

# Построение дискриминантной модели для интегральной оценки инновационного развития регионов

## Construction of a Discriminant Model for an Integral Assessment of Innovative Development of Regions

DOI 10.12737/2587-9111-2023-11-6-39-42

Получено: 10 октября 2023 г. / Одобрено: 10 ноября 2023 г. / Опубликовано: 25 декабря 2023 г.

### Аверина Т.Н.

Канд. экон. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»,  
Россия, 300026, г. Тула, проспект Ленина, д. 125,  
e-mail: averinatn@tspu.ru

### Averina T.N.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University,  
125, Lenina St., Tula, 300026, Russia,  
e-mail: averinatn@tspu.ru

### Гнатюк С.Н.

Канд. экон. наук, доцент,  
Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова,  
Республика Беларусь, 212022, г. Могилев, ул. Космонавтов, д. 1,  
e-mail: gnatyuk@msu.by

### Gnatyuk S.N.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Mogilev State University named after A.A. Kuleshov,  
1, Kosmonavtov St., Mogilev, 212022, Republic of Belarus,  
e-mail: gnatyuk@msu.by

### Аннотация

Сформирован трехфакторный набор показателей для оценки инновационного развития регионов. На основе фактических значений показателей для двух групп регионов с различными характеристиками инновационного процесса разработана дискриминантная модель и получено пограничное значение для ее агрегированного показателя. Результатом исследования стала разработка критерия, который позволяет характеризовать уровень инновационного развития регионов. Предполагается дальнейшее совершенствование модели посредством расширения набора показателей.

**Ключевые слова:** инновационное развитие, группировка регионов, матрица коэффициентов, фондоотдача, инновационные товары и затраты.

Разработка дискриминантной модели кроме исследовательской нагрузки имеет практический смысл, который заключается в упрощении получения комплексной характеристики явления. Представленный дискриминантный анализ стал попыткой получения инструмента для такой комплексной характеристики инновационных процессов в регионах РФ. Разработка модели выполнена на основе данных 2018 г., что обусловлено доступностью публикаций НИУ ВШЭ данных о величине российского регионального инновационного индекса (РРИИ) [1, 2, 3]. Опубликованные НИУ ВШЭ показатели 2019 г. будут использованы в дальнейшем для проверки модели. В комплексную модель вошли три экономических коэффициента, массив значений которых по регионам получен на основе данных Росстата. Однако предоставляемые Росстатом данные за 2020 г. и последующие годы не являются полными, для некоторых регионов отсутствуют значения стоимости отгруженных организациями инновационных товаров, согласно сноске Росстата «данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных

### Abstract

The author of the article has formed a three-factor set of indicators for assessing the innovative development of regions. Based on the actual values of indicators for two groups of regions with different characteristics of the innovation process, a discriminant model was formed and a boundary value for its aggregate indicator was obtained. The result of the study was the development of a criterion that makes it easy to characterize the level of innovative development of regions. The author intends to further improve the model by expanding the set of indicators.

**Keywords:** innovative development, grouping of regions, coefficient matrix, capital productivity, innovative products and costs.

от организаций в соответствии с Федеральным законом от 29.11.07 № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (п. 5, ст. 4; п. 1, ст. 9)» [4].

В рамках предыдущего исследования [5] был сделан вывод о том, что корреляция производительности труда с показателями, которые непосредственно связаны с научными исследованиями и информационными потоками, оказывается значимой только для регионов с низкой долей добывающей промышленности. В таблице представлены данные по 66 регионам, экономика которых характеризуется долей предприятий добывающей промышленности в структуре ВРП менее 10%.

Столбец № 2 содержит значение показателя фондоотдачи как отношения ВРП номинального (млн руб.) к основным фондам по полной учетной стоимости по полному кругу организаций (млн руб.) [6].

В столбце № 3 размещены результаты определения доли инновационных товаров в общей величине стоимости отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг [4].

В последнем столбце представлено отношение затрат на инновационную деятельность организаций (млн руб.) к ВРП (млн руб.) [4, 6].

Таблица

**Значения показателей, характеризующих условия и результаты инновационной деятельности в регионах**

Регион РФ	Фондоотдача	Доля инновационных товаров	Доля инновационных затрат
1	2	3	4
1. Белгор. обл-ть	0,583	0,149	0,023
2. Брян. обл-ть	0,436	0,033	0,006
3. Владим. обл-ть	0,521	0,036	0,015
4. Воронеж. обл-ть	0,472	0,059	0,013
5. Иванов. обл-ть	0,409	0,006	0,001
6. Калуж. об-ть	0,463	0,027	0,020
7. Костром. обл-ть	0,424	0,075	0,004
8. Курск. обл-ть	0,481	0,120	0,006
9. Липец. обл-ть	0,446	0,077	0,017
<b>10. Москов. обл-ть</b>	<b>0,517</b>	<b>0,132</b>	<b>0,029</b>
11. Орлов. обл-ть	0,473	0,010	0,012
12. Рязан. обл-ть	0,372	0,058	0,009
13. Смолен. обл-ть	0,362	0,022	0,009
14. Тамбов. обл-ть	0,395	0,093	0,016
15. Твер. обл-ть	0,353	0,045	0,004
16. Тульск. обл-ть	0,536	0,122	0,028
17. Яросл. обл-ть	0,419	0,128	0,008
<b>18. г. Москва</b>	<b>0,462</b>	<b>0,030</b>	<b>0,013</b>
19. Респ. Карел.	0,404	0,026	0,003
20. Волог. обл-ть	0,335	0,020	0,002
21. Калинин. обл-ть	0,475	0,003	0,001
22. Ленингр. обл-ть	0,334	0,027	0,012
23. Новгор. обл-ть	0,379	0,020	0,011
24. Псков. обл-ть	0,430	0,031	0,004
<b>25. г. Санкт-Петер.</b>	<b>0,612</b>	<b>0,099</b>	<b>0,020</b>
26. Респ. Адыгея	0,537	0,080	0,003
27. Респ. Калм.	0,379	0,034	0,000
28. Респ. Крым	0,195	0,008	0,001
29. Краснодар. край	0,399	0,115	0,005
30. Волгогр. обл-ть	0,399	0,022	0,008
31. Ростов. обл-ть	0,508	0,058	0,013
32. г. Севастополь	0,360	0,045	0,001
33. Респ. Дагестан	0,383	0,003	0,001
34. Респ. Ингуш.	0,486	0,004	0,000
35. Кабар.-Балкар. Р.	0,529	0,009	0,002
36. Карач.-Черке. Р.	0,379	0,004	0,000
37. Респ. Сев. Осет.-Алан.	0,575	0,004	0,000
38. Чеченск. Респ.	0,373	0,000	0,000
39. Ставроп. край	0,411	0,090	0,008
40. Респ. Башкорт.	0,515	0,063	0,017
41. Респ. Марий Эл	0,410	0,028	0,005
42. Респ. Мордов.	0,368	0,243	0,011
43. Чуваш. Респ.	0,392	0,111	0,019
44. Киров. обл-ть	0,389	0,089	0,014
<b>45. Нижегород. обл-ть</b>	<b>0,490</b>	<b>0,157</b>	<b>0,064</b>
46. Пензен. обл-ть	0,376	0,077	0,025

Окончание таблицы

Регион РФ	Фондоотдача	Доля инновационных товаров	Доля инновационных затрат
1	2	3	4
47. Саратов. обл-ть	0,385	0,024	0,009
48. Ульянов. обл-ть	0,453	0,134	0,022
49. Курган. обл-ть	0,285	0,032	0,004
<b>50. Свердл. обл-ть</b>	<b>0,376</b>	<b>0,069</b>	<b>0,016</b>
51. Челяб. обл-ть	0,470	0,062	0,019
52. Респ. Алтай	0,380	0,010	0,001
53. Респ. Тыва	0,645	0,007	0,000
54. Алтай. край	0,587	0,028	0,007
<b>55. Новосиб. обл-ть</b>	<b>0,576</b>	<b>0,061</b>	<b>0,006</b>
56. Омск. обл-ть	0,650	0,024	0,068
57. Респ. Бурят.	0,348	0,020	0,016
58. Камчат. край	0,492	0,011	0,001
59. Примор. край	0,282	0,073	0,004
60. Хабаров. край	0,442	0,213	0,017
61. Евр. авт. обл-ть	0,211	0,018	0,001

По мнению специалистов НИУ ВШЭ, к регионам с высоким уровнем инновационного развития можно отнести Москву, Московскую область, Санкт-Петербург, Нижегородскую, Свердловскую и Новосибирскую области. Следует отметить, что все названные регионы вошли в таблицу как имеющие низкую долю добывающих отраслей промышленности в ВВП, минимальные значения их показателей приняты за пограничные для построения дискриминантной модели. На данном этапе построения дискриминантной модели регионы из таблицы разделены соответственно на две группы (с высоким и невысоким индексом инновационного развития), их коэффициенты представлены в виде матриц  $N_1$  и  $N_2$ . Матрица  $N_2$  представлена коэффициентами таблицы для 55 регионов, не вошедших в матрицу  $N_1$ .

$$\begin{pmatrix} 0,517 & 0,132 & 0,029 \\ 0,462 & \mathbf{0,030} & 0,013 \\ 0,612 & 0,099 & 0,020 \\ 0,490 & 0,157 & 0,064 \\ \mathbf{0,376} & 0,069 & 0,016 \\ 0,576 & 0,061 & \mathbf{0,006} \end{pmatrix} = N_1$$

Расчет средних значений коэффициентов позволил определить центры групп.

$$X_{11} = 0,506 \text{ (фондоотдача 1 группы),}$$

$$X_{12} = 0,091 \text{ (доля инновационных товаров 1 группы),}$$

$$X_{13} = 0,025 \text{ (доля инновационных затрат 1 группы),}$$

$$X_{21} = 0,427 \text{ (фондоотдача 2 группы),}$$

$$X_{22} = 0,053 \text{ (доля инновационных товаров 2 группы),}$$

$$X_{23} = 0,010 \text{ (доля инновационных затрат 2 группы).}$$

Следующим шагом стало определение параметров дискриминантной модели вида:

$$D = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3.$$

Алгоритм расчета коэффициентов функции предполагает последовательность расчетных процедур [6, 7].

На первом этапе определены ковариационные матрицы  $S_1$  и  $S_2$  для показателей 1 и 2 группы регионов. Матрица  $S_1$  для регионов группы 1 с высоким уровнем инновационного развития:

$$\begin{vmatrix} 0,035348 & 0,003688 & -0,000743 \\ 0,003688 & 0,011205 & 0,004199 \\ -0,000743 & 0,004199 & 0,002147 \end{vmatrix}$$

Матрица  $S_1$  для регионов группы 2:

$$\begin{vmatrix} 0,459302 & 0,015855 & 0,020821 \\ 0,015855 & 0,149230 & 0,009688 \\ 0,020821 & 0,009688 & 0,006557 \end{vmatrix}$$

Совместная ковариационная матрица определена по формуле:

$$S_0 = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} * (S_1 + S_2),$$

где  $n_1$  и  $n_2$  — число объектов в 1 и 2 группах, 6 и 55 соответственно.

Совместная ковариационная матрица выглядит следующим образом:

$$\begin{vmatrix} 0,008383892 & 0,000331236 & 0,000340302 \\ 0,000331236 & 0,002719246 & 0,000235374 \\ 0,000340302 & 0,000235374 & 0,000147534 \end{vmatrix}$$

Второй этап заключался в расчете обратной матрицы и включал ряд последовательных шагов.

1. Расчет определителя для матрицы  $S_0$ , определитель  $\Delta = 2,62096E-09$ .

2. Формирование матрицы миноров:

$$\begin{vmatrix} 3,45781E-07 & -3,12297E-08 & -8,47401E-07 \\ -3,12297E-08 & 1,1211E-06 & 1,86063E-06 \\ -8,47401E-07 & 1,86063E-06 & 2,26881E-05 \end{vmatrix}$$

3. Определение матрицы алгебраических дополнений:

$$\begin{vmatrix} 3,45781E-07 & 3,12E-08 & -8,47401E-07 \\ 3,12E-08 & 1,1211E-06 & -1,86E-06 \\ -8,47401E-07 & -1,86E-06 & 2,26881E-05 \end{vmatrix}$$

4. Получение транспонированной матрицы алгебраических дополнений:

$$\begin{vmatrix} 3,45781E-07 & 3,12297E-08 & -8,47401E-07 \\ 3,12297E-08 & 1,1211E-06 & -1,86063E-06 \\ -8,47401E-07 & -1,86063E-06 & 2,26881E-05 \end{vmatrix}$$

5. Расчет обратной матрицы через отношение транспонированной матрицы к определителю:

$$\begin{vmatrix} 131,9 & 11,9 & -323,3 \\ 11,9 & 427,7 & -709,9 \\ -323,3 & -709,9 & 8656,4 \end{vmatrix}$$

На третьем этапе поиска параметров дискриминантной модели произведено умножение обратной матрицы на вектор разности средних значений показателей групп 1 и 2, получен вектор коэффициентов дискриминантной функции:

$$\begin{vmatrix} 131,9 & 11,9 & -323,3 \\ 11,9 & 427,7 & -709,9 \\ -323,3 & -709,9 & 8656,4 \end{vmatrix} \cdot$$

$$\begin{vmatrix} 0,078293 \\ 0,038074 \\ 0,015104 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 5,899355 \\ 6,496374 \\ 78,40651 \end{vmatrix}$$

Таким образом, дискриминантная функция имеет вид:

$$D = 5,9x_1 + 6,5x_2 + 78,4x_3.$$

Подстановка значений коэффициентов из матриц  $N_1$  и  $N_2$  в уравнение позволила получить значение агрегированного показателя для оценки инновационного развития для всех регионов групп 1 и 2. Среднее значение агрегированного показателя  $D$  для них составило 5,5 и 3,6 соответственно. Константа дискриминации определяется как середина расстояния между значениями, она равна 4,55. Таким образом, найдена величина, которая является пограничной между значениями агрегированных показателей инновационного развития регионов первой и второй групп.

**Выводы**

1) Полученное дискриминантное уравнение показывает, что из выбранных показателей инновационного развития регионов наибольший вклад вносит показатель соотношения затрат на технологические инновации и валового регионального продукта.

2) Если значение агрегированного показателя дискриминантной модели превышает пограничное значение 4,55, то регион можно отнести к группе с высоким уровнем инновационного развития.

## Литература

1. Индикаторы цифровой экономики: 2021: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишнеvский, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2021. — 380 с. — Режим доступа: <https://www.hse.ru/primarydata/ice2021>
  2. Наука. Технологии. Инновации: 2020: краткий статистический сборник / Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский, Е.И. Евневич и др.; Нац. Исслед. Ун-т «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2020. — 88 с. — Режим доступа: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/340117242.pdf>
  3. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. 6 выпуск / Г.И. Абдрахманова, С.В. Артемов, П.Д. Бахтин и др.; под ред. Л.М. Гохберга; Нац. Исслед. Ун-т «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2020. — Режим доступа: <https://www.hse.ru/primarydata/rir2019>
  4. Наука, инновации и технологии: Стат. сб. / Росстат. — М., 2023. — Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>
  5. Аверина Т.Н., Басовский Л.Е. Влияние структуры ВРП на характер взаимосвязи производительности труда в регионе с научно-техническими и информационными факторами развития // Научные исследования и разработки. Экономика. — 2021. — № 1. — С. 17–20.
  6. Регионы России. Социально-экономические показатели — 2021: Стат. сб. / Росстат. — М., 2022. — Режим доступа: [https://www.gks.ru/bgd/regl/b21\\_14p/Main.htm](https://www.gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm)
  7. Кабитова Е.В. Разработка и применение индивидуальной модели дискриминантного анализа и детерминированной факторной модели оценки финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта // Экономика устойчивого развития. — 2018. — № 4. — С. 346–350.
- Statistical Compilation]. Moscow, NRU HSE Publ., 2021. 380 p. (In Russian). URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ice2021>
2. Goxberg L.M., Ditkovskij K.A., Evnevich E.I. *Nauka. Tekhnologii. Innovacii: 2020: kratkij statisticheskij sbornik* [Science. Technology. Innovation: 2020: short statistical compilation]. Moscow, NRU HSE Publ., 2020. 88 p. (In Russian). URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/340117242.pdf>
  3. *Rejting innovacionnogo razvitiya sub`ektov Rossijskoj Federacii*. [Rating of innovative development of constituent entities of the Russian Federation. Issue 6]. Moscow, NRU HSE Publ., 2020. (In Russian). URL: <https://www.hse.ru/primarydata/rir2019>
  4. *Nauka, innovacii i tehnologii: statisticheskij sbornik* [Science, innovation and technology: Statistical collection]. Moscow, Rosstat, 2023. (In Russian). URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>
  5. Averina T.N., Basovskiy L.E. *Vliyanie struktury VRP na kharakter vzaimosvyazi proizvoditelnosti truda v regione s nauchno-tehnicheskimi i informatsionnymi faktorami razvitiya* [The influence of the GRP structure on the nature of the relationship between labor productivity in the region and scientific, technical and information factors of development] *Research and Development. Economy*. 2021. No. 1. P. 17–20. (In Russian)
  6. *Regiony` Rossii. Social`no-e`konomicheskie pokazateli. 2019: statisticheskij sbornik* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: Statistical collection]. Moscow, Rosstat, 2019. 1204 p. (In Russian). URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>
  7. Kabitova E.V. *Razrabotka i primenenie individual`noj modeli diskriminantnogo analiza i determinirovannoj faktornoj modeli ocenki finansovoj ustojchivosti hozyajstvuyushhego sub`ekta* [Development and application of an individual discriminant analysis model and a deterministic factor model for assessing the financial stability of a business entity] *Economics of Sustainable Development*. 2018. No. 4. P. 346–350. (In Russian)

## References

1. Abdraxmanova G.I., Vishnevskij K.O., Goxberg L.M. *Indikator` cifrovoj e`konomiki* [Digital Economy Indicators: 2021: