Из табл. 4 видно, что общая стоимость создания стенда для исследования упругих и неупругих характеристик шин эластичного колеса составила 155032,55 руб.

Учитывая тот факт, что с каждым годом растет необходимость применения различных стандартов менеджмента качества на станциях технического обслуживания автомобилей, таких, например, как ИСО 9004-2-91, ГОСТ Р ИСО 10002-2007, ГОСТ Р ИСО/ТО 10014-2005, ГОСТ Р ИСО 9001-2008, подробно описанных в работе [1], которые регламентируют управление претензиями и применение которых способствует сокращению затрат в случае недопущения спорных ситуаций, использование стендов, подобных предлагаемому, призвано не только улучшать качество предоставляемых станциями технического обслуживания автомобилей услуг и, тем самым, отвечать современным требованиям менеджмента качества, но и, в частности, для предприятий – сокращать затраты на проведение диагностики автомобилей, а для потребителей услуг – повышать надежность и безопасность использования транспортных средств, что должно в целом отразиться и на статистике дорожно-транспортных происшествий в стране.

1. Горбунова З.В., Комаров А.И. Алгоритм определения стандартов по управлению качеством на предприятиях автомобильного сервиса. Безопасность колесных транспортных средств в условиях эксплуатации: сборник материалов 99 Международной научно-технической конференции (Иркутск 20–22 апреля 2017 г.). Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2019. С. 225-231.
2. Киселев П.А., Кузнецов Н.Ю., Федотов А.И. Методики экспериментального исследования упругих и неупругих свойств эластичности шин. Безопасность колесных транспортных средств в условиях эксплуатации: сборник материалов 106 Международной научно-технической конференции (Иркутск 23–26 апреля 2019 г.). Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2019. С. 558-567.
3. Кузнецов Н.Ю., Лысенко А.В., Тихов-Тинников Д.А., Федотов А.И. Измерительный комплекс с гироскопами для диагностирования элементов подвески в дорожных условиях. Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции (Иркутск 13–16 апреля 2016 г.). Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2016. С. 186-191.
4. Налоговый Кодекс Российской Федерации.

Ломазов А.В., Гахова Н.Н.

Применение методов дискретного математического программирования при планировании проведения социологических опросов

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет
(Россия, Белгород)*

doi: 10.18411/lj-10-2019-33

idsp: ljjournal-10-2019-33

Аннотация

Статья посвящена проблематике использования математических методов и современных цифровых технологий при планировании проведения социологических исследований. Рассмотрены вопросы оптимального размещения временных центров социологических опросов населения. Сформулированы математические постановки задач дискретного линейного программирования, к решению которых сводится определение искомых размещений. Предложены методы решения сформулированных задач.

Ключевые слова: социологический опрос, оптимальное планирование, дискретное линейное программирование

Abstract

The article is devoted to the problems of using mathematical methods and modern digital technologies in planning sociological research. The issues of optimal locations of

temporary centers of sociological surveys of the population are considered. Mathematical formulations of discrete linear programming problems are formulated, the solution of which reduces the determination of the desired locations. Methods for solving the formulated problems are proposed.

Keywords: sociological survey, optimal planning, discrete linear programming

Несмотря на широкое использование современных телекоммуникационных технологий, проведение социологических исследований, в ряде случаев, требует проведения опросов в устной форме (диалог, интервью [5]), что предполагает непосредственный контакт между социологом и респондентом. Такие виды опросов, зачастую, связаны со значительными организационными (логистическими) расходами, что делает актуальным научно обоснованное планирование их проведения.

Применение методов математического программирования при организации социологических исследований связано с желательностью минимизации затрат (целевая функция) при выполнении условий, обеспечивающих возможность/качество исследований (ограничения).

Сформулируем несколько математических постановок задач дискретного линейного программирования, решение которых позволит определить оптимальные (рациональные) схемы размещения временных центров социологических опросов населения при различных типах организации распределительной логистики опросов.

Выбор помещений для временных центров социологических опросов, посещаемых респондентами.

При проведении социологических опросов в крупных городах с развитой транспортной инфраструктурой логистика опросов может быть основана на самостоятельном посещении респондентами временных социологических центров. При этом центральными вопросами становятся стоимость аренды необходимых помещений и их возможная пропускная способность (количество опрашиваемых респондентов).

Будем полагать, что социологический опрос может быть проведен в помещениях $A_1, A_2, \dots, A_n$. Полагаются заданными:

- c_j ($j=1, 2, \dots, n$) – затраты, связанные с использованием помещения A_j ;
- v_j ($j=1, 2, \dots, n$) количество респондентов, опрос которых может быть проведен в помещении A_j .

Введем обозначение индикатора выбора помещения в качестве временного центра социологических опросов:

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{при использовании помещения } A_j \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Таким образом, выбор помещений для временных центров социологических опросов может быть сведен к одной из двух математических задач дискретного (бинарного) линейного программирования:

Задача 1. Минимизация расходов при сохранении требуемого количества респондентов.

$$\begin{aligned} F &= \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \\ \sum_{j=1}^n v_j x_j &\geq V \\ x_j &\in \{0, 1\}, \quad (j=1, \dots, n) \end{aligned}$$

где V – полагаемое заданным минимальное (по условиям исследования) количество респондентов.

Задача 2. Максимизация количества респондентов при ограничении на расходы, связанные с арендой помещений.

$$F = \sum_{j=1}^n v_j x_j \rightarrow \max$$

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \geq C$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad (i = 1, \dots, n)$$

где C – полагаемые заданными максимальные (по условиям сметы на проведение исследования) затраты на аренду помещений.

Следует отметить, что (в соответствии с терминологией, принятой в теории дискретного линейного программирования) рассмотренные задачи могут быть отнесены к типу «задач о рюкзаке» (целочисленные задачи с одним ограничением) [2].

Выбор мест территориального расположения центров социологических опросов, из которых группы специалистов выезжают для проведения опросов.

При проведении социологических опросов на сельских территориях более удобным является вариант логистики, при котором временные социологические центры расположены в некоторых (как правило, в наиболее крупных) населенных пунктах, из которых группы специалистов выезжают для проведения опросов в другие населенные пункты региона (района). При этом, наряду с арендными затратами, большую роль играют вопросы транспортной доступности.

Пусть задано n возможных мест расположения временных центров социологических опросов B_j . Величины c_j , $j = 1, \dots, n$ задают стоимость размещения центров социологических опросов в месте B_j . Известно m населенных пунктов (P_i , $i = 1, \dots, m$), в которые должны выезжать группы специалистов, проводящих опрос. Причем группе целесообразно выезжать в населенный пункт, если он находится на расстоянии не более d км, поэтому все населенные пункты разбиты на группы: G_j , $j = 1, \dots, n$: $P_i \in G_j$, если P_i можно достичь из центра B_j (расстояние между P_i и B_j не превосходит d).

Нужно определить, в каких местах разместить центры, чтобы все населенные пункты были достижимы из действующих центров, а суммарные затраты на размещение центров были бы минимальными.

Построим матрицу достижимости (a_{ij}), отражающую разбиение совокупности населенных пунктов на группы:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } P_i \in G_j \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n$$

Введем индикаторные булевы переменные:

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{если центр размещен в } B_j \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Тогда выбор мест территориального расположения центров социологических опросов может быть сведен к математической задаче:

Задача 3. Минимизация расходов на содержание при выполнении условий достижимости.

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq K, \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad (i = 1, \dots, n)$$

где K – показатель дублирования, отражающий минимальное количество центров, из которых должен быть достижим любой населенный пункт.

В соответствии с классификацией задач дискретного линейного программирования построенная математическая постановка задачи может быть отнесена к классу «задач о покрытии» [2].

Для решения сформулированных задач могут быть использованы общие методы дискретного программирования (например, метод сечений, метод ветвей и границ и др. [6]), реализованные в различных приложениях (пакеты MatCad, MatLab, надстройки электронных таблиц, онлайн-сервисы и др. [1]). Однако в случае, когда желательным является многокритериальность выбора (например, максимизация целевой функции задачи 2 при минимизации целевой функции задачи 3), необходимы специальные процедуры, основанные на использовании методологии векторной оптимизации. При этом методы сведения к задаче скалярной оптимизации (в частности, лексикографический метод, метод главного критерия, метод уступок, метод интегрального критерия [6]), требуют предварительной оценки относительной значимости критериев на основе экспертных технологий (например, [1]), что связано с необходимостью проведения вычислительных экспериментов по оценке устойчивости решений к возможным изменениям экспертных суждений [4]. При высокой размерности задач для нахождения (не всегда оптимального, но близкого к нему рационального) решения целесообразно использовать эвристические эволюционные методы (например, генетический алгоритм [3]).

Решение сформулированных задач математического программирования может служить основой поддержки принятия логистических решений при организации и проведении социологических опросов населения.

1. Анализ сложных динамических систем на основе применения экспертных технологий/А.И. Вовченко, А.И. Добрунова, В.А. Ломазов, С.И. Маторин, В.Л. Михайлова, Д.А. Петросов. - Белгород: БелГСХА, 2013. – 262 с.
2. Ковалев, М. М. Дискретная оптимизация. Целочисленное программирование/ М. М. Ковалев.– М.: Либроком.–192 с.
3. Large discrete systems evolutionary synthesis procedure / D.A. Petrosov, V.A. Lomazov, A.I. Dobrunova, S.I. Matorin, V.I. Lomazova // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015.– V. 12, № 2.– Pp. 1767-1775.
4. Ломазов, В.А. Методика вычислительных экспериментов по оценке устойчивости управленческих решений от изменений экспертных суждений/ В.А. Ломазов, В.Л. Михайлова, Д.А. Петросов, Л.Н. Тюкова //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015.– № 5-3.– С. 521.
5. Рабочая книга социолога / Под общ. ред. и с предисл. Г. В. Осипова. – М.: Либроком, 2009. – 480 с.
6. Ржевский, С. В. Математическое программирование / С. В. Ржевский.– М.: Лань.– 2019. – 608 с.
7. https://math.semestr.ru/lp/integer_programming.php (дата обращения: 01.10.2019 г.)