

что решение зависит от нескольких параметров. Меняя, например, число циклов, можно получить различные ответы.

Таким образом, проведенный анализ показал, что более точными и при этом простыми методами решений задачи коммивояжера в Maple на графах являются метод Дейкстры и программа отыскивания всех гамильтоновых циклов. Метод имитации отжига и муравьиный алгоритм также в конечном результате дают оптимальный вариант маршрута, однако эти методы достаточно объемны и сложны для восприятия.

#### Список использованных источников

1. Задача коммивояжера // Академик. Словари и энциклопедии [Электронный ресурс] – 2013. – Режим доступа : <http://dic.academic.ru>. – Дата доступа: 20.03.2013.
2. Кирсанов, М. Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы / М. Н. Кирсанов — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 168 с.
3. Кормен, Т. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен [и др.] — 2-е. — Москва Вильямс, 2005. — 1296 с.

УДК 004.42:519.223.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПАКЕТОВ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА

*Доц. Шарстнев В.Л., ст. преп. Вардомацкая Е.Ю., студ. Бронина Н.Л., студ. Паус В.В.*

*Витебский государственный технологический университет*

Целью дисперсионного анализа является проверка статистической значимости различия между средними для групп или переменных. Эта проверка проводится с помощью разбиения общей дисперсии (вариации) на части, одна из которых обусловлена случайной ошибкой (то есть внутригрупповой изменчивостью), а вторая связана с различием средних значений. Сравнивая компоненты дисперсии друг с другом, посредством F-критерия Фишера, можно определить, какая доля общей вариативности, результативного признака обусловлена действием регулируемых факторов.

Целью данного исследования – провести анализ влияния различных факторов на выпуск бракованной продукции на одном из технологических переходов производственного процесса изготовления изделий легкой промышленности (швейный ассортимент): фактор А – различие в марках швейных машин, которые отличаются по своему функционированию (Promtex, Brother, Singer) и фактор В – различие в качестве материалов (тканей и фурнитуры), поставляемых разными поставщиками (условно они обозначены как Поставщик 1 – Поставщик 4). Инструментарий исследования: интегрированная система Statistica (модуль Factorial ANOVA). В процессе исследования была проведена серия наблюдений, в ходе которой учитывался параметр «Брак» – количество бракованных изделий, выпускаемых одной швейной машиной (таблица 1) и серия наблюдений, позволяющая проанализировать, могут ли поставщики оказать существенное влияние на число бракованных изделий (таблица 2)

Таблица 1 – Количество брака, выпускаемого одной швейной машиной

Марка швейной машины	Число бракованных изделий	Общее количество бракованных изделий	Количество машин, изготовивших бракованные изделия
Promtex	8 10 12 6 7 11 11 7 9 8 1 3 8 9	110	12
Brother	8 18 15 7 7 13 14 6 13 10 5 9	127	12
Singer	5 7 8 4 5 7 8 5 6 8 6 4	73	12

Таблица 2 – Количество брака в зависимости от поставщика

Поставщики	Число бракованных изделий	Общее количество бракованных изделий	Количество машин, изготовивших бракованные изделия
Поставщик 1	8 7 9 8 7 13 5 5 6	68	9
Поставщик 2	10 11 8 18 13 10 7 7 8	92	9
Поставщик 3	12 11 13 15 14 5 8 8 6	92	9
Поставщик 4	6 7 8 7 6 9 4 5 4	56	9

После выполнения необходимых расчетов ИС Statistica выводит результаты общего дисперсионного анализа (рисунок). Если эти результаты выделены красным цветом – фактор оказывает существенное влияние, если черным цветом – фактор существенного влияния не оказывает. Более точный вывод можно сделать, применив критерий Фишера.

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2635.111	1	2635.111	471.9602	0.000000
Фактор А	119.389	2	59.694	10.6915	0.000478
Фактор В	108.000	3	36.000	6.4478	0.002339
Фактор А*Фактор В	21.500	6	3.583	0.6418	0.695937
Error	134.000	24	5.583		

Рисунок – Результаты общего дисперсионного анализа

Полученные данные позволяют осуществить оценку степени влияния каждого из факторов А и В на параметр «БРАК». Для этого были определены дисперсии всех факторов. Дисперсия для каждого контролируемого фактора определяется перемножением числа степеней свободы данной дисперсии «Degr. of Freedom» (рисунок) на среднюю дисперсию «SS». Остаточная дисперсия, описывающая влияние неконтролируемых факторов, определяется перемножением значения «Error» на значение «MS». В рассматриваемом технологическом процессе:

- дисперсия фактора А =  $2 \cdot 59,694 = 119,38$ ;
- дисперсия фактора В =  $3 \cdot 36,00 = 108,00$ ;
- дисперсия взаимодействия факторов А и В =  $6 \cdot 3,583 = 21,500$ ;
- остаточная дисперсия =  $24 \cdot 5,583 = 134$ .

Общая дисперсия параметра «БРАК» является суммой всех вышеперечисленных дисперсий и равна 383. Выразив в процентах долю каждой дисперсии в общей дисперсии, получим значения, оценивающие степень влияния факторов на выходной параметр:

$$\text{Фактор А: } \frac{119,38 \cdot 100}{383} = 31\%.$$

$$\text{Фактор В: } \frac{108 \cdot 100}{383} = 28\%.$$

$$\text{Эффект взаимодействия А и В: } \frac{21,5 \cdot 100}{383} = 6\%.$$

$$\text{Неконтролируемые факторы: } \frac{134 \cdot 100}{383} = 35\%.$$

Таким образом, среди контролируемых факторов большую и значимую степень влияния на количество брака имеет марка швейной машины (31%), несколько меньшую – качество материалов и фурнитуры у различных поставщиков (28%). Влияние взаимодействия факторов А и В оказалось малым (6%) и незначимым ( $p = 0,696 > 0,05$ ).

ЛПР рекомендовано более внимательно проанализировать возможности использования и обновления парка оборудования рассмотренных типов, а также проработать варианты сотрудничества с имеющимися и новыми поставщиками аналогичных марок швейных машин и автоматов. Предлагаемая методика может использоваться для решения аналогичных задач с любым набором исходных данных, поскольку, как видно из проведенного исследования, ИС STATISTICA позволяет выполнить дисперсионный анализ с высокой степенью точности.

УДК 004.9

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СКМ MAPLE ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ НА ГРАФАХ

*Доц. Шарстнее В.Л., ст. преп. Вардомацкая Е.Ю., студ. Давыдова О.А., студ. Кислякова М.Н.*

*Витебский государственный технологический университет*

Цель проведенного исследования: изучить теорию графов (на базе библиотека networks) в системе компьютерной математики (СКМ) Maple, составить и реализовать алгоритм решения на графах одной из задач логистики – задачи о максимальном потоке. Объект исследования: распределение продукции легкой промышленности по регионам. Предмет исследования – сущность задачи нахождения максимального потока и ее решение на графах средствами информационных технологий. Актуальность исследования обусловлена прикладным характером решаемой задачи, поскольку в настоящее время в легкой промышленности Республики Беларусь функционируют около 500 предприятий, которые выпускают более 5 тыс. наименований продукции, при этом примерно четверть всего производства поставляется на экспорт. Поэтому в условиях современной белорусской экономики грамотная постановка и решение задач логистики имеют огромное значение для планирования в легкой промышленности. Задача о максимальном потоке может быть решена разными способами, но наиболее лаконичное решение может быть получено на базе алгоритмов теории графов. Обычное изображение коммуникационной сети – это граф, одна из вершин которого назначается истоком – точкой, в которой все объекты начинают свой путь, а другая – стоком – точкой, в которую они все направляются. Пропускная способность каждого ребра ограничена, то есть по заданной транспортной сети необходимо доставить максимальное количество груза из вершины  $S$  в вершину  $T$  за определенное время, если пропускные способности всех участков дорог считаются известными.

Для разработки алгоритма и реализации решения были использованы следующие исходные данные. Предприятие легкой промышленности, расположенное в городе Витебске, осуществляет поставки товаров в магазины города Бреста по нескольким каналам через пункты Могилев, Минск, Гродно, Гомель. Пропускная способность каналов (объем продукции в единицу времени в условно принятых единицах), связывающих два соседних пункта, следующая: Витебск – Минск = 5, Минск – Гродно = 6, Минск – Гомель = 4, Минск – Могилев = 5, Гродно – Могилев = 3, Гродно – Брест = 2, Гомель – Брест = 3, Витебск – Могилев = 6. Необходимо найти максимальный возможный поток товара от Витебска к Бресту и каналы и пропускные пункты с максимальной загрузкой.

Решение данной задачи в среде СКМ Maple с помощью процедур и функций библиотеки networks может быть представлено в виде определенной последовательности шагов:

Шаг 1. С помощью команды `new(graph2)` создается граф `graph2`, вершинами в котором будут областные центры Беларуси, а ребрами – каналы поставки.

Шаг 2. Командами `addvertex({Витебск, Брест, Минск, Гродно, Могилев, Гомель, graph2})` и `addedge({{Витебск, Минск}, {Гродно, Минск}, {Гомель, Минск}, {Минск, Могилев}, {Гродно, Могилев}, {Брест, Гродно}, {Брест, Гомель}, {Витебск, Могилев}})`