

Модель процесса управления предоставлением логистических услуг в условиях переменной информационной неопределенности

Ю. И. Стародубцев¹, М. А. Давлятова²

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

¹prof.starodubtsev@gmail.com, ²malika.davliatova@gmail.com

Аннотация. Разработана аналитико-имитационная модель процесса управления предоставлением логистических услуг в условиях переменной информационной неопределенности. Предложен обобщенный алгоритм моделирования. Разработанная модель позволяет количественно оценить экономический эффект от уровня информационной неопределенности, а также экономический вклад каждого отдельного параметра, оказывающего воздействие на исследуемый объект.

Ключевые слова: модель; информационная неопределенность; процесс управления; логистические услуги; информационные услуги

I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задача определения доли общего дохода пользователя, которая напрямую зависит от уровня информационной неопределенности в заданный период времени, что позволит определить стоимость используемого радиочастотного спектра, который требуется для необходимого уровня информационного обмена.

В настоящее время экономическая эффективность любого предприятия, функционирующего в любой сфере деятельности, напрямую зависит от уровня информационной обеспеченности лиц, принимающих решения. Сегодня минимизация информационной неопределенности происходит за счет использования современных средств связи, позволяющих в масштабах реального времени предоставлять информацию, необходимую для принятия оптимальных управленческих решений. Ввиду динамичного изменения условий внешней среды, информационная неопределенность является переменной характеристикой.

В целях оптимального управления функционированием транспортного предприятия, субъекты управления должны обладать информацией обо всех факторах воздействия, как внутренних, так и внешних.

Расчет экономической эффективности деятельности предприятия должен включать оценку доли каждого параметра, оказывающего то или иное воздействие. Проблемой является сложность определения коэффициента, отражающего вклад от использования информации в общий доход.

Применительно к бизнес-процессам управления предоставлением логистических услуг требуется обеспечить обмен информацией между мобильными элементами (транспортными средствами), центром управления и потребителями логистических услуг.

Информационная неопределенность зависит от следующих источников информации:

- GPS технологии (сведения о местоположении каждого транспортного средства компании);
- дорожные службы, веб-сервисы и т.д. (данные о пробках);
- радиосредства, телефон, мобильные приложения и т.д. (сведения о заказах).

Ввиду вышеизложенного, объектом моделирования является процесс управления функционированием транспортной компании, предоставляющей логистические услуги. В частном случае, бизнес-структуры, осуществляющие перевозку грузов и/или граждан с помощью радиофицированных такси в условиях заданной территории.

Целью моделирования является определение доли прибыли, получаемой за счет предоставления информационных услуг, то есть снижения (варьирования) информационной неопределенности.

Модель реализована в классе аналитико-имитационных моделей, так как учитываются как детерминированные, так и стохастические факторы.

В рамках моделирования бизнес-структуры, оказывающие логистические услуги, функционируют на базе любого варианта предоставления информационных услуг (сотовая связь, транкинг и т.д.).

II. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В качестве исходных данных используются:

- общее время моделирования;
- шаг модельного времени;
- точность оценки;

- достоверность оценки;
- площадь зоны обслуживания;
- количество транспортных средств;
- стоимость 1 км пути и/или стоимость единицы времени;
- технические характеристики транспортных средств;
- структура транспортных коммуникаций и их параметры;
- дорожные заторы (координаты начала и конца), средняя скорость движения на заданном участке;
- интенсивность потока заявок на обслуживание в единицу модельного времени;
- координаты возникновения заявок на обслуживание;
- допустимое время ожидания.

III. ОГРАНИЧЕНИЯ И ДОПУЩЕНИЯ

В модели приняты следующие ограничения и допущения:

- транспортные средства идентичны и радиофицированы;
- существует центр управления логистическим процессом;
- площадь зоны обслуживания и частотного присвоения совпадают;
- скорость движения транспортных средств ограничена правилами дорожного движения;
- дорожная обстановка неизменна в течение шага моделирования Δt ;
- логистический процесс круглосуточный;
- вероятность генерации заявки на обслуживание в любой точке структуры транспортных коммуникаций подчинена нормальному закону распределения.

IV. АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Обобщенный алгоритм моделирования представлен на рис. 1.

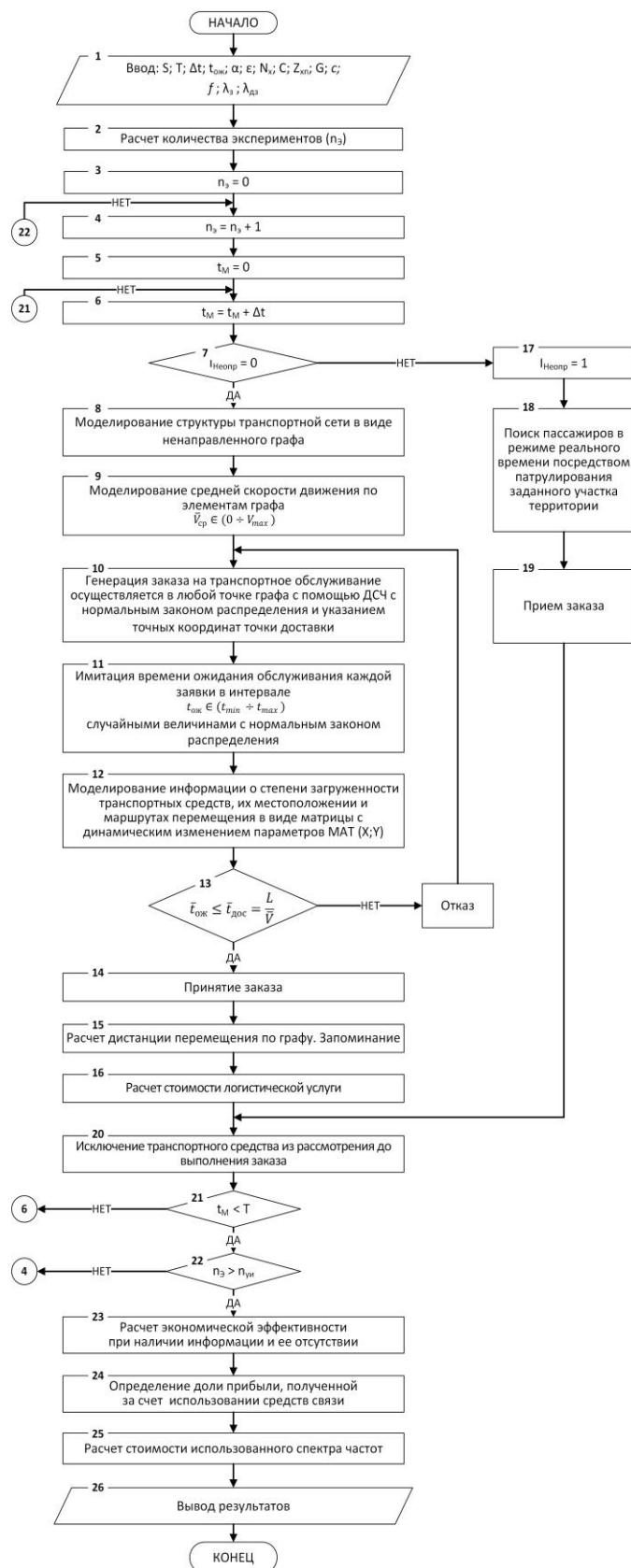


Рис. 1. Обобщенный алгоритм моделирования

Обобщенный алгоритм моделирования реализуется в следующей последовательности этапов.

1) Ввод исходных данных. Задаются:

S – площадь зоны обслуживания (км^2) и ее конфигурация, в простейшем случае прямоугольник или квадрат $S = l_1 \times l_2$;

T – общее время моделирования;

Δt – шаг модельного времени;

$t_{\text{ож}}$ – максимально допустимое время ожидания транспортного средства;

α – достоверность оценки;

ε – точность оценки;

N_x – количество транспортных средств (шт.);

C – стоимость 1 км пути (руб.) и/или стоимость единицы времени;

$Z_{\text{хп}}$ – технические характеристики транспортных средств ($Z_{\text{х1}}$ – скорость максимальная, $Z_{\text{х2}}$ – количество посадочных мест, $Z_{\text{х3}}$ – класс и т.д.);

G – транспортная сеть;

λ_z – интенсивность потока заявок на обслуживание;

$\lambda_{\text{дз}}$ – интенсивность возникновения дорожных заторов.

2) Вычисление количества экспериментов.

Число возможных опытов определяют по выражению:

$$n_3 = t_\alpha^2 \frac{P(1-P)}{\varepsilon^2}; \quad \varepsilon = t_\alpha \sqrt{\frac{P(1-P)}{n_3}}; \quad t_\alpha = \Phi^{-1}\left(\frac{\alpha}{2}\right),$$

где n_3 – количество экспериментов; t_α – аргумент функции Лапласа; α – достоверность; P – вероятность; ε – точность оценки [1].

3) Обнуление количества экспериментов: $n_3 = 0$.

4) Увеличение количества экспериментов на единицу: $n_3 = n_3 + 1$.

5) Запуск модельного времени: $t_M = 0$.

6) Увеличение времени с заданным шагом в цикле до достижения заданного общего времени моделирования T : $t_M = t_M + \Delta t$, где t_M – модельное время.

7) Проверка выполнения условия

Проверяется условие наличия полной информации, при котором известны данные о местоположении потребителей логистических услуг.

Далее будет описана последовательность действий, реализуемых при полной информационной обеспеченности.

8) Моделирование структуры транспортной сети в виде ненаправленного графа.

Структура транспортной сети моделируется в виде ненаправленного графа в пределах площади зоны обслуживания. Возможны несколько предельных

вариантов представления структуры транспортной сети (рис. 2). Не исключена возможность трансформации структуры транспортной сети из одного вида в другой. Например, кольцевая схема по мере увеличения количества колец будет стремиться к радиальной схеме.

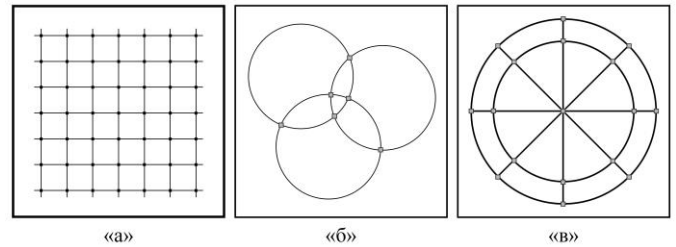


Рис. 2. Возможные графические варианты представления структуры транспортной сети («а» – простая регулярная схема; «б» – кольцевая схема; «в» – радиальная схема)

9) Моделирование средней скорости движения по элементам графа.

Средняя скорость движения по элементам графа является случайной величиной, принадлежащей интервалу $\bar{V}_{cp} \in (0 \div V_{\text{max}})$, где V_{max} ограничивается правилами дорожного движения.

Существенным фактором, влияющим на моделирование средней скорости, являются дорожные заторы. Для оптимизации построения маршрута передвижения с определенной скоростью учитываются при наличии связи актуальные сведения о дорожных заторах на заданной территории. При моделировании ситуации при отсутствии связи маршрут формируется с помощью алгоритмов определения кратчайшего пути.

На данном этапе моделируются координаты возникновения заявок на логистические услуги $(X_z^u; Y_z^u); (X_z^k; Y_z^k)$ и координаты начала и конца дорожных заторов $(X_n; Y_n); (X_k; Y_k)$. Исходя из этих данных рассчитывается \bar{V} – средняя скорость движения на заданном участке.

10) Генерация заказа.

Генерация заказа на транспортное обслуживание осуществляется в любой точке графа и моделируется с помощью датчика случайных чисел (ДСЧ) с нормальным законом распределения и указанием точных координат точки доставки. Целесообразность использования ДСЧ с нормальным законом распределения обусловлена тем, что оказывается воздействие множества факторов, ни один из которых не является решающим [2, 3].

Плотность вероятности нормального закона распределения выражается:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right),$$

где μ – параметр положения (математическое ожидание); σ – параметр масштаба (стандартное отклонение).

Наиболее общим способом получения последовательности случайных чисел, распределенных по произвольному закону, является способ, в основе которого лежит их формирование из исходной последовательности случайных чисел, распределенных в интервале [0;1] по нормальному закону. Нормально распределенные случайные величины с параметрами (0;1) можно вычислять по следующей приближенной формуле:

$$x_i = \sqrt{\frac{12}{n} \left(\sum_{i=1}^n r_i - \frac{n}{2} \right)},$$

где r_i – стандартные равномерные случайные числа; x_i – стандартные нормальные случайные числа.

С помощью формул:

$$x_i = \sqrt{-2 \ln r_i \sin(2\pi r_{i+1})}, \quad x_{i+1} = \sqrt{-2 \ln r_i \cos(2\pi r_{i+1})}$$

из двух стандартных равномерных случайных чисел r_i, r_{i+1} можно получить два стандартных нормальных случайных числа x_i, x_{i+1} . Для получения нормальных случайных чисел y_i с параметрами μ, σ используется формула:

$$y_i = \mu + \sigma x_i,$$

где x_i – стандартные нормальные случайные числа [2].

11) *Имитация времени ожидания обслуживания каждой заявки.*

Время ожидания обслуживания каждой заявки ограничено и принадлежит интервалу $t_{ож} \in (t_{\min} \div t_{\max})$, в пределах которого имитируется случайными величинами с нормальным законом распределения.

12) *Моделирование информации о степени загруженности транспортных средств, их местоположении и маршрутах перемещения в виде матрицы с динамическим изменением параметров MAT (X;Y).*

13) *Проверка выполнения условия*

$$\text{Проверка выполнения условия } t_{ож} \leq \bar{t}_{оос} = \frac{L}{V}.$$

В случае не соблюдения условия, заказ не принимается.

14) *Принятие заказа*

Заказ принимается в том случае, если между точкой генерации заказа и свободным транспортным средством расстояние соответствует условию п. 13, а в транспортном средстве есть свободное место и маршрут совпадает.

15) *Расчет дистанции перемещения по графу.*

Запоминание стартовых координат и координат места назначения. Расчет дистанции перемещения по графу в соответствии со структурой транспортной сети заданной территории. Запоминание данных.

16) *Расчет стоимости логистической услуги.*

Этапы 17-19 характеризуют ситуацию полной информационной неопределенности.

17) *Уровень информационной неопределенности задается равным 1.*

18) *Поиск пассажиров в режиме реального времени посредством патрулирования заданного участка территории.*

19) *Прием заказа.*

Этапы 20-26 выполняются как для случая наличия информации, так и ее отсутствия.

20) *Исключение транспортного средства из рассмотрения до выполнения заказа.*

21) *Проверка текущего времени и общего времени моделирования, чтобы выполнялось условие: $t_m < T$.*

22) *Проверить количество реальных экспериментов, чтобы соблюдалось условие: $n_{pz} < n_z$.*

23) *Расчет экономической эффективности при наличии информации и ее отсутствии.*

24) *Определение доли прибыли, полученной за счет использования средств связи.*

25) *Расчет стоимости использованного спектра частот.*

26) *Вывод результатов*

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанная модель позволяет не только оценить потенциальную эффективность предоставления информационных услуг в условиях переменной информационной неопределенности, но также количественно оценить экономический вклад каждого отдельного параметра, оказывающего воздействие на исследуемый объект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976;
- [2] Стародубцев Ю.И., Стародубцев Г.Ю., Давлятова М.А. Повышение уровня информированности потребителей как фактор обеспечения эффективного функционирования электронного бизнеса // Международный технико-экономический журнал. 2017. №4. С.62-67;
- [3] Бречко А.А., Стародубцев Ю.И. Подход к повышению качества функционирования сложных систем в условиях деструктивных программных воздействий // В сборнике: Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. 2017. С. 421-423.;
- [4] Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. СПб.: Наука, 2001. 295 с., ил. 116.