлена в виде целевой функции

$$F(L_1(X_1, X_2, \dots, X_N), T_1(X_1, X_2, \dots, X_N), L_2(X_1, X_2, \dots, X_N), T_2(X_1, X_2, \dots, X_N)) = \min$$

где  $L_1$  – длина пути сформированного объезда;

$T_1$  – время на проезд по сформированному маршруту объезда;

$L_2$  – длина пути сформированного объезда с учётом желаний пассажиров о месте высадки;

$T_2$  – время на проезд по сформированному маршруту с учётом желаний пассажиров о месте высадки;

$X_1, X_2, \dots, X_N$  – факторы, определяющие движение транспортного средства в реальном масштабе времени. Количество факторов  $N$  в общем случае для каждого критерия может быть различным.

Данная ситуация представляет собой задачу многокритериальной векторной оптимизации, решение которой определяется условиями предметной области и может быть сведено к стандартной транспортной задаче одного критерия с весовыми коэффициентами,

$$\begin{cases} u_1 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M L_{1ij} c_{ij} + u_2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M T_{1ij} c_{ij} + u_3 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M L_{2ij} c_{ij} + u_4 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M T_{2ij} c_{ij} \\ c_{ij} > 0 \end{cases}$$

где  $u_1, u_2, u_3, u_4$  – весовые коэффициенты, определяющие уровень значимости каждого критерия;

$c_{ij}$  – критерий, принимающий значение 0, если новый маршрут не проходит через ребро графа  $ij$  (см. рисунок 5), или 1, если новый маршрут проходит через ребро  $ij$ .

Весовые коэффициенты  $u$  могут определяться методом экспертных оценок, либо диспетчером маршрута, по признакам сложившейся ситуации, если имеющаяся в наличии обстановка вызывает необходимость быстрого принятия оперативного управленческого решения.

Использование предлагаемого алгоритма разработки и принятия управленческого решения позволяет минимизировать ущербное действие человеческого фактора и определённым образом упростить процесс принятия адекватных управленческих решений диспетчером на линии при возникновении сбойных ситуаций на маршруте движения пассажирского транспорта. При этом возрастает эффективность использования транспортных единиц подвижного состава и повышается комфорт обслуживания пассажиров при перевозках. Кроме этого, снижение времени простоя транспорта с работающим двигателем до времени устранения возникшего на пути следования затора, значительно снижает количество вредных выбросов в атмосферу и в определённой мере способствует снижению расхода топлива.

### Литература

1. Варфоломеев В.И., Воробьёв Принятие управленческих решений: Учебное пособие для вузов. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2001. – 288 с.
2. Волков В.С. Особенности организации и управления работой маршрутных такси по заявкам / Вестник Воронежского государственного технического университета ISSN 1729-6501. Том 5 № 10 - 2009 – С. 69 ... 71.
3. Карпов А.В. Психология принятия управленческих решений / Под ред. В.Д. Шадрикова. – М.: Юристъ, 1998. – 186 с.
4. Шрейдер Г.А. Руководить сообразно ситуации. – Пер. с нем. – М.: АО «Интерэксперт», 1994. – 414 с.