

Таблица 2 – Значения величин случайной согласованности

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Определяя ИС и СС, находят отношение согласованности $OC = IC/CC$, которое должно быть меньше 0,17.

Данный метод позволяет четко определить те потенциальные выгоды и издержки, которые необходимо учитывать при решении конкретной задачи. Например, при комплексной оценке формирования и развития пригородной зоны г. Мозыря в зависимости от природно-ландшафтных условий она может быть сформирована или получить дальнейшее развитие в зависимости от садово-дачного назначения, туристического, спорта и отдыха. Для этих вариантов были составлены матрицы парных сравнений с учетом выгод и издержек экономического, экологического и социального порядка.

После выполнения описанных выше действий вычислены отношения приоритетов выгод к приоритетам издержек по каждому варианту формирования и развития пригородных зон в зависимости от ее назначения и определена та, которая в наибольшей степени удовлетворяет требованиям природно-ландшафтных условий конкретной территории.

Таким образом, данный подход, основанный на методе анализа иерархий, опирается на рассмотрение доходов и издержек одновременно, что выгодно отличает его от других подходов, опирающихся в основном лишь на учет доходов. Следовательно, применение метода Т.Л. Саати позволит наметить программу более рационального развития пригородных зон и обеспечить охрану экосистем при использовании природно-ландшафтных ресурсов, формировать устойчивые пригородные зоны различного назначения с учетом безопасной работы транспортной системы.

УДК 51-7: 656.2

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ОБЪЕМ ПРИГОРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Т. А. ВЛАСЮК, Е. Л. САЗОНОВА

Белорусский государственный университет транспорта

Для анализа влияния различных факторов на объем пригородных перевозок может быть использован дисперсионный анализ, основная идея которого состоит в сравнении "факторной дисперсии", порождаемой воздействием изучаемых факторов, и "остаточной дисперсии", обусловленной влиянием неконтролируемых случайных величин.

В связи с этим пригородный пассажиропоток отдельно взятого города может рассматриваться как функция большого числа переменных

$$X = f(Y_1, Y_2, \dots, Y_k), \quad (1)$$

где $Y_i (i = 1, 2, \dots, k)$ – факторы, оказывающие влияние на объем пригородного пассажиропотока.

Методика применения дисперсионного анализа для изучения влияния рассматриваемого фактора на значения исследуемой величины x может быть представлена следующим образом. Пусть для изучения влияния интересующего исследователя фактора проводились измерения изучаемой величины x на r различных уровнях фактора. Число наблюдений на i -м уровне обозначим n ($i = 1, 2, \dots, r$). Предполагается, что генеральные совокупности x_1, x_2, \dots, x_r (соответствующие рассматриваемым уровням фактора) распределены нормально и имеют одинаковую, хотя и неизвестную дисперсию. Требуется при заданном уровне значимости α проверить гипотезу о равенстве всех математических ожиданий, т.е. установить значимо или не значимо различаются выборочные средние.

Для каждого уровня фактора вычисляются групповые средние

$$\bar{x}_{tp\ i} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}, \quad (i = 1, 2, \dots, r). \quad (2)$$

На основании всего набора экспериментальных данных вычисляется общее среднее значение изучаемой величины

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{r_i} x_{ij} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}, \quad (3)$$

где $n = \sum_{i=1}^{r_i} n_i$ – число всех используемых наблюдений.

Общая сумма квадратов отклонений $S_{\text{общ}}^2$ наблюдаемых значений x_{ij} от среднего значения \bar{x} может быть представлена в виде суммы двух слагаемых

$$S_{\text{общ}}^2 = S_{\text{факт}}^2 + S_{\text{ост}}^2. \quad (4)$$

Факторная сумма квадратов отклонений групповых средних характеризует рассеивание между группами наблюдений, относящихся к разным уровням фактора, и определяется по формуле

$$S_{\text{факт}}^2 = \sum_{i=1}^{r_i} n_i (\bar{x}_{\text{гру}i} - \bar{x})^2, \quad (5)$$

где n_i – число наблюдений на i -м уровне фактора.

Остаточная дисперсия характеризует рассеивание наблюдаемых значений изучаемой величины внутри групп и определяется по формуле

$$S_{\text{ост}}^2 = \sum_{i=1}^{r_i} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{\text{гру}i})^2. \quad (6)$$

Проверка осуществляется по критерию Фишера–Сnedекора со степенями свободы $v_1 = r - 1$ и $v_2 = n - r$. Тогда при справедливости проверяемой гипотезы статистика

$$F = \frac{S_{\text{факт}}^2 / r - 1}{S_{\text{ост}}^2 / n - r}. \quad (7)$$

По таблицам квантилей распределения Фишера в зависимости от уровня значимости α определяется критическое значение F_a , v_1 , v_2 .

Если $F \geq F_a$, v_1 , v_2 , то проверяемая гипотеза об отсутствии влияния фактора на значение изучаемой величины отклоняется. Влияние данного фактора считается значимым при заданном уровне значимости α . В противном случае, если $F < F_a$, v_1 , v_2 , то влияние данного фактора не является значимым.

Для проведения исследований был использован аппарат однофакторного дисперсионного анализа.

Расчеты выполнены на основании данных пригородного пассажиропотока средних и больших городов Республики Беларусь при помощи пакета программ статистической обработки данных Statgraphics.

С помощью дисперсионного анализа установлено, что объем пригородного пассажиропотока зависит от класса железнодорожных станций, расположенных в этом городе. Построенная диаграмма рассеивания, показала, что средние значения пригородного пассажиропотока, вычисленные для станций разных классов, заметно отличаются друг от друга. Особенно выделяются при этом внеклассные станции, объем пригородного пассажиропотока которых значительно превышает соответствующие значения станций остальных классов. Подобная ситуация наблюдается и при рассмотрении значений среднего числа поездок, приходящихся на 1 жителя города в зависимости от класса станции.

На основании расчетов, выполненных с помощью программы Statgraphics, установлено, что фактор "класс станции" оказывает значимое влияние как на объем пригородного пассажиропотока, так и на среднее число поездок, приходящихся на 1 жителя города (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты применения однофакторного дисперсионного анализа для исследования значимости пассажиропотока и среднего числа поездок от рассматриваемых факторов

Исследуемая модель	Значение критерия Фишера F	Уровень значимости α
Зависимость пассажиропотока от класса железнодорожной станции	35,15	0,0000
Зависимость среднего числа поездок от класса железнодорожной станции	8,58	0,0016

Данное исследование, проведенное с использованием дисперсионного анализа, позволило выявить и уточнить сущность транспортных взаимосвязей городов, сложившихся вследствие влияния различных факторов на формирование и развитие пригородных зон. Описанная методика может быть применена для исследования факторов, влияющих на объем пассажиропотока крупнейших и малых городов.

УДК 658.52.011.56 : 629.4

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ СХЕМ ПОГРУЗКИ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

А. В. ВОРОЧАЙ

Белорусский государственный университет транспорта

В связи с повышением требований к качеству транспортных услуг большое значение приобретает совершенствование условий перевозок, в частности, выбор и проверка схемы крепления груза в вагоне, обеспечивающей сохранность доставляемой продукции и транспортного средства. Неправильное размещение груза и элементов крепления в вагоне, вызванное недостаточной опытностью разработчика схемы погрузки, может привести к невыполнению требований безопасности при перевозке грузов. С другой стороны, использование избыточного количества крепежных материалов приводит к дополнительным затратам.

В научно-исследовательской лаборатории «Грузовая, коммерческая работа и тарифы» на базе языков Microsoft Visual Basic 6 и Macromedia Flash 6 разработана программа CarDis 1, предназначенная для автоматизированного расчета схем погрузки грузов на железнодорожный подвижной состав. Программа позволяет на основании чертежей или масштабных фотографий грузов в короткие сроки разработать схему погрузки в соответствии с требованиями нормативных документов. Основное отличие программы CarDis 1 от аналогичных разработок состоит в том, что расчетные данные снимаются программой непосредственно с чертежа, что гарантирует соответствие чертежей пояснительной записке и максимально облегчает задачу разработчику.

Порядок разработки схемы погрузки при помощи программы CarDis 1:

- 1) ввод необходимых численных параметров грузовых мест (вес, координаты центра тяжести), указание пути к файлу, содержащему чертеж каждого из грузов в виде трех проекций;
- 2) выбор типа железнодорожного подвижного состава;
- 3) указание на чертеже элементов груза, за которые разрешено производить крепление;
- 4) размещение грузов в вагоне;
- 5) закрепление грузовых мест путем перетаскивания креплений на груз или вагон (при креплении за один из элементов, указанных в п. 3, автоматически определяются направление и тип усилий, воспринимаемых данным элементом, а также его свойства, необходимые для дальнейших расчетов);
- 6) если один или несколько из расчетных параметров (положение центра тяжести, величина максимального изгибающего момента в раме вагона и т. п.) выходят за допустимые пределы, то выдается соответствующее предупреждение, а также рекомендации по устранению недостатков;
- 7) если по каким-то соображениям данная схема может быть модифицирована, то имеется возможность сохранить разработанную схему погрузки и разработать другие, из которых выбрать наиболее целесообразную с экономической точки зрения;
- 8) печать любых (в том числе и промежуточных) результатов расчетов, а также чертежей разработанной схемы крепления в соответствии с требованиями к оформлению технической документации.

Таким образом, процесс разработки схемы крепления при помощи предложенных визуальных средств сводится к размещению грузов в вагоне и закреплению их одним из возможных способов. Все промежуточные и окончательные расчеты производятся автоматически. В автоматическом же режиме могут выдаваться рекомендации по устранению недостатков схемы. Пользователь программы осуществляет только контроль за правильностью исполнения чертежа на этапе проектирования (т. е. не допускается перекрытие грузов на схеме и пересечение элементов крепления с соседними грузовыми местами и т. п.).