

## КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

В статье проведен анализ статистических данных трудового потенциала одного из подразделений Самарской железной дороги средствами эконометрического моделирования.

**Ключевые слова:** статистика трудовых ресурсов, регрессионный анализ, статистический пакет SPSS.

Статистический анализ учета рабочего времени, трудовых ресурсов, производительности труда является важным компонентом управления человеческими ресурсами любого предприятия или организации. Эффективное использование трудовых ресурсов способствует развитию предприятия.

Целью работы является анализ характеристик использования трудовых ресурсов на предприятии одного из локомотивных эксплуатационных депо Самарской железной дороги средствами экономической статистики и многомерного статистического анализа. В таблице 1 представлена численность сотрудников за 2014 и 2015 годы, а также значения фактического и планового числа сотрудников за указанные периоды, которое свидетельствует о незначительной нехватке работающего персонала на протяжении всего изучаемого периода.

Таблица 1

**Численность сотрудников за 2014 и 2015 годы**

Месяц	Количество сотрудников за 2014 г., чел.	Количество сотрудников за 2015 г., чел.		%	
		план	факт	к плану	к прошлому году
январь	835	839	836	100,1%	99,6%
февраль	821	782	812	98,9%	103,8%
март	818	827	809	98,9%	97,8%
апрель	823	820	807	98,1%	98,4%
май	833	831	816	98,0%	98,2%
июнь	811	784	770	94,9%	98,2%
июль	825	846	799	96,8%	94,4%
август	833	837	814	97,7%	97,3%
сентябрь	834	813	818	98,1%	100,6%
октябрь	831	817	802	96,5%	98,2%
ноябрь	835	826	791	94,7%	95,8%
декабрь	840	825	798	95,0%	96,7%

В таблице 2 представлены данные, отражающие движение трудовых ресурсов.

\* © Трусова А.Ю., 2017

Трусова Алла Юрьевна (a\_yu\_ssu@mail.ru), кафедра математики и бизнес-информатики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Таблица 2

## Баланс ресурсов рабочей силы

Месяц	Наличие сотрудников на начало периода, чел.	Число принятых на работу, чел.	Число выбывших сотрудников, чел.	Число сотрудников на конец периода, чел.
январь	839	1	4	836
февраль	836	0	3	833
март	833	2	1	834
апрель	834	2	1	835
май	835	0	1	834
июнь	834	1	0	835
июль	835	0	2	833
август	833	1	4	830
сентябрь	830	3	0	833
октябрь	833	0	0	833
ноябрь	833	1	2	832
декабрь	832	0	1	831

Коэффициент оборота по приему составляет 1,36 %, коэффициент оборота по выбытию – 2,36 %, коэффициент восполнения работников – 57,89 %.

В таблице 3 представлены данные о выполненных работах и производительности труда за 2014 и 2015 годы.

Таблица 3

## Данные о выполненных работах и производительности труда

Месяц	Объем работ, млн т-км брутто		Производительность, тыс. т-км брутто/чел.	
	2014	2015	2014	2015
январь	1401,11	1286,35	1677978,44	1538696,17
февраль	1 150,30	1205,28	1 401 092,57	1484332,51
март	1 503,19	1416,3	1 837 638,14	1750681,09
апрель	1 353,23	1360,17	1 644 267,31	1685467,16
май	1 375,61	1316,47	1 651 393,76	1613314,95
июнь	1 326,77	1258,32	1 635 964,24	1634179,22
июль	1 287,72	1554,36	1 560 870,30	1945380,48
август	1 195,73	1203,92	1 435 450,18	1479012,29
сентябрь	1 343,18	1240,46	1 610 526,38	1516452,32
октябрь	1 424,64	1293,63	1 714 373,04	1613004,99
ноябрь	1 297,04	1301,98	1 553 344,91	1645986,09
декабрь	1 394,62	1403,98	1 660 257,14	1759369,67

На рис. 1 представлен график зависимости объема работ в указанный временной диапазон. Конструктор моделей SPSS свидетельствует о наличии простой сезонной составляющей мультипликативной модели.

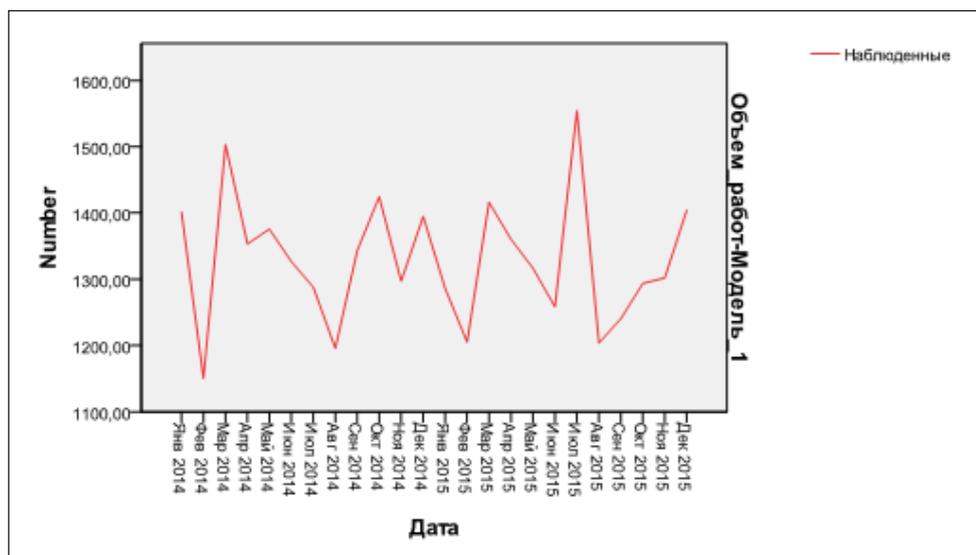


Рис. 1. График объема работ за 2014 и 2015 годы

Следовательно, важно учитывать фактор сезонности при учете трудового потенциала локомотивного депо.

С помощью анализа данных в MS Excel установлена зависимость численности сотрудников от непроизводительных расходов, которые включают: общее время превышения установленных нормативов оборота локомотивной бригады, простои в ожидании следования, сверхурочная работа. Кроме того, было составлено уравнение регрессии и рассчитаны необходимые показатели. На рис. 2 приведен фрагмент исходных данных.

17:	Y	X	YEAR_	MONTH_	DATE_	пер	г
1	835,00	6473,00	2014	1	JAN 2014		
2	821,00	6494,00	2014	2	FEB 2014		
3	818,00	5456,00	2014	3	MAR 2014		
4	823,00	7022,00	2014	4	APR 2014		
5	833,00	7369,00	2014	5	MAY 2014		
6	811,00	5931,00	2014	6	JUN 2014		
7	825,00	7171,00	2014	7	JUL 2014		
8	833,00	8012,00	2014	8	AUG 2014		
9	834,00	6907,00	2014	9	SEP 2014		
10	831,00	6735,00	2014	10	OCT 2014		
11	835,00	7508,00	2014	11	NOV 2014		
12	840,00	9906,00	2014	12	DEC 2014		
13	836,00	6700,00	2015	1	JAN 2015		

Рис. 2. Численность сотрудников и непроизводительные расходы за 23 месяца

Средствами статистического пакета SPSS проведен подбор модели, описывающей изучаемые данные. На рис. 3 представлены графики подбора. Проведенный анализ статистических показателей по всем моделям свидетельствует, что оптимально использовать модель линейной регрессии.

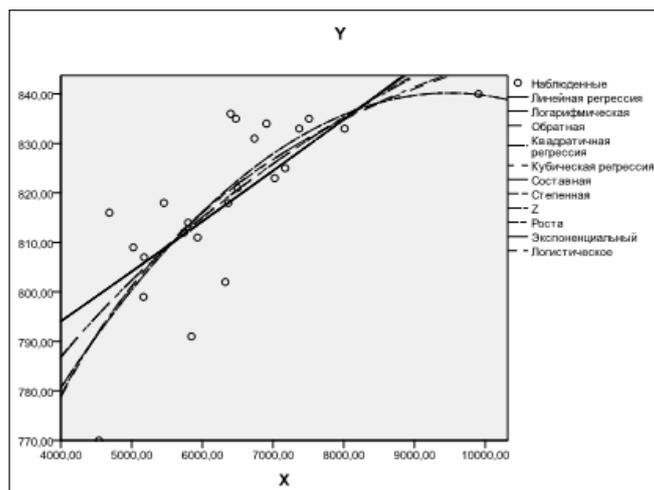


Рис. 3. Подбор модели средствами SPSS

В таблицах 4, 5 и 6 представлена статистика MS Excel регрессионного анализа.

Таблица 4

#### Регрессионная статистика

Множественный R	0,72
R-квадрат	0,53
Нормированный R-квадрат	0,50
Стандартная ошибка	11,93
Наблюдения	23,00

Как видно, наблюдается тесная линейная взаимосвязь между признаками. Коэффициент детерминации свидетельствует, что 53 % вариации численности сотрудников объясняется вариацией непроизводственных расходов.

Для расчета средней ошибки аппроксимации использовалось соотношение  $\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}}{y} \right| \times 100 \%$ .

Ошибка аппроксимации составляет 1,03 %, что подтверждает достаточно высокую адекватность построенного уравнения.

Таблица 5

#### Дисперсионный анализ

Компоненты дисперсии	df	F	Значимость F	MS
Регрессия	1,00	23,27	0,00009	3311,74
Остаток	21,00			142,34
Итого	22,00			

Уравнение, выражающее зависимость численности сотрудников от непроизводственных расходов, имеет вид

$$\hat{y} = 753,28 + 0,01x_1.$$

Таблица 6

#### Статистика регрессионного анализа

Показатели	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение
Y-пересечение	753,28	13,64	55,23	0,00
Непроизводственные расходы, X_1	0,01	0,00	4,82	0,00

Прогнозное значение численности сотрудников предприятия при увеличении непроизводственных расходов на 5 % от среднего уровня составил 821 человек, ошибка прогноза – 18,5 %. Доверительный интервал прогнозного значения изменяется в пределах от 782,8 до 859,2 человек.

В результате проведенного регрессионного анализа можно сделать вывод о зависимости показателя численности сотрудников предприятия от непроизводственных расходов, в которые включается общее время превышения установленных нормативов оборота локомотивной бригады, простои в ожидании следования, сверхурочная работа. Это свидетельствует о том, что из-за недостаточно эффективного режима работы требуется постоянное привлечение дополнительных трудовых ресурсов, которые приносят предприятию определенные издержки.

Установлена авторегрессия первого порядка для численности сотрудников, уравнение имеет вид:

$$Y_t = 394,0169 + 0,520282 \cdot Y_{t-1}$$

В таблицах 7 и 8 представлена статистика данной модели.

Таблица 7

### Дисперсионный анализ

Параметры	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	1623,422	1623,421568	8,287305982	0,00928334
Остаток	20	3917,851	195,892558		
Итого	21	5541,273			

Таблица 8

### Статистика оценок параметров модели

Параметры	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение
Y-перес	394,0168713	147,720031	2,667321883	0,014797392
Yt-1	0,520281946	0,180730758	2,878768136	0,00928334

Авторегрессионные модели второго и высшего порядков, как установлено, статистически, не значимы. Об этом также свидетельствуют рассчитанные коэффициенты автокорреляции, представленные в таблице 9.

Таблица 9

### Коэффициенты автокорреляции

Лаг	КАФ (Y)	Ст. ош.	КАФ (X)	Ст. ош.
1	0,492	0,196	0,519	0,196
2	0,280	0,191	0,247	0,191
3	0,283	0,187	0,231	0,187
4	0,392	0,182	0,177	0,182
5	0,104	0,177	-0,124	0,177
6	-0,174	0,172	-0,301	0,172
7	-0,103	0,167	-0,169	0,167
8	-0,035	0,162	-0,173	0,162
9	-0,155	0,156	-0,265	0,156
10	-0,263	0,150	-0,188	0,150
11	-0,209	0,144	-0,187	0,144

Лаг	КАФ (Y)	Ст. ош.	КАФ (X)	Ст. ош.
12	-0,051	0,138	-0,097	0,138
13	-0,216	0,132	-0,073	0,132
14	-0,215	0,125	-0,042	0,125
15	-0,138	0,118	-0,031	0,118
16	-0,044	0,110	-0,005	0,110

Как видно, коэффициенты автокорреляции имеют невысокие значения и сильно уменьшаются по величине при уже незначительных сдвигах во времени. Это хорошо согласуется с экономическим анализом трудового потенциала локомотивного депо.

Таким образом, комплексный анализ статистики численности сотрудников локомотивного депо позволяет сфокусировать проблемы управления человеческими ресурсами в рамках сезонных проблем. В целом показатели эффективности управления трудовыми ресурсами находятся в рамках благоприятных для развития производительности труда.

### Библиографический список

1. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика. М.: Юнити-Дана, 2002. 311 с.
2. Многомерный статистический анализ в экономике / Л.А. Сошникова [и др.]. М.: Юнити-Дана, 1999. 598 с.
3. Наследов А.Д. SPSS 15: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2008.
4. Трусова А.Ю., Ильина А.И. Моделирование и анализ динамических данных // Вестник Самарского государственного университета. 2013. № 7 (108). С. 127–133.

### References

1. Kremer N.Sh., Putko B.A. Econometrika [Econometrics]. M.: Yuniti-Dana, 2002, 311 p.
2. Mnogomernyy statisticheskiy analiz v ekonomike [Multidimensional statistical analysis in economics], L.A. Soshnikova [et al.]. M.: Yuniti-Dana, 1999, 598 p.
3. Nasledov A.D. SPSS 15: professional'nyy statisticheskiy analiz dannykh [SPSS 15: professional statistical analysis of data]. SPb.: Piter, 2008.
4. Trusova A.Yu., Ilyina A.I. Modelirovaniye i analiz dinamicheskikh dannykh [Modeling and analysis of dynamic data]. In: Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta [Vestnik of Samara State University], 2013, no. 7 (108), pp. 127–133.

*A.Yu. Trusova\**

### A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF LABOR RESOURCES

In the work the analysis of statistics of labor potential of one of the divisions of the Samara railway by means of econometric modeling.

**Key words:** statistics of labor resources, regression analysis, statistical package SPSS.

Статья поступила в редакцию 3/IX/2017.  
The article received 3/IX/2017.

\* Trusova Alla Yuriyevna (a\_yu\_ssu@mail.ru), Department of Mathematics and Business Informatics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.