

УДК 332.36:519.233.4

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В РЕГИОНЕ

В.П. ГЕРАСЕНКО

*Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации», г. Гомель*

Постановка задачи

В практической деятельности, связанной с проведением различных региональных исследований мы часто сталкиваемся с необходимостью выявить и оценить влияние отдельных факторов на изменчивость какого-то изучаемого параметра, значения которого могут быть получены из практики в виде некоторой случайной величины X .

Под *факторными признаками* будем понимать различные независимые источники изменчивости изучаемого параметра.

Очевидно, что даже при самом тщательном исследовании нам не удастся выявить все источники изменчивости, а иногда в этом нет необходимости и смысла. Однако при наличии определенного опыта в зависимости от цели исследования, мы всегда можем выдвинуть гипотезу о существовании влияния тех или иных факторов на изучаемый параметр.

Дисперсионный анализ дает возможность установить, существенное ли влияние оказывает тот или иной из рассматриваемых факторов или их взаимодействие на изменчивость изучаемого параметра, а также оценить количественно удельный вес каждого из источников изменчивости в их общей совокупности. Причем такой метод позволяет дать положительный ответ лишь о наличии существенного влияния, в противном случае вопрос остается открытым и требует дополнительного исследования (как правило, увеличения числа наблюдений).

В общем случае возможны различные схемы вычислений при проведении дисперсионного анализа, что связано с целевым назначением исследования и возможностью нашего активного влияния на численное значение факторных параметров. При проведении настоящего регионального исследования выбранная нами схема дисперсионного анализа показана на конкретном контрольном примере, который позволяет с большей уверенностью характеризовать достоверность получаемых результатов при решении задачи на компьютере с использованием пакета Microsoft Excel 2001.

Контрольный пример

Исследовать влияние районного фактора (три административных района) на рентабельность выпускаемой продукции. Данные наблюдения по каждому району приведены за семь последовательных лет в табл. 1.

Таблица 1

Данные о рентабельности выпускаемой продукции в регионе

Районы	Годы						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2	1,5	3	6	0,2	0	1
2	1,5	4	4	0	0	2,5	1,5
3	1,5	1,5	6	6	0	3	1

В данном случае имеем матрицу 3×7 (3 строки, 7 столбцов).

Общее количество данных:

$$N = 3 \times 7 = 21 \quad (a = 3, n = 7).$$

Сформулируем нулевую гипотезу (H_0):

Гипотеза H_0 состоит в отсутствии эффекта влияния фактора A (номер района) на рентабельность выпускаемой продукции.

Проверим гипотезу H_0 по схеме однофакторного дисперсионного анализа, приняв за уровни фактора A номера административных районов. Выполненные вспомогательные вычисления при региональном дисперсионном анализе приведены в табл. 2.

Таблица 2

Вспомогательные вычисления при региональном дисперсионном анализе

Уровни фактора A	Показатели рентабельности и вспомогательные вычисления			
	X_{im}	X_{im}^2	$C_i = \sum_j X_{ij}$	C_i^2
1	2; 1,5; 3; 6; 0,2; 0; 1	4; 2,25; 9; 36; 0,04; 0; 1	13,7	187,69
2	1,5; 4; 4; 0; 0; 2,5; 1,5	2,25; 16; 16; 0; 0; 6,25; 2,25	13,5	182,25
3	1,5; 1,5; 6; 6; 0; 3; 1	2,25; 2,25; 36; 36; 0; 9; 1	19,0	361,00
Сумма	$C = 46,2$	$C_0 = \sum x_{im}^2 = 165,54$	–	$\sum_{i=1}^{a=3} C_i^2 = 730,94$

Вычислим суммы квадратов эффектов при $a = 3, n = 7, N = 21$.

$$1) Q = C_0 - \frac{C^2}{N} = 165,54 - \frac{46,2^2}{21} = 165,54 - \frac{2134,44}{21} = 165,54 - 101,64 = 63,9;$$

$$2) Q_A = \frac{a}{N} \sum_{i=1}^a C_i^2 - \frac{C^2}{N} = \frac{3}{21} \cdot 730,94 - \frac{46,2^2}{21} = 104,42 - 101,64 = 2,78.$$

Берем абсолютное значение

$$Q_A = 2,78;$$

$$3) Q_Z = C_0 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a C_i^2 = 165,54 - \frac{1}{7} \cdot 730,94 = 165,54 - 104,42 = 61,12.$$

В данном случае были приняты следующие обозначения:

Q – сумма квадратов общих эффектов;

Q_A – взвешенная сумма квадратов эффектов фактора A ;

Q_Z – сумма квадратов случайных эффектов (все прочие факторы).

Следовательно,

$$Q = Q_A + Q_Z = 2,78 + 61,12 = 63,9.$$

Таблица 3

Схема и результаты регионального дисперсионного анализа

Источник изменчивости	Сумма квадратов эффектов	Число степеней свободы	Исправленная дисперсия	Критерий Фишера	Отношение суммы квадратов эффектов к общей сумме квадратов (η)
1	2	3	4	5	6
A	$Q_A = 2,78$	$\nu_A = a - 1 = 3 - 1 = 2$	$S_A^2 = \frac{Q_A}{\nu_A} = \frac{2,78}{2} = 1,39$	$F_A = \frac{S_A^2}{S_Z^2} = \frac{1,39}{3,4} = 0,41$	$\eta_A = \frac{Q_A}{Q} \cdot 100 = \frac{2,78}{63,9} \cdot 100 = 4,3$
Z	$Q_Z = 61,12$	$\nu_Z = N - a = 21 - 3 = 18$	$S_Z^2 = \frac{Q_Z}{\nu_Z} = \frac{61,12}{18} = 3,4$	–	$\eta_A = \frac{Q_Z}{Q} \cdot 100 = \frac{61,12}{63,9} \cdot 100 = 95$

В графе 6 табл. 3 вычислены в процентах отношения суммы квадратов эффектов к общей сумме квадратов. По величине η можно судить об удельном весе каждого источника изменчивости признака в их общей совокупности, т. е. долевого вклад каждого фактора (A, Z) в общей изменчивости.

Проверка нулевой гипотезы

Гипотеза H_0 , состоящая в отсутствии эффекта влияния фактора A (номер администрации района) на изучаемый признак (рентабельность продукции), проверяется при помощи таблицы критических значений Фишера [1] при заданном уровне значимости P . Для экономических расчетов обычно принимается $P = 0,05$.

Смысл уровня значимости, например $P = 0,05$, заключается в том, что только в пяти случаях из 100 мы можем сделать ошибочный вывод об изучаемом явлении, т. е. вывод надежен с вероятностью равной 0,95.

Из табл. 3 получаем $F_{\text{набл}} = 0,41$.

Принимая уровень значимости $P = 0,05$ при числе степеней свободы $\nu_1 = \nu_A = 2$ и $\nu_2 = \nu_Z = 18$, из табл. 4 выписываем $F_{\text{табл}} = 3,55$.

Получаем:

$$F_{\text{набл}} = 0,41 < F_{\text{табл}} = 3,55.$$

Следовательно, нет оснований подвергать сомнению высказанную гипотезу H_0 , состоящую в отсутствии эффекта влияния номера административного района на рентабельность выпускаемой продукции.

Результаты регионального дисперсионного анализа

По традиционной схеме проведения однофакторного дисперсионного анализа выполнены конкретные исследования, позволяющие ответить на вопрос: существенно ли влияние региональных особенностей на изменение изучаемого экономического параметра по экономическим зонам Беларуси и Гомельской области.

В информационную основу проводимого анализа нами положены идеи построения индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП), предложенные статистической комиссией Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) [3].

Данный интегральный показатель нами дифференцируется на изучаемые региональные экономические параметры (результативные признаки), как составные элементы ИРЧП, соответствующие названиям решаемых задач. Соответственно тематике решаемых задач отбирались адекватные им показатели. Всего нами решено 17 задач по экономическим зонам Беларуси и 9 задач по экономическим зонам Гомельской области (табл. 4).

Для решения задач использованы отчетные статистические материалы по Республике Беларусь и Гомельской области [1], [3], [5], [6], [7].

Так, например, для исследования областей Беларуси использованы следующие социально-экономические показатели: рентабельность активов предприятий и организаций по областям Беларуси; численность населения, занятого в экономике; распределение численности населения по областям Беларуси; экономически активное население (в том числе: занятое население, безработное; уровень экономической активности населения (в процентах к численности населения в трудоспособном возрасте); уровень безработицы (в процентах к численности экономически активного населения)); распределение численности работников по уровню образования; соотношение начисленной номинальной среднемесячной заработной платы работников и минимального потребительского бюджета по областям Беларуси; реальные денежные доходы населения Беларуси; уровень безработицы; структура затрат на производство продукции, работ, услуг предприятий и организаций по областям Беларуси; структура чистой прибыли предприятий и организаций по областям Беларуси; структура формирования прибыли предприятий и организаций по областям Беларуси; ожидаемая продолжительность жизни при рождении по областям в Беларуси [2], [3], [6], [7], [8].

При исследовании регионов Гомельской области использованы следующие основные социально-экономические показатели: рентабельность реализованной продукции, товаров, работ, услуг по Гомельской области, в том числе: затраты на производство и реализацию, млн руб.; прибыль (убыток) от реализации, млн руб.; уровень рентабельности, %; распределение населения Гомельской области на 01.01.2002 г., в том числе: территория, кв. км; все население, тыс. чел. (в том числе: городское, тыс. чел.; городское, %; сельское, тыс. чел.); плотность населения, чел./кв. км; уровни радиоактивного загрязнения регионов Гомельской области (плотность загрязнения $K_u/\text{км}^2$ по населенным пунктам (НП)); среднесписочная численность рабочих и служащих, тыс. чел.; среднесписочная численность колхозников; среднемесячная зарплата работников, тыс. руб.; прибыль (убыток) от реализации товаров, работ, услуг на 1-го работника, тыс. руб.; коэффициенты смертности; ввод в действие жилых домов; обеспеченность медицинским персоналом на 1000 чел. населения; региональный уровень образования населения Гомельской области в 2001 г., в том числе городского населения и сельского населения (на 1000 человек); ввод в действие жилых домов общей площади $\text{м}^2/\text{чел.}$; общая жилая площадь $\text{м}^2/\text{жителя}$ (в том числе:

в городских поселениях, в сельской местности и всего); платные услуги населению (в сопоставимых ценах, в % к 1990 г.); объем платных услуг, тыс. руб./чел.; зарплата, тыс. руб./месяц; задолженность жителя, тыс. руб./чел. (в том числе: дебиторская, кредиторская и сальдо) [2], [3], [6], [7], [8].

При этом обратим внимание на то, что используемые отчетные статистические данные не включают элементы активного экономического эксперимента и, следовательно, не позволяют применить двухфакторный дисперсионный анализ. Например, величина

изучаемого экономического параметра и координата времени. Полученные результаты в сводном виде показаны в табл. 4. При этом численное значение F -критерия Фишера при 5 %-ом уровне значимости, применяемое нами при дисперсионном анализе, соответствует приведенному [4].

Таблица 4

Сводные результаты дисперсионного анализа изучаемых региональных экономических параметров по экономическим зонам Беларуси и Гомельской области за 2001 год

Задача	Изучаемые региональные экономические параметры	Численное значение F -критерия Фишера при 5 %-ом уровне значимости		Влияние регионального фактора (специфики регионов)
		Наблюдаемые значения ($F_{набл}$)	Табличные значения ($F_{табл}$)	
1.1	Рентабельность активов предприятий и организаций по регионам Беларуси, в процентах	2,573	2,570	Имеется, слабое
1.2а	Численность населения, занятого в экономике по регионам Беларуси, тысяч человек	2,290	2,300	Нет специфики регионов
1.2б	Численность населения, занятого в экономике по регионам Беларуси, в процентах к 1990 году	2,290	2,300	
1.2в	Численность населения, занятого в экономике по регионам Беларуси, в процентах к предыдущему году	2,290	2,300	
1.3	Распределение численности населения по регионам Беларуси (на начало года)	2,266	2,124	Имеется, сильное
1.4	Экономически активное население по регионам Беларуси в 2001 году	2,847	2,700	
1.5а	Распределение численности работников по уровню образования по регионам Беларуси (на конец года), тысяч человек	2,573	2,570	

Продолжение табл. 4

Задача	Изучаемые региональные экономические параметры	Численное значение F -критерия Фишера при 5 %-ом уровне значимости		Влияние регионального фактора (специфики регионов)
		Наблюдаемые значения ($F_{набл}$)	Табличные значения ($F_{табл}$)	
1.5б	Структура распределения численности работников по уровню	2,573	2,570	Имеется, слабое

	образования по регионам Беларуси (на конец 2001 года), в процентах к итогу			
1.6	Соотношение начисленной номинальной среднемесячной заработной платы работников и минимального потребительского бюджета по регионам Беларуси, в процентах	2,324	2,331	Нет специфики регионов
1.7	Реальные денежные доходы населения по регионам Беларуси, в процентах к предыдущему году	2,354	2,362	
1.8	Уровень безработицы по регионам Беларуси (на конец года), в процентах	2,324	2,308	Имеется, среднее
1.9	Структура затрат на производство продукции, работ, услуг предприятий и организаций по регионам Беларуси в 2001 году, в процентах	2,445	2,440	Имеется, слабое
1.10	Структура чистой прибыли предприятий и организаций по регионам Беларуси, в процентах	2,573	2,570	
1.11	Структура формирования прибыли предприятий и организаций по регионам Беларуси в 2001 году, в процентах	2,573	2,570	
1.12а	Ожидаемая продолжительность жизни населения при рождении по регионам Беларуси, число лет	2,372	2,380	Нет специфики регионов
1.12б	Ожидаемая продолжительность жизни мужчин при рождении по регионам Беларуси, число лет	2,372	2,380	
1.12в	Ожидаемая продолжительность жизни женщин при рождении по регионам Беларуси, число лет	2,372	2,380	
1.1-1.12в	Интегральные результаты дисперсионного анализа по Беларуси	2,111	2,090	Имеется, среднее

Задача	Изучаемые региональные экономические параметры	Численное значение <i>F</i> -критерия Фишера при 5 %-ом уровне значимости		Влияние регионального фактора (специфики регионов)
		Наблюдаемые значения ($F_{набл}$)	Табличные значения ($F_{табл}$)	
2.1-2.3	Дисперсионный анализ факторов человеческого развития по регионам Гомельской области (рентабельность реализованных товаров, плотность населения, средняя плотность радиоактивного загрязнения по регионам Гомельской области и др.)	1,612	2,191	Нет специфики регионов
2.4	Показатели развития индивидуального человеческого потенциала по регионам Гомельской области в 2001 году: среднесписочная численность рабочих и служащих, колхозников; среднемесячная зарплата работников; прибыль (убыток) от реализации товаров, работ, услуг на одного работника	1,648	1,348	Имеется, сильное
2.5	Показатели развития человеческого потенциала по регионам Гомельской области в 2001 году: обеспеченность медицинским персоналом на 1000 человек населения, ввод в действие жилых домов, коэффициенты смертности по регионам Гомельской области	1,591	1,208	
2.6	Уровень образования населения по регионам Гомельской области в 2001 году	1,577	1,100	Имеется, сильное
2.7	Уровень образования городского населения по регионам Гомельской области в 2001 году	1,577	1,100	
2.8	Уровень образования сельского населения по районам Гомельской области в 2001 году	1,577	1,100	
2.9а	Развитие человеческого потенциала по регионам Гомельской области в 2001 году (семь учтенных показателей): обеспеченность жильем (ввод в действие жилых домов общей площади, общая жилая площадь), платные услуги населению и др.	1,577	1,100	

Задача	Изучаемые региональные экономические параметры	Численное значение F -критерия Фишера при 5 %-ом уровне значимости		Влияние регионального фактора (специфики регионов)
		Наблюдаемые значения ($F_{набл}$)	Табличные значения ($F_{табл}$)	
2.9б	Развитие человеческого потенциала по регионам Гомельской области в 2001 году (пять учтенных показателей)	1,612	1,100	Имеется, сильное
2.10	Показатели развития человеческого потенциала по регионам Гомельской области в 2001 году: объем платных услуг, зарплата, уровень рентабельности, задолженность жителя и др.	1,577	1,100	
2.1-2.10	Интегральные результаты дисперсионного анализа по Гомельской области	1,514	1,000	Имеется, сильное

Полученные результаты регионального дисперсионного анализа позволяют сформулировать следующие **основные выводы**, представляющие теоретический и практический интерес:

1. Создается возможность изучения социально-экономической природы влияния регионального фактора на исследуемые региональные социально-экономические процессы. Например, объяснить, почему в одних локальных задачах влияние регионального фактора на изучаемый параметр проявляется более сильно, а в других локальных задачах – его влияние ослабевает.

2. Выявлено сильное влияние регионального фактора при изучении следующих параметров:

- распределение численности населения по регионам Беларуси;
- распределение экономически активного населения по регионам Беларуси;
- показатели развития индивидуального человеческого потенциала: среднесписочная численность рабочих и служащих, колхозников; среднемесячная зарплата работников; прибыль (убыток) от реализации товаров, работ, услуг на одного работника по регионам Гомельской области;

- индексы развития человеческого потенциала по регионам: обеспеченность медицинским персоналом на 1000 чел. населения, ввод в действие жилых домов, коэффициенты смертности по регионам Гомельской области;

- уровень образования населения по регионам Гомельской области;
- региональный уровень образования городского населения Гомельской области;
- уровень образования сельского населения по районам Гомельской области;
- развитие человеческого потенциала по регионам Гомельской области (7 показателей): обеспеченность жильем (ввод в действие жилых домов общей площади, общая жилая площадь), платные услуги населению;

- развитие человеческого потенциала по регионам Гомельской области (5 показателей);

– показатели развития человеческого потенциала по регионам Гомельской области: объем платных услуг, зарплата, уровень рентабельности, задолженность жителя (дебиторская, кредиторская и сальдо).

3. По ряду локальных задач выявлено слабое влияние или даже отсутствие влияния регионального фактора на изучаемые параметры:

- рентабельность активов предприятий и организаций по регионам Беларуси;
- численность населения, занятого в экономике по регионам Беларуси;
- численность населения, занятого в экономике по регионам Беларуси (в % к 1990 г.);
- численность населения, занятого в экономике по регионам Беларуси (в % к предыдущему году);
- распределение численности работников по уровню образования по регионам Беларуси, тыс. человек;
- распределение численности работников по уровню образования по регионам Беларуси, в процентах к итогу;
- реальные денежные доходы населения по регионам Беларуси;
- структура затрат на производство продукции, работ, услуг предприятий и организаций по регионам Беларуси;
- структура чистой прибыли предприятий и организаций по регионам Беларуси;
- структура формирования прибыли предприятий и организаций по регионам Беларуси;
- ожидаемая продолжительность жизни населения при рождении по регионам Беларуси;
- ожидаемая продолжительность жизни мужчин при рождении по регионам Беларуси;
- ожидаемая продолжительность жизни женщин при рождении по регионам Беларуси;
- рентабельность реализованных товаров (продукции, работ, услуг); плотность населения; средняя плотность радиоактивного загрязнения по регионам Гомельской области.

4. Выявлено среднее влияние регионального фактора при изучении уровня безработицы по регионам Беларуси.

Литература

1. Денежные доходы и расходы населения Республики Беларусь. – Мн.: Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 2002.
2. Дисперсионный анализ и синтез планов на ЭВМ /Е.В. Маркова [и др.]. – М.: Наука, 1982.
3. Доклад о развитии человека за 2002 год. Издано по заказу Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН). – Нью-Йорк: Оксфорд Оксфорд-юниверсити пресс, 2002.
4. Кендалл, М. Многомерный статистический анализ и временные ряды /М. Кендалл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1976. – 736 с.
5. Труд и занятость в Республике Беларусь. – Мн.: Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 2002.
6. Финансовые результаты предприятий и организаций Гомельской области за январь-декабрь 2001 года. – Гомель: Гомельское областное управление статистики, 2002.
7. Финансы Республики Беларусь: статистический сб. – Мн.: Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 2002.
8. Эконометрика /под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2001.

Получено 09.03.2004 г.