

УДК.332.14

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ОДНОФАКТОРНОЙ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ

Рожков Р.С.,

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», Москва,
email: rbt07@mail.ru, b.gudkov@amchs.ru, s.karpenko@amchs.ru

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при правительстве РФ», Москва

Гудков Б.Н.,

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», Москва,
email: rbt07@mail.ru, b.gudkov@amchs.ru, s.karpenko@amchs.ru

Карпенко С.Е.,

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», Москва,
email: rbt07@mail.ru, b.gudkov@amchs.ru, s.karpenko@amchs.ru

Аннотация. В статье определены некоторые спектры эконометрического инструментария по моделированию и прогнозированию валового регионального продукта на основе объема основных производственных фондов. Приведен обобщенный блок-схема алгоритма регрессионных зависимостей. Рассмотрены схематический и интервальный прогноз. Пронизированы статистические данные по ВРП и основным фондам на конец года по полной учетной стоимости по полному кругу организаций Московской области с 2012 по 2021 год, построен линейная однофакторная модель зависимости ВРП от объема основных фондов, коэффициент детерминации которой получился более 0,8, что говорит о хорошем качестве модели. В дальнейшем, на основе полученной модели, проведен точечный и интервальный прогноз ВРП от фиксированного показателя объема основных фондов, который определяет, что с вероятностью 0,7 можно утверждать, что, ВРП при $V_{of} = 35000$ млрд. руб. будет находиться в диапазоне 6555 – 7495 млрд. руб., если нас интересует прогноз среднего значения. Было определено, что регрессию можно применять в качестве меры для тех субъектов, у которых показатель ВРП при логичных объясняющих показателях окладов ниже линии регрессии. Сделан вывод о том, что если построить доверительные зоны, соответствующие различным уровням вероятности, то становится возможной классификация организаций (субъектов РФ) по качеству их работы на основе количественной меры.

Ключевые слова: экономика, субъект Российской Федерации, валовой региональный продукт, основные фонды в экономике, анализ, эконометрика, регрессия, корреляция, моделирование, прогнозирование, количественная и качественная оценка.

FORECASTING OF THE GROSS REGIONAL PRODUCT OF THE MOSCOW REGION ON THE BASIS OF ONE-FACTOR LINEAR MODEL

Rozhkov R.S.,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academy of Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Moscow,
email: rbt07@mail.ru, b.gudkov@amchs.ru, s.karpenko@amchs.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Financial University under the Government of the Russian Federation", Moscow

Gudkov B.N.,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academy of Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Moscow,
email: rbt07@mail.ru, b.gudkov@amchs.ru, s.karpenko@amchs.ru

Karpenko S.E.,

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Academy of Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Moscow,
email: rbt07@mail.ru, b.gudkov@amchs.ru, s.karpenko@amchs.ru

Abstract. *The article defines some aspects of econometric tools for modeling and forecasting the gross regional product based on the volume of fixed assets. A generalized flowchart for the development of regression dependencies is given. A scheme of point and interval forecasting has been developed. Statistical data on GRP and production funds of the Moscow region from 2012 to 2021 were analyzed, a linear one-factor model of GRP dependence on the volume of production funds was constructed, the coefficient of determination of which turned out to be more than 0.8, which indicates the good quality of the model. In the future, based on the obtained model, a point and interval forecast of GRP from a fixed indicator of the volume of fixed assets was carried out, which determines that with a guarantee of 0.7, it can be argued that GRP at $V_{\text{ф}} = 35,000$ billion rubles will be in the range of 6555 – 7495 billion rubles, if we are interested in the forecast of the average value. It was determined that regression can be used as a measure for those subjects whose GRP indicator with similar explanatory indicators turned out to be below the regression line. The emphasis is placed on the fact that if we build trust zones corresponding to different levels of guarantee, then it becomes possible to classify organizations (subjects of the Russian Federation) according to the quality of their work based on a quantitative measure.*

Keywords: economy, subject of the Russian Federation, gross regional product, fixed assets in the economy, analysis, econometrics, regression, correlation, modeling, forecasting, quantitative and qualitative assessment.

В современном мире практически все социально-экономические системы для устойчивого развития должны опираться на прогноз основных экономических показателей. Это обусловлено тем, что прогноз сокращает время на принятие управленческого решения при выявлении негативных аспектов в деятельности социально-экономической системы. Кроме того, наличие реперной траектории развития, построенной на основе прогноза, система управления экономит ресурсы при реализации фактического функционирования социально-экономической системы. Наличие достоверного прогноза особенно актуально для макроэкономических систем, в том числе и для экономики регионов Российской Федерации. Сегодня в непростой внешнеполитической обстановке и наличии негативных факторов воздействия на экономику регионов прогнозирование экономических показателей является одним из наиболее эффективных инструментов управления как для органов государственной власти субъектов Российской Федерации, так и для экономических субъектов. Известным и показавшим хорошие результаты в формировании прогнозов в различных сферах (экономике, статистике, связи, социологии и т.д.) инструментом исследования является метод корреляционно-регрессионного анализа.

Результатом представленного исследования является разработка подхода, позволяющего с помощью метода корреляционно-регрессионного анализа получить прогноз одного из наиболее важных экономических показателей региона – валового

регионального продукта (ВРП). Для органов государственного управления региона корректный и обоснованный прогноз ВРП позволит сформировать актуальное ресурсное обеспечение реализации региональных программ. В сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций прогноз ВРП позволит объективно рассчитать резервные фонды субъекта Российской Федерации и в случае чрезвычайной ситуации эффективно организовать ликвидацию ее последствий. Сегодня основой большинства прогнозных оценок экономических показателей, используемых в сфере управления социально-экономическими процессами в регионе, выступает определение средних значений прогнозируемых величин. Такой подход, несомненно, является достаточно простым и легко реализуемым в сфере регионального управления. В нашем исследовании предлагается прогнозирование некоторой средней величины и оценки точности модели на основе средней относительной ошибки, заменить более корректным (в тоже время более сложным) интервальным прогнозом с учетом принятой доверительной вероятности. Получение прогноза с помощью этого подхода рассмотрим на примере построения линейной однофакторной прогнозной модели ВРП Московской области.

Объекты и методы исследования

В качестве основного инструмента построения прогноза рассмотрим простейший вид зависимости — однофакторную линейную модель, имеющую вид $y = a_0 + a_1x$ [1,2].

Для использования однофакторной модели в формировании прогноза целесообразно использовать известный алгоритм построения регрессионной зависимости (рис. 1).

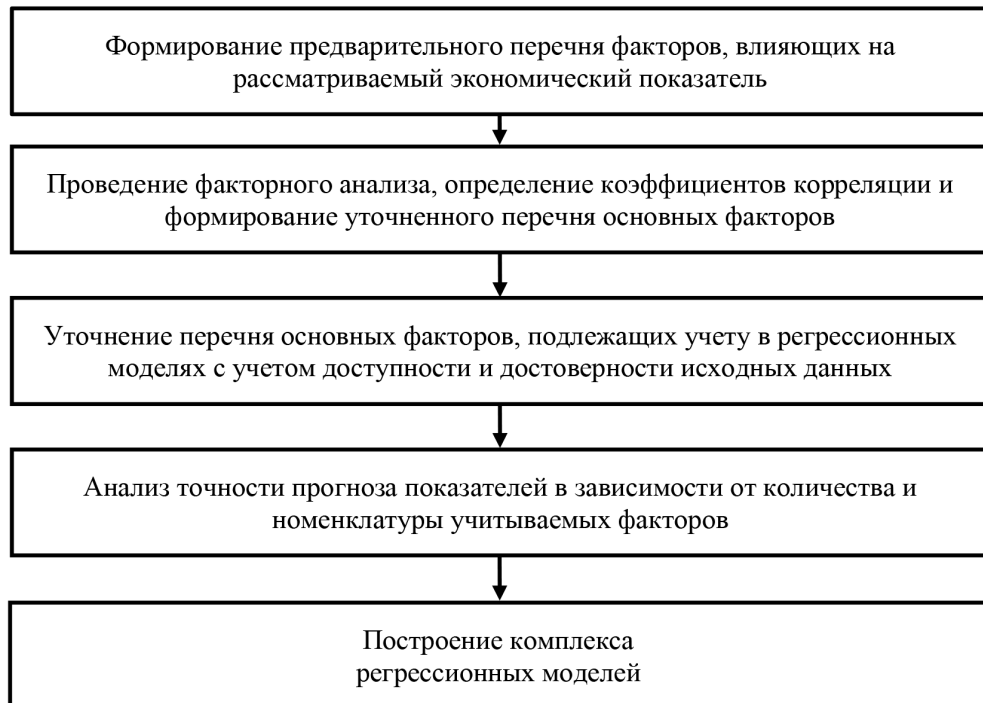


Рис. 1. Обобщенная блок-схема разработки регрессионных зависимостей

Если обозначить точечный прогноз экономического показателя, который рассчитывается на основе уравнения регрессии, через y_m , а интервальный $y_{ин}$, то интервальный прогноз можно определить по формуле

$$y_{ин} = y_m \pm t\beta \sigma\Sigma, (1)$$

где $t\beta$ – табличный коэффициент, отражающий степень «доверия» к прогнозу; $\sigma\Sigma$ – ошибка прогноза.

Размер ошибки $\sigma\Sigma$ для прогнозирования на основе однофакторной линейной модели в основном зависит от ошибок определения самой линии регрессии, т.е. коэффициентов, a_0 , a_1 и ошибок, вызванных разбросом индивидуальных значений относительно линии регрессии [3].

Формула для интервального прогноза среднего значения показателя уср инт будет иметь вид

$$y_{уср инт} = y_m + t_{\beta} \sigma_{yx} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}}. (2)$$

Если прогноз делается для любого индивидуального значения, которое может принять показатель y_u , то необходимо учесть колебания наблюдений y , относительно линии регрессии, измеряемые остаточной дисперсией σ^2_{yx} [4].

В этом случае формула для вычисления интервального прогноза любого индивидуального значения показателя будет иметь вид

$$y_{инд} = y_m + t_{\beta} \sigma_{yx} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}}. (3)$$

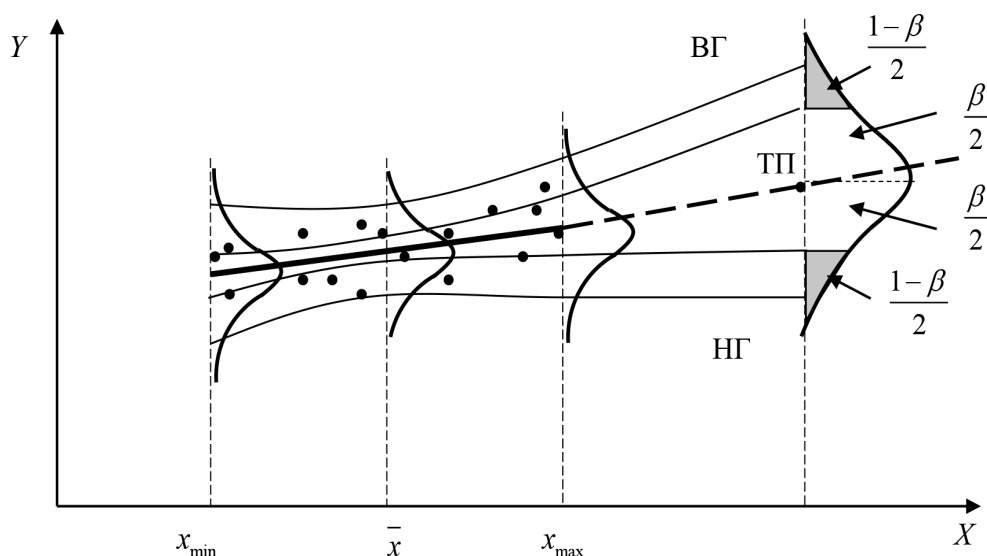


Рис. 2. Схема точечного и интервального прогнозирования

Результаты промежуточных расчетов показателей однофакторной линейной модели ВРП Московской области [2]

Год	ВРП, млрд. руб. (y_i)	Объем основных фондов в экономике, млрд. руб. (x_i)	Расчетное значение ВРП, млрд. руб. (y_{ip})	$y_i - y_{ip}$	$(y_i - y_{ip})^2$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
2012	2357	5109,5	2995,8	-638,8	408015,1	-8491,13	72099288,7
2013	2546	5109,6	2995,1	-449,8	202296,7	-8491,03	72097590,5
2014	2742,9	6072,7	3125,6	-382,7	146459,3	-7527,93	56669730,1
2015	3180,9	6635,1	3201,41	-20,5	420,7	-6965,53	48518608,2
2016	4206,5	7237,8	3282,65	923,8	853488,8	-6362,83	40485605,6
2017	4290,2	9845,2	3634,1	656,1	430424,0	-3755,43	14103254,5
2018	4644,6	14533,4	4266,1	378,5	143260,5	932,77	870059,873
2019	5196,1	23768	5510,93	-314,8	99115,7	10167,37	103375413
2020	5406,1	27739,7	6046,31	-640,2	409870,8	14139,07	199913300
2021	6832,3	29955,3	6344,97	487,3	237486,2	16354,67	267475231
Сумма	41402,6	136006,3	41403,65		2930837,7		875608081,473

Прогноз ВРП Московской области будем строить с использованием зависимости (3), а в качестве статистического показателя будем использовать объем основных фондов в экономике региона (x_i). Для формирования прогноза используем значения ВРП и объема основных фондов экономики Московской области в интервале десяти лет с 2012 по 2021 год (табл. 1). Построение однофакторной модели в теории статистики имеет известный вид [5] и эта модель будет использована нами для получения прогнозных значений ВРП на основе данных об основных фондах экономики региона (данные, необходимые для получения интервальных значений сведены в таблице 1). Для наглядной иллюстрации построенной модели приведем точечную диаграмму модели с прогнозным распределением (рис. 2).

Для проведения расчетов необходимых для заполнения 4 столбца в таблице 1 целесообразно использовать редактор таблиц MS Excel, который значительно сокращает время проведения расчетов и может использоваться в прикладной сфере, в частности органами государственного управления. Графически точечные значения ВРП и среднее (трендовое) значение представлены на рисунке 3.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходя из общего вида однофакторной линейной модели: $y=2307+0,1348x$, модель зависимости валового регионального продукта от объема основных фондов будет выглядеть следующим образом:

$$ВРП = 2307 + 0,1348V_{\text{оф}}$$

Для проведения интервального прогноза оцененные y_{ip} и другие вспомогательные показатели представлены в табл. 1. В качестве верификации разработанной модели в качестве исходных данных примем ожидаемую величину основных фондов на предстоящий год 35000 млрд. руб. (такой показатель берется в прогнозных целях). Необходимо определить точечный и интервальный прогнозы ВРП с гарантией $\beta=0,7$. Точечный прогноз ВРП при $V_{\text{оф}} = 35000$ млрд. руб. составит:

$$ВРП_{\text{т}}=2307+0,1348V_{\text{оф}}=2307+0,1348 \times 35000=7025$$

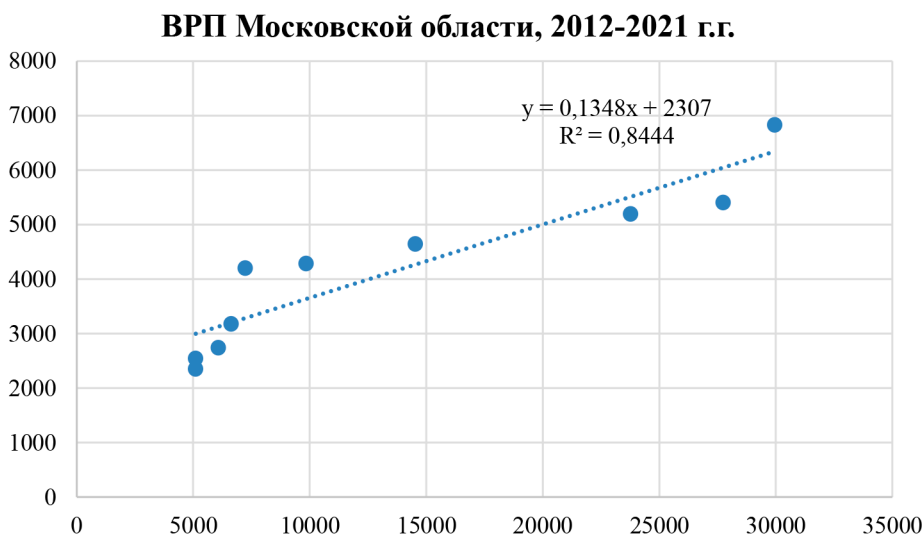


Рис. 3. Зависимость ВРП от основного фактора линейной модели – объема основных фондов Московской области

При проведении интервальных прогнозов первоначально необходимо задать значение доверительной вероятности, с которой будет формироваться прогноз [6]. От величины доверительной вероятности зависит точность прогноза, которая в свою очередь устанавливается составителем прогноза исходя из целей прогнозирования. В качестве примера определим диапазон значений, в который прогнозируемая величина (в нашем случае это ВРП Московской области) попадет с вероятностью 0,7. Установленное значение вероятности позволяет выбрать коэффициенты для построения нашей модели. По таблице коэффициентов Стьюдента для $n=10$ (количество наблюдений) и $\beta=0,7$ (доверительная вероятность) коэффициент $t_\beta = 1,1$ [7]. С помощью редактора таблиц MS Excel, как и с данными точечного прогноза, рассчитаем среднеквадратическое отклонение, которое для нашего примера составит:

$$\sigma_{yx} = \sqrt{\frac{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}{n}} = \sqrt{\frac{2930837,7}{10}} = 541,37$$

В свою очередь интервальный прогноз среднего значения ВРП Московской области с учетом рассчитанного среднеквадратического отклонения составит:

$$y_{\text{ср.инт}} = y_{\text{т}} \pm t_\beta \sigma_{yx} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}} = 7025 \pm 1,1 \times 541,37 \times \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{(35000 - 13600,63)^2}{875608081,4}}.$$
$$y_{\text{ср.инт}} = 7025 \pm 470.$$

Выводы

Основываясь на проведенных исследованиях с гарантией 0,7 можно утверждать, что, ВРП московской области при заданном значении $V_{\text{оф}} = 35000$ млрд. руб. будет находиться в диапазоне 6555-7495 млрд. руб., при условии нахождения прогноза среднего значения исследуемой величины.

Стоит отметить, что при практическом использовании предложенной однофакторной модели возникают вопросы об установлении степени гарантии β [8]. Как отмечалось выше, размер гарантии должен устанавливаться с учетом характера прогнозируемого объекта и риска выхода фактического значения показателя за пределы прогнозируемого интервала. Поскольку β — это гарантия того, что фактическое значение показателя будет попадать в расчетный интервал (с заданной вероятностью P), следовательно, с вероятностью $1 - P$ может возникнуть ошибка. Если последствия ошибки прогноза велики, то размер $1 - P$ следует уменьшить, а β — увеличить. Если необходимы твердые гарантии, то β принимается в размере 0,85-0,95 [9]. При отсутствии жестких требований к гарантии (если требуется провести оценку параметра для предварительного рассмотрения ил определения необходимости прогноза параметра) достаточно принимать доверительную вероятность в диапазоне 0,7-0,8 [2].

При установлении гарантии следует учитывать также и то обстоятельство, что она характеризует вероятность попадания фактического значения в определенный интервал. Однако при прогнозировании может возникнуть задача определения только верхней или нижней границы значения прогнозируемого показателя [4]. Например, в отношении ВРП обычно интересует нижняя граница, в отношении уровня инфляции — верхняя. При такой постановке задачи вероятность того, что фактическое значение не превысит верхней границы или будет не менее нижней границы интервала, составит $0,5 + \beta/2$.

Например, при $\beta = 0,7$ вероятность того, что фактическое значение показателя не превысит верхней границы, составит $0,5 + 0,7/2 = 0,85$. В то же время вероятность того, что фактическое значение показателя будет не меньше нижней границы, составит также 0,85 [10].

В качестве прикладного использования предложенной модели можно рассмотреть варианты (годы входящие в интервал оценки) в течение которых показатели прогнозируемой величины (ВРП Московской области) оказались ниже линии регрессии. Эти должны стать предметом изучения для распространения передового опыта и определения наиболее значимых факторов для получения положительных (требуемых или значимых) результатов. Кроме того, если построить доверительные зоны, соответствующие различным уровням гарантии (доверительной вероятности), то становится возможной классификация вариантов формирования прогнозируемой величины на основе количественной меры [11].

В статье рассмотрена линейная модель. Стоит отметить, что при прогнозировании более сложных процессов возможно использование и более сложных моделей, в том числе и нелинейных моделей (например, полиномиальная, степенная, показательная, логарифмическая, гиперболическая и т.д.). Кроме того, для получения более достоверных результатов прогноза в большинстве случаев необходимо добавлять факторы, которые также могут влиять на прогнозируемую величину и которые можно оценить количественно.

В данном исследовании изначально для прогнозирования ВРП Московской области был определен влияющий фактор в виде основных фондов организаций субъекта в экономике. Такое построение модели, с одной стороны, сужает качественную трактовку полученного результата, а с другой — позволяет сделать определенные выводы с заданным интервалом по влиянию основных фондов на ВРП региона [6].

Стоит отметить, что развитие подхода по внедрению в использование на постоянной основе корреляционно-регрессионного анализа в практике деятельности

органов государственного управления является актуальной задачей. Такой подход можно использовать как для определения ВРП, так и возможно оценивать, к примеру, возможные объемы резервных фондов, используемых регионами в случае ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

В любом из перечисленных случаев необходима проверка результатов предложенной модели. Необходимо определить статистическую значимость полученных коэффициентов модели, рассчитать скорректированный коэффициент детерминации, провести F-тест, определить наличие автокорреляции, мультиколлинеарности, гетероскедастичности и других показателей, которые будут говорить о некоторых свойствах имеющихся статистических данных и о возможности использовать полученную модель в практических целях, в том числе, для дальнейшего прогнозирования.

Также авторами отмечается, что проверить полученную модель регрессии целесообразно на основе других методов исследования, таких как: производственные функции (модель Солоу), ARIMA-процессы (подход Бокса-Дженкинса) [7], сбалансированные системы показателей, интуитивные (нормативные) методы, таблицы «затраты—выпуск» и т.д.

Литература

1. Белова Н.М. Методы регулирования регионального агро-туристско-рекреационного комплекса: дис. ... канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2016. 212 с.
2. Борисов В.А., Царегородцев Е.И. О точности прогнозирования валового регионального продукта Республики Марий Эл // УЭКС. 2014. № 8. [Электронный ресурс]. URL: <http://uecs.ru/uecs68-682014/item/3017-2014-08-19-06-54-02> (дата обращения 14.10.2023).
3. Ишкова Л.В. Основы научных исследований: общая методология и частные методы: Учебное пособие. М., 2005. 252 с.
4. Кудымов В.М. Опыт моделирования ВРП субъектов РФ // Российский экономический интернет-журнал. 2008. [Электронный ресурс]. URL: erej.ru/Articles/2008/Kudymov.pdf (дата обращения 14.10.2023).
5. Куницын О.Е. Прогнозирование уровня валового регионального продукта как показателя социальноэкономического развития Вологодской области // Интернет-журнал «Наукосведение». 2017. Т. 9, № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/03EVN417.pdf> (дата обращения 01.10.2023).
6. Семерикова Е.В., Демидова О.А. Взаимодействие региональных рынков труда в России: анализ с помощью пространственных эконометрических моделей // Пространственная экономика. 2016. № 3. С. 57–80.
7. Чистова М.В. Методы и модели прогнозирования объемов валового регионального продукта // Вестник АГУ. 2014. Вып. 1 (138).
8. Киселев Н.И. Эконометрический анализ динамики валового регионального продукта Московской области / Н. И. Киселев, С. В. Соколов // Вопросы региональной экономики. 2012. № 3 (12). С. 29–39.
9. Киселев Н.И. Линейное программирование в экстремальных задачах статистики. Ученые записки по статистике, Т.49, М., Наука, 1985.
10. Охлопков Г.Н. Анализ точности прогнозных расчетов валового регионального продукта на основе системы моделей прогнозирования // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2013. № 1. Т. 10. С. 34–38.
11. Скотаренко О.В. Прогнозирование ВРП в регионах на основе эконометрических моделей // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 8 (15). Ч. 3. С. 64–68.