

## АНАЛИЗ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### ANALYSIS OF SCIENTIFIC-RESEARCH ACTIVITY

УДК 339.13

**Омеланко Н.Н.**

к.э.н., доцент кафедры экономики,  
управления предприятиями  
та логистики  
Харьковский национальный  
экономический университет  
имени Семена Кузнеця

*В статье проведен экономико-математический анализ научно-исследовательской деятельности организаций с использованием программы STATISTICA. Обоснованы факторы, оказывающие наибольшее влияние на объем научно-исследовательских работ.*

**Ключевые слова:** объем научно-исследовательских работ, численность докторов наук, регрессивная модель, оценка результатов решения.

*У статті проведено економіко-математичний аналіз науково-дослідницької діяльності організацій із використанням програми STATISTICA. Обґрунтовано чинники, які*

*надають найбільший вплив на обсяг науково-дослідних робіт.*

**Ключові слова:** обсяг науково-дослідних робіт, чисельність докторів наук, регрессивна модель, оцінка результатів рішення.

*The article is devoted to the economic and mathematical analysis of the research activities of organizations using the program STATISTICA. The factors that exert the greatest influence on the volume of scientific research work are substantiated.*

**Key words:** volume of scientific research, number of doctors of sciences, regression model, evaluation of solution results.

**Постановка проблемы.** Главная задача ускорения социально-экономического развития Украины заключается в кардинальном повышении эффективности производства за счет внедрения достижений научно-технического прогресса. В последние годы наметилось снижение объемов научно-технических работ, поэтому необходимо оценить влияние с помощью экономико-математических методов и компьютерных программ разных факторов и обосновать рекомендации по увеличению объемов научно-исследовательских работ.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Вопросам повышения эффективности научной деятельности уделяется много внимания. Разрабатываются конкретные программы, указываются пути ее решения [1–6].

**Постановка задания.** Целью исследования является экономико-математическое обоснование результатов анализа зависимости объемов научно-исследовательских работ от выбранных факторов, выполненное с помощью программы STATISTICA

Изложение основного материала исследования. На объем научно-исследовательских работ влияет большое количество факторов и явлений. Это влияние разноплановое: одни факторы и явления сильно влияют, другие – слабее, третьи вообще не влияют. Для разработки эффективной экономической политики необходимо уметь оценивать зависимость факторов и явлений между собой и степень их влияния на экономические показатели. Математические методы позволяют выделить и формализовать существенные зависимости между экономическими показателями, оценить форму и параметры их зависимостей.

Окружающий нас мир насыщен информацией, и без адекватных технологий анализа данных человек оказывается беспомощным в информационной среде [4, с. 14]. На помощь приходят различные компьютерные программы, позволяющие

быстро и качественно сделать обработку экономической информации. Наибольшее распространение в последнее время получила обработка данных с помощью программ Excel и STATISTICA.

При выборе методов и моделей следует учитывать главную особенность экономических показателей, оценивающих научную деятельность, – наличие стохастической зависимости между ними, поэтому для построения и решения моделей используют теорию корреляции и регрессии, что позволяет оценить влияния каждого фактора, расширить представление о закономерностях изменения экономических показателей. В ходе регрессивного анализа решаются две основные задачи: первая – построение математической модели (уравнения регрессии), то есть нахождение зависимости между результатным признаком и независимыми факторами; вторая – оценка значимости полученного уравнения, то есть насколько выбранные факторы объясняют вариацию показателя Y.

В общем виде корреляционно-регрессивная модель выглядит так:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

где Y – исследуемый (зависимый) показатель;

X – фактор-аргумент;

n – количество факторов.

Перед построением модели необходимо проанализировать рассматриваемый показатель (Y) и факторы (X). Если исследуемый показатель (Y) не колеблется, то оценить влияние факторов невозможно. Затем надо экономически обосновать факторы, которые влияют на исследуемый показатель. Далее для получения надежных результатов решения необходимо иметь не менее 30 наблюдений.

Математическая модель должна соответствовать логике экономического анализа. Для построения модели чаще всего используют линейную, степенную и логарифмическую функции. Построение уравнения регрессии осуществляется, как

правило, методом наименьших квадратов, при котором минимизируется сумма квадратов отклонений фактических значений результативного признака от расчетных.

Далее, факторы-аргументы  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  должны быть независимыми, нормально распределенными случайными величинами с постоянными дисперсиями и не должны находиться в зависимости друг от друга. Правда, в реальной жизни строгое соответствие этим требованиям встречается очень редко. Часто между показателями есть мультиколлинеарность (зависимость), и часть факторов в результате расчетов отпадает.

В линейных моделях коэффициенты при неизвестных называются коэффициентами регрессии, а в степенных и логарифмических – коэффициентами эластичности. Первые показывают, насколько единиц изменяется функция с изменением соответствующего фактора на одну единицу при неизменных значениях остальных. Вторые отражают, на сколько процентов изменяется функция с изменением каждого аргумента на 1 % при неизменных значениях остальных.

При решении задач используются такие понятия, как статистика и анализ данных. В статистике первичной является модель. Исходные данные используются для оценки параметров модели и проверки различных гипотез.

В анализе данных исходят из того, что имеются предположения относительно структуры данных, их организации и связях между собой. Модель должна соответствовать данным, а не наоборот. Приверженцы анализа данных критикуют эконометрику, считая, что она имеет дело с абстрактными гипотезами, которые никогда не работают на практике. В действительности между этими направлениями нет сильного расхождения, так как анализ данных тоже делается на основе статистических понятий [4].

Статистическая значимость результатов – это мера уверенности в его правильности. В программе STATISTICA уровень значимости, или р-уровень, – это показатель, который находится в убывающей зависимости от надежности результата [4, с. 123]. Более высокий р-уровень соответствует более низкому уровню доверия к полученной зависимости между переменными. Именно р-уровень представляет собой вероятность ошибки, связанной с распространением наблюдаемого результата на все данные. Например, если  $p = 0,05$ , то имеется только пятипроцентная вероятность, что найденная в выборке зависимость между переменными является случайной. Другими словами, только в пяти случаях из 100 будет допущена ошибка.

Выбор определенного уровня значимости, выше которого результаты отвергаются как ложные, является достаточно произвольным. Это как бы неформальное соглашение, принятое на

основе практического опыта. Чем больше данных мы использовали при решении модели, тем выше надежность полученных утверждений.

Чем больше зависимость в выборке, тем больше вероятность, что она будет и в генеральной совокупности данных. Как видим, зависимость и значимость тесно связаны между собой. Но эта связь имеет место только при фиксированном объеме выборки, а при различных объемах выборки одна и та же зависимость может быть как значимой, так и не значимой вообще [4, с. 125].

Чем слабее зависимость между переменными, тем большего объема требуется выборка, чтобы значимо ее обнаружить. В очень больших выборках даже слабые зависимости между переменными будут значимыми, в то время как в малых выборках даже очень сильные зависимости не являются надежными.

Рассмотрим пример применения программы STATISTICA для оценки влияния факторов на объем научных и научно-технических работ (Y). Были выбраны такие факторы:

$X_1$  – количество организаций, которые выполняют научные исследования и разработки;  
 $X_2$  – численность научных работников;  
 $X_3$  – количество докторов наук в экономике Украины.

Принята была линейная зависимость между показателями вида:

$$Y = b_0 + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + b_3 \times X_3.$$

Исходные данные приведены в табл. 1 [1]. Решим эту модель с помощью программы STATISTICA.

Проведем анализ этих показателей и рассчитаем их характеристики:

$$\text{среднее значение } \bar{X} = \frac{\sum X}{n};$$

$$\text{среднеквадратическое отклонение } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}},$$

это несмещенная оценка, и она равна в точности значению оцениваемого параметра [4, с. 108], в программе STATISTICA оно обозначено как Std.Dev; вариация (V).

Эти данные представлены на рис. 1.

Как следует из этого рисунка, наименьшее колебание имеет показатель  $X_1$ , наибольшее –  $X_2$ . Если расположить показатели по степени разброса, то получим такой ряд:  $X_1, X_3, Y, X_2$ .

Проанализируем теперь тесноту взаимосвязи показателей с помощью коэффициента корреляции между рядами динамики. Получены такие коэффициенты корреляции:

$$R_{yx1} = -0,89863, R_{yx2} = -0,87606, R_{yx3} = 0,99069.$$

Получается, что объем работ с ростом числа организаций и численности научных работников падает, и только увеличение количества докторов наук дает рост объема работ. Экономически странная закономерность, которая свидетельствует, что

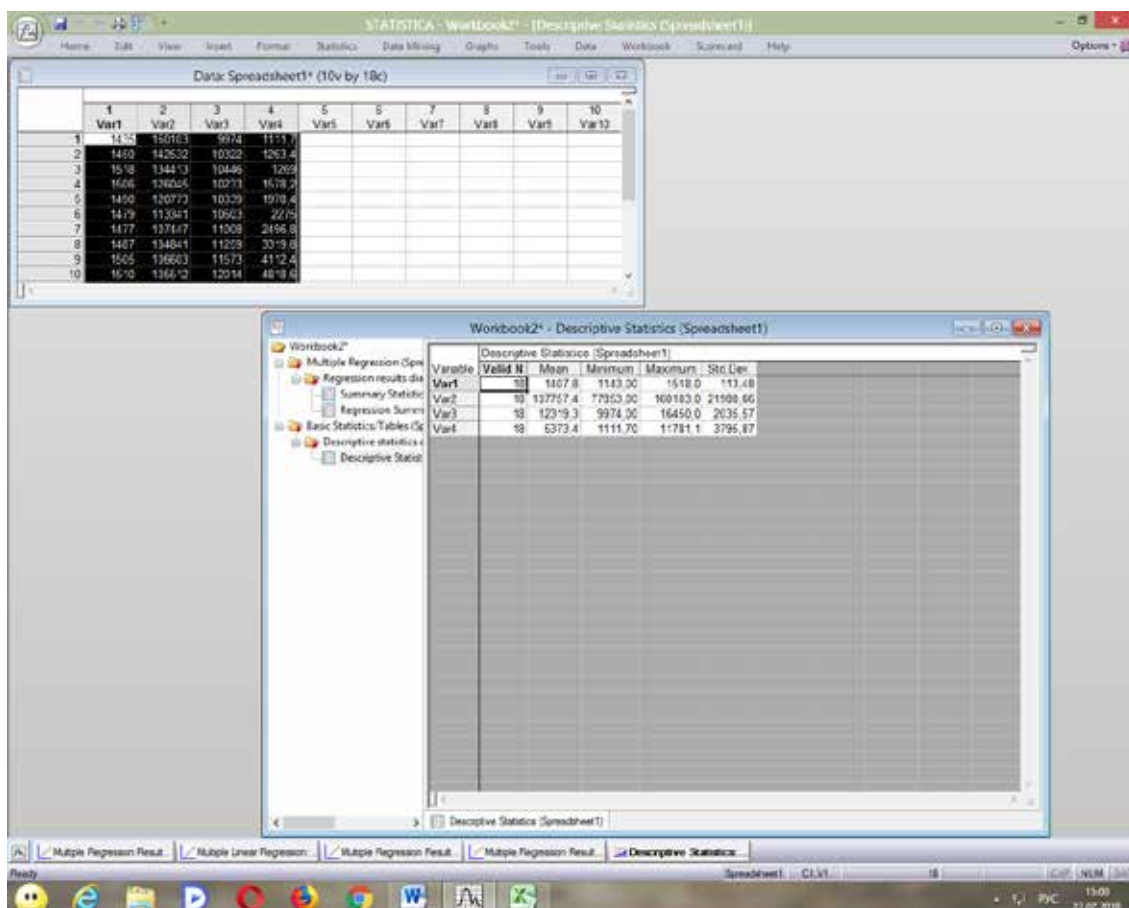


Рис. 1. Основные характеристики показателей, вычисленные с помощью программы STATISTICA (Var1 –  $X_1$ , Var 2 –  $X_2$ , Var3 –  $X_3$ , Var4 –  $Y$ )

Таблица 1

Научные кадры и количество организаций

	Количество организаций, выполняющих научные исследования и разработки ( $X_1$ )	Количество ученых, человек ( $X_2$ )	Количество докторов наук в экономике Украины, человек ( $X_3$ )	Объем выполненных научных и научно-технических работ в фактических ценах ( $Y$ )
1996	1435	160103	9974	1111,7
1997	1450	142532	10322	1263,4
1998	1518	134413	10446	1269,0
1999	1506	126045	10233	1578,2
2000	1490	120773	10339	1978,4
2001	1479	113341	10603	2275,0
2002	1477	107447	11008	2496,8
2003	1487	104841	11259	3319,8
2004	1505	106603	11573	4112,4
2005	1510	105512	12014	4818,6
2006	1452	100245	12488	5354,6
2007	1404	96820	12845	6700,7
2008	1378	94138	13423	8538,9
2009	1340	92403	13866	8653,7
2010	1303	89564	14418	9867,1
2011	1255	84969	14895	10349,9
2012	1208	82032	15592	11252,7
2013	1143	77853	16450	11781,1

в планировании научно-исследовательских работ есть проблемы, которые надо срочно решать.

Как указывают ученые в своих работах, надо пересмотреть систему планирования объемов работ и оплаты труда научных работников [5].

Таким образом, везде имеем зависимость между показателями, но самая сильная – между уровнем объема и численностью докторов наук. Это понятно, так как они формируют тематику и объемы работ.

Решим теперь модель зависимости показателей с помощью программы STATISTICA. Результаты решения приведены на рис. 2.

Из этого рисунка следует, что программа выделила (красным цветом) только один существенный фактор, который влияет на объем научно-исследовательских работ, – число докторов наук (Var 3). В последнем столбике приведены значения p-вероятностей, и только у  $X_3$  величина  $p$  – уровня  $\leq 0,05$ , а параметр  $t \geq 2,0$ . Остальные факторы имеют большую вероятность и ниже значения  $t$ . Значит, только фактор  $X_3$  – число докторов наук – оказывает существенное влияние на объем научно-исследовательских работ. Остальные факторы (количество организаций и численность научных сотрудников) не влияют.

Получено следующее уравнение зависимости показателей:

$Y_p = -17385,5 + 1,8474135 \times X_3$ , коэффициент корреляции  $R_{y,x_3} = 0,99$ , число наблюдений  $n = 18$ , остаточная вариация за счет не включенных в модель факторов составила 9,61%.

Выводы из проведенного исследования. Исследовалось влияние на величину объема научно-исследовательских работ таких факторов, как:

- количество организаций, которые выполняют научные исследования и разработки ( $X_1$ );
- численность научных работников ( $X_2$ );
- количество докторов наук в экономике Украины ( $X_3$ ).

Оказалось, что только количество докторов оказывает существенное влияние на объем работ, так как они в основном формируют тематику и объем работ. При этом между остальными факторами и объемом работ также имеется тесная, но обратная связь.

Выявленные с помощью экономико-математических методов закономерности надо учитывать при формировании объемов научных работ, а главное – усилить материальную заинтересованность научных работников в результатах их труда за счет роста заработной платы.

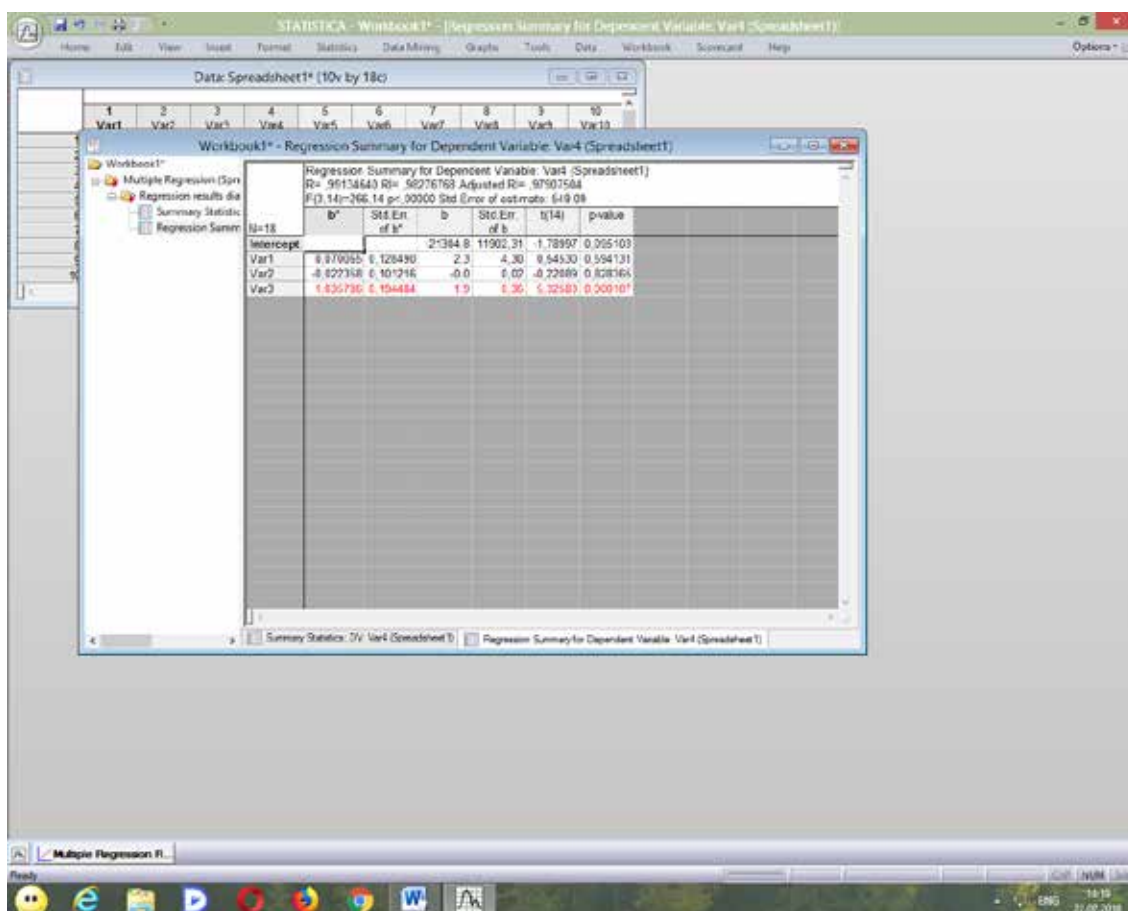


Рис. 2. Результаты решения задачи

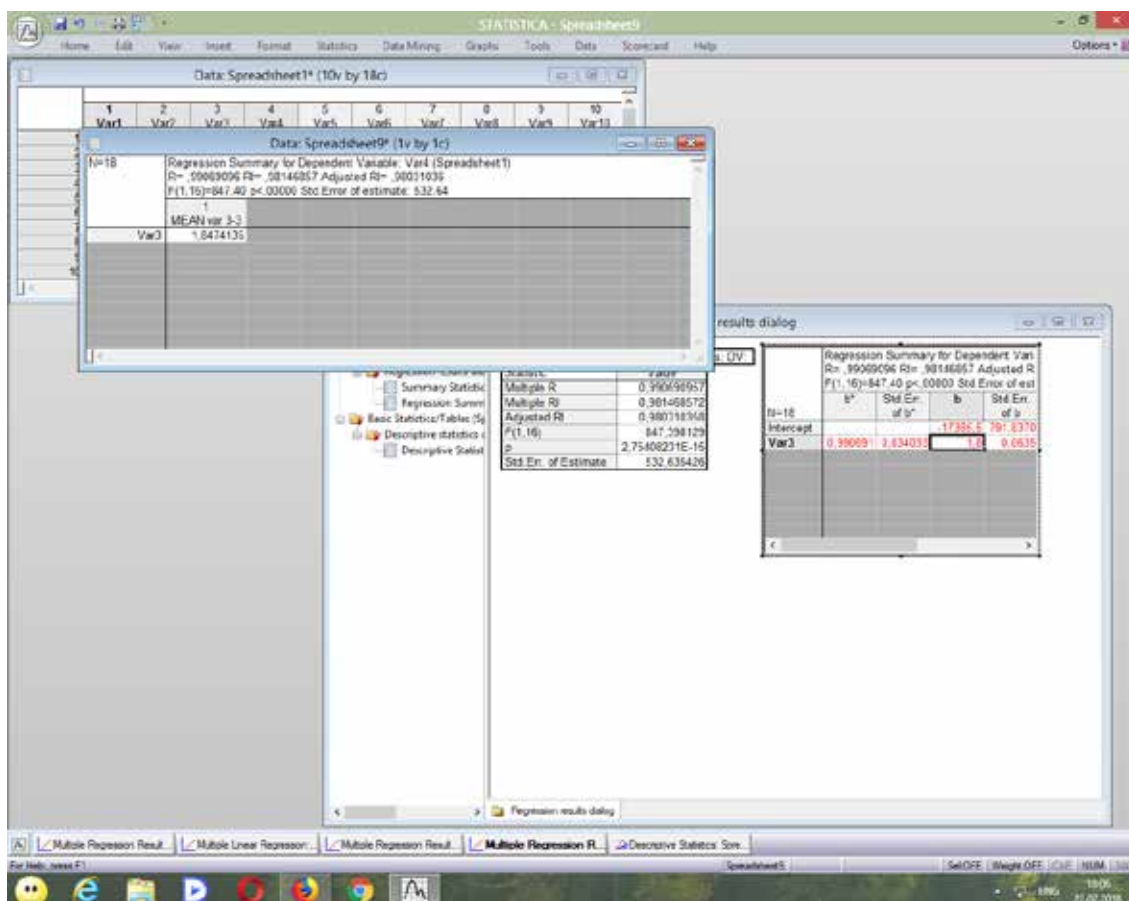


Рис. 3. Расширенный вариант решения с численным значением параметра  $b_3$

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Наука, технології та інновації. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. Дата звернення: 25.06.2018.
2. Проблеми та перспективи розвитку інноваційної діяльності в Україні / Матеріали X міжнародного бізнес-форуму (Київ, 21 березня 2017 р.). URL: [http://www.uintei.ksev.ua/viewpage.php?page\\_id=446](http://www.uintei.ksev.ua/viewpage.php?page_id=446). Дата звернення: 25.06.2018.
3. Характеристика інноваційної діяльності підприємств / Український інститут науково-технічної і економічної інформації. URL: [http://www.uintei.ksev.ua/viewpage.php?page\\_id=446](http://www.uintei.ksev.ua/viewpage.php?page_id=446). Дата звернення: 18.06.2018.
4. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов; 2-е изд. (+CD). СПб.: Питер, 2003. 688 с.
5. Попович О. На яке майбутнє може сподіватися українська наука. Українська правда. 17.03.2017. URL: <https://life.pravda.com.ua/columns/2017/03/17/223188/>.
6. Про Національний фонд досліджень України: Постанова від 04.07.2018 № 528. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npasearch?&key=%D0%BD%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%B4%20%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%8C&num=528>. Дата звернення: 26.07.2018.

#### REFERENCES:

1. Science, technology and innovation. [Electronic resource]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. Belly date: 25.06.2018.
2. Problems and Prospects for the Development of Innovation in Ukraine / Materials of the X International Business Forum (Kyiv, March 21, 2017). [Electronic resource]. Available at: [http://www.uintei.ksev.ua/viewpage.php?Page\\_id=446](http://www.uintei.ksev.ua/viewpage.php?Page_id=446). Belly date: 25.06.2018.
3. Characteristics of innovative activity of enterprises / Ukrainian Institute of Scientific, Technical and Economic Information: [Electronic resource]. Available at: [http://www.uintei.ksev.ua/viewpage.php?Page\\_id=446](http://www.uintei.ksev.ua/viewpage.php?Page_id=446). Belly date: 18.06.2018.
4. Borovikov V. (2003) STATISTICA. The art of data analysis on a computer: For professionals. St. Petersburg (in Russian).
5. Popovich O. On yaka majbutne mozhe spodivatisya Ukrainka science / Ukrainian truth, 17.03.2017. [Electronic resource]. Available: <https://life.pravda.com.ua/columns/2017/03/17/223188/> Belly date: 23.06.2018.
6. About the National Research Fund of Ukraine. Resolution dated July 4, 2018, No. 528. [Electronic resource]. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npasearch?&key=%D0%BD%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%B4%20%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%8C&num=528>. Belly date: 07/26/2018

**Omelayenko N.N.**

Candidate of Economic Sciences,  
Senior Lecturer at Department of Economics,  
Enterprise Management and Logistics  
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

### **ANALYSIS OF SCIENTIFIC-RESEARCH ACTIVITY**

The article analyses the dynamics of the volume of scientific and technical works ( $Y$ ) for 1996–2013. It turned out that this indicator tends to decrease.

The article examines the influence of such factors as the number of organizations ( $X_1$ ), the number of scientific employees ( $X_2$ ) and the number of doctors of sciences ( $X_3$ ) with the help of regression analysis and STATISTICA program.

The article considers a model of the form  $Y = b_0 + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + b_3 \times X_3$ . The decision of the model with the help of a computer program showed that only the number of doctors of sciences affects the dynamics of the volume of scientific and technical work. The growth of the number of scientific workers and the number of organizations performing these works leads to a decrease in this amount.

The main reason for this situation is the lack of proper material interest of workers in the results of their work. Therefore, it is necessary to revise the system for assessing the performance of organizations and the system of remuneration of scientific workers.