

Для цитирования: Масленников Д. А., Митяков С. Н., Катаева Л. Ю., Федосеева Т. А. Выявление особенностей стратегического развития регионов на основе статистического анализа индикаторов // Экономика региона. — 2019. — Т. 15, вып. 3. — С. 707-719

doi 10.17059/2019-3-7

УДК 332.144, 303.724.32

Д. А. Масленников, С. Н. Митяков, Л. Ю. Катаева, Т. А. Федосеева
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева
(Нижний Новгород, Российская Федерация; e-mail: kataeval2010@mail.ru)

ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИНДИКАТОРОВ¹

Прогнозирование динамики экономических индикаторов — важная составляющая обеспечения экономической безопасности регионов Российской Федерации и поэтому является важной задачей. Статистический анализ позволяет выявить ключевые взаимосвязи между индикаторами, даже если их природа неизвестна. Целью работы было построение и верификация методики выявления региональных факторов без учета федеральных тенденций к улучшению (ухудшению) состояния экономики в целом. Используется регрессионный анализ изменений значений соответствующих индикаторов по данным предыдущих периодов. Предполагалось, что характер влияния индикаторов за предыдущие годы не зависит статистически значимо от региона и анализируемого года. Для выполнения краткосрочного прогноза на один год использовался метод множественной линейной регрессии. Оценка качества прогнозирования изменений индикаторов была сделана на основе скорректированного коэффициента детерминации. Показано, что отделение общефедеральной тенденции существенно повышает прогнозируемость региональных индикаторов. Более долгосрочный прогноз выполнялся при помощи метода Монте-Карло. Значения индикаторов в будущем предсказывались на основе полученных регрессионных формул с добавлением случайных величин, соответствующих среднеквадратической оценке погрешности регрессии. Результат расчетов представлен в виде процентильных оценок значений индикаторов. Для верификации данного метода был выполнен ретроспективный прогноз, показавший хорошее согласование с реальными данными. Результаты, представленные в данной работе, можно использовать в качестве основы для построения системы статистического прогнозирования динамики развития регионов Российской Федерации. В качестве ограничений метода следует отметить тенденцию к изменению предсказуемости значений индикаторов на различные годы, что приводит к неточности оценки возможного отклонения значений индикаторов от спрогнозированных значений. Метод, представленный в данной работе, позволяет прогнозировать только значения индикаторов, нормированные на показатель состояния экономики страны в целом. Предполагаемое развитие исследования связано с выявлением нелинейных взаимосвязей между индикаторами.

Ключевые слова: индикаторы экономической безопасности, взаимосвязь экономических индикаторов, множественная линейная регрессия, стохастическое прогнозирование, многомерный анализ, региональная экономика, экономическое прогнозирование, имитационное моделирование, факторы роста, региональное управление

Введение

Мировые кризисные явления затрагивают целые отрасли производства, что определяет необходимость комплексного исследования вопросов экономической безопасности. Прогнозирование и выявление на ранней стадии развития рискованных явлений и угроз позволяет заблаговременно разрабатывать и пре-

творять в жизнь комплексы мер по предотвращению и противодействию развития опасных явлений в экономике. Исследователи уделяют пристальное внимание созданию адекватных моделей на уровнях предприятия, региона или государства в целом.

Исследования на тему экономической безопасности региона можно условно разделить на две группы. К первой группе относятся работы, в которых определяется понятие экономического безопасности, выделяются основные проблемы и предлагаются пути их решения. Ко

¹ © Масленников Д. А., Митяков С. Н., Катаева Л. Ю., Федосеева Т. А. Текст. 2019.

второй группе — статьи, в которых решается задача экономической безопасности региона с математической точки зрения с учетом индикаторов экономической безопасности региона.

В монографии В.К. Сенчагова дается определение экономической безопасности страны. Это — «не только защищенность национальных интересов, но и готовность и способность институтов власти создавать механизмы реализации и защиты национальных интересов развития отечественной экономики, поддержания социально-политической стабильности общества» [1, с. 714]. По мнению Л.И. Абалкина, экономическая безопасность — это состояние экономической системы, которое способствует ее динамичному развитию, эффективному решению социальных задач, при котором государство имеет возможность проводить в жизнь независимую экономическую политику [2]. С.Ю. Глазьев трактует экономическую безопасность как состояние экономики и производительных сил общества, при котором обеспечивается самостоятельное стабильное социально-экономическое развитие страны [3]. В.А. Савин экономическую безопасность связывает с системой защиты жизненных интересов России [4].

Различные авторы по-разному трактуют и понятие «экономическая безопасность региона». В работе [5] экономическая безопасность региона связана с укреплением и сохранением его социально-экономического положения, возможностью отвечать на новые вызовы и, как следствие, стабильно развиваться. В статье [6] она трактуется как защищенность социального уровня населения, улучшение качества жизни, в результате чего достигается социальный мир. В работе [7] экономическая безопасность определяется как состояние экономики региона, обеспечивающее увеличение благосостояния и улучшение качества жизни населения посредством изменения регионального социально-экономического состояния. В статье [8] обеспечение экономической безопасности региона рассматривается как совокупность мер по охране экономических интересов от различного рода угроз, направленных на стабильное развитие экономики региона. В работе [9] предложено экономическую безопасность региона разделить на несколько сфер (научно-техническая, социальная, инвестиционная, демографическая и др.).

Приведенные определения дают возможность говорить о необходимости предметного рассмотрения понятийного аппарата вопросов экономической безопасности, аспектов мето-

дологии оценки состояния, перечня параметров, относимых к ключевым, концептуальных вопросов организации мониторинга экономической безопасности.

К вопросу о мониторинге экономической безопасности региона

Мониторингу экономической безопасности региона посвящено значительное число научных публикаций [10–16]. Под мониторингом экономической безопасности традиционно понимается «процесс непрерывного контроля устойчивого развития экономической системы, включающий сбор данных, отслеживающих динамику показателей экономической безопасности, выявления тенденций социально-экономического развития и прогнозирования угроз» [10, с. 679].

В монографии [10] приведен алгоритм мониторинга экономической безопасности региона, включающий следующие этапы:

- постановка задачи мониторинга, определение технических средств диагностики и требований к ним, выбор системы индикаторов и обоснование их пороговых значений;
- поиск информации, получение из исходных данных структурированной информации с использованием нейронных сетей, генетические алгоритмы, методы нечеткого поиска и последовательного перебора;
- преобразование исходных данных в реальные индикаторы экономической безопасности с учетом их размерности, формирование трехмерных массивов, первой переменной в которых является номер региона, второй — номер индикатора, третьей — время;
- обработка и преобразование информации, приведение индикаторов к безразмерному виду, ранжирование индикаторов по зонам риска, отображающим их удаленность от пороговых значений;
- агрегирование информации, нахождение интегральных индексов по каждой из составляющих системы экономической безопасности и обобщенного индекса экономической безопасности региона в целом;
- анализ закономерностей, обнаруженных в результате мониторинга, решение задачи прогнозирования.

В монографии [11] предложена индикативная система экономической безопасности региона, включающая 10 проекций: макроэкономическое развитие, промышленная безопасность, продовольственная безопасность, энергетическая безопасность, бюджетно-финансовая безопасность, кадровая безопас-

ность, инновационное развитие, социальное развитие, экономическое развитие, внешнеэкономическое развитие. Каждая из проекций содержит по три индикатора.

В работе [12] отмечены три основных подхода к выбору показателей экономической безопасности: на основе относительных показателей, на основе известных макроэкономических показателей, на основе так называемых показателей тревоги, возникающих при сравнении фактических и пороговых значений индикаторов.

В статье [13] анализируется проблема прогнозирования социально-экономического развития региона. В качестве объекта авторы принимают временные ряды социально-экономических показателей Омской области, взятые на сайте Росстата. Результатом исследования является модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего, которая определяет динамику индикаторов экономической безопасности и может быть применена при прогнозировании социально-экономического развития региона.

Авторы работы [14] разработали метод оценки экономической безопасности субъекта Федерации (Республика Мордовия). Выделены следующие интегральные показатели: взаимозависимость развития уровня сельского хозяйства региона и загрязнения воздушного бассейна, степень влияния инвестиций в основной капитал на результативность экономики региона, общий уровень жизни и благосостояние населения, взаимозависимость уровня оплаты труда и безработицы. В качестве результативных показателей представлены индекс производства промышленной продукции, индекс физического объема инвестиций в основной капитал, доля населения с доходами ниже прожиточного минимума, коэффициент естественного прироста населения. Авторы исследования в качестве результата представляют количественную модель субъекта Федерации. В состав модели входит система из четырех уравнений, основанная на анализе связи интегральных и результативных показателей.

В работе [15] предложена методика приведения экономических показателей к безразмерному виду на основе сопоставления с пороговыми значениями. Модель содержит 20 индикаторов, сгруппированные по четырем направлениям: экономика, социальная сфера, инновации, экология. Данный подход позволяет выявлять зоны риска в регионах. Для сбора данных за длительный промежуток времени по всем регионам Российской Федерации

был разработан автоматизированный метод сбора данных [16].

Обзор зарубежных моделей региональной динамики

Среди зарубежных моделей отметим пространственную модель равновесного роста, авторами которой являются Глазер и Тобио [17]. В основе модели находится традиционная статистическая равновесная модель Розена — Роблака. Важной особенностью является включение регионально зависимой эластичности предложений на рынке жилья. Равновесная пространственная модель широко используется для оценки как качества жизни в регионе, так и благоприятности для ведения бизнеса в таких странах, как Китай [18–19], Германия [20], Россия [21], США [22–25]. Исходя из предположения, что пространственное равновесие сохраняется, вводится индикатор, отражающий изменение привлекательности социальной инфраструктуры и производительности труда [26, 27].

Состояние рынка недвижимости является важной составляющей экономики в целом. Так, Ричман [28] отмечает пассивную роль домохозяйств в модели, где используется выровненная по регионам эластичность предложения на рынке жилья. Также в работе [20] показывается, что эластичность предложения не является постоянной величиной и меняется как внутри региона, так и между регионами.

В последующих работах уже используется пространственное изменение эластичности, и эмпирически показано, что резкий рост спроса на рабочую силу сильнее влияет на цену жилья в тех местах, где эластичность спроса невысока и отмечается низкий прирост населения. Это и объясняет, почему в городах США с оттоком населения наблюдается более сильное влияние цен на жилье при меньшем оттоке населения [29]. Исследователи Крупка и Дональдсон [30] расширяют модель Розена — Роблака, вводят дополнительные условия равновесия рынка труда, связанные с рынком жилья. В работе показано, что наличие экологичной среды проживания делает рынок менее гибким, чем рынок территорий с меньшей экологичностью среды проживания.

Глазер и Тобио [20] вводят параметр инноваций в сфере жилищного строительства. Важным открытием стало то, что основным фактором роста в последние годы являлась продуманная социальная и жилищная политика, которая увеличила эластичность предложения на рынке жилья.

Д. Ричман и Ш. Ричман [31] использовали модель равновесного роста для оценки изменения спроса на экологичность среды проживания вне крупных городских агломераций в период 1990–2000 гг. Привлекательность среды проживания лежит в основе роста населения именно для территорий с более экологичными условиями. По мере капитализации условий проживания и их удорожания происходило снижение прироста населения. В экологичной среде проживания произошло ухудшение качества жизни предположительно из-за неблагоприятного влияния роста населения на качество жизни.

Ричман и Ванг [32] обнаружили, как отличия в экологичной среде проживания и городских агломерациях подкрепили рост дифференциации регионов после 2000-х гг. Однако несмотря на востребованность качественной социальной инфраструктуры, рост производительности труда происходил в регионах с большей экологичностью среды проживания. В то же время, именно наличие привлекательной социальной инфраструктуры в городских агломерациях лежит в основе прироста их населения.

Дэвидсон и Ричман [33] использовали платформу для проверки дифференциации роста городских агломераций в США в 1990–2000 гг. Важным фактором было соседство агломераций с промышленными объектами, позволяющее оценивать их негативное влияние на привлекательность проживания шахт и производственных комплексов. Другим важным фактором оказалась политика местных властей в виде расходов на дорожное строительство и образование, которые положительно влияли на производительность труда и привлекательность социальной инфраструктуры.

Модель прогнозирования индикаторов экономической безопасности

Целью настоящего исследования является выявление закономерностей экономических показателей регионов Российской Федерации на основе статистического анализа взаимного влияния индикаторов экономической безопасности. В качестве исходных данных для статистического анализа были использованы данные по 30 индикаторам за период с 1995 г. по 2015 г. по каждому региону Российской Федерации. В качестве базовой была использована система индикаторов экономической безопасности региона, приведенная в [11] (табл., столбцы 1, 2).

Как известно, на значения индикаторов влияют процессы различных масштабов: региональные, государственные и глобальные.

Исследование факторов, влияющих на экономику страны в целом, методами статистики затруднительно ввиду малого объема данных. При этом, рассмотрение каждого региона по отдельности позволяет существенно повысить достоверность обнаруживаемых закономерностей за счет увеличения объема статистической информации, подвергаемой анализу. Кроме того, в данной работе предполагается, что характер зависимости не зависит от номера года и номера региона.

С целью обработки собранных статистических данных на первом этапе формировался трехмерный массив вида $D_{i,r,j}$, где $j = y - y_0 + 1$, i — номер индикатора, y — номер года, y_0 — начальный год, r — номер региона.

В связи с частичным отсутствием данных по некоторым из регионов осуществлялась их реконструкция. Алгоритм реконструкции отсутствующего значения D_{i_0, r_0, j_0} был основан на построении множественной регрессии, где в качестве предикторных переменных использовались величины D_{i_0, \bar{r}, j_0} и $D_{\bar{i}, r_0, j_0}$, где черта над индексом означает взятие среднего по данному индексу при фиксированных значениях остальных индексов. Средние значения, которые вычислить невозможно ввиду отсутствия данных, заменяются величиной D_{i_0, \bar{r}, j_0} . Здесь наличие черточек над двумя индексами означает, что среднее сначала берется по одному индексу, а затем из них берется среднее по второму, при этом оставшийся индекс фиксирован. Среднее по всем годам $D_{i_0, r_0, \bar{j}}$ не использовались, так как это означало бы использование для реконструкции данных значений, полученных в будущем. Реконструированные данные использовались в качестве предикторных переменных при дальнейшем исследовании.

В данной работе рассматриваются факторы, влияющие на экономику регионов, тогда как общероссийские тенденции находятся за пределами области рассмотрения. В связи с этим для отделения региональных процессов и процессов более высокого уровня выполняется нормировка на среднее значение по всем индикаторам и регионам на данный год согласно следующей формуле

$$E_{i,r,j} = D_{i,r,j} \left[\frac{i_n r_n}{\sum_{i=1}^{i_n} \sum_{r=1}^{r_n} D_{i,r,j}} \right], \quad (1)$$

где i_n — число индикаторов, r_n — число регионов в модели.

Такое осреднение позволяет исключить влияние общих тенденций, приводящих к

Таблица

Список индикаторов экономической безопасности значение скорректированного R^2 линейной регрессии по зависимости каждого индикатора от всех за 5 лет и эффективность прогнозов по Нижегородский области

№	Индикатор	R^2 , %	R^2 (не-норм), %	2013 г.	2014 г. прогноз	2014 г. факт
1	ВРП на душу населения	89,86	25,63	0,959	0,983	0,966
2	Годовой темп инфляции	74,05	77,82	0,656	0,436	0,577
3	Уровень безработицы по методологии МОТ	64,69	40,65	1,302	1,255	1,294
4	Степень износа основных фондов промышлен- ник предприятий	44,86	28,05	1,157	1,184	1,262
5	Объем промышленного производства на душу населения	80,34	25,87	1,445	1,457	1,463
6	Доля импортных товаров в промышленном по- тенциале региона	25,83	19,85	1,636	1,792	1,658
7	Самообеспечение основными видами сельско- хозяйственных продуктов	82,89	32,56	1,476	1,450	1,508
8	Объем производства сельхозпродуктов на душу населения	75,80	29,42	1,117	1,111	1,130
9	Доля импортных товаров в продовольственном потенциале региона	16,31	9,21	1,247	1,294	1,318
10	Добыча топливно-энергетических полезных ис- копаемых на душу населения	34,79	9,06	0,011	0,021	0,009
11	Производство, передача и распределение энергоресурсов	67,08	13,63	1,197	1,175	1,215
12	Отношение выработки электроэнергии к ее потреблению	76,53	-0,91	0,718	0,681	0,829
13	Сальдо консолидированного бюджета региона, % к ВРП	65,08	53,92	1,033	0,935	1,072
14	Доля собственных средств, в доходах консоли- дированного бюджета	77,95	44,67	1,540	1,590	1,590
15	Отношение государственного долга к собствен- ным доходам	27,30	20,27	0,521	0,779	0,603
16	Прирост численности населения, %	58,10	40,14	0,928	0,941	0,935
17	Число студентов учреждений СПО и ВПО на 10000 населения	73,88	37,72	1,082	1,092	1,012
18	Число лиц, занятых НИР на 10000 занятого населения	86,57	6,39	1,779	1,703	1,804
19	Внутренние затраты на научные исследования и разработки	67,33	15,56	1,911	1,763	1,952
20	Интенсивность затрат на технологические инновации	40,13	23,92	1,536	1,375	1,630
21	Доля инновационной продукции промышленности	35,11	17,85	1,171	0,981	1,040
22	Отношение среднедушевых доходов к прожи- точному минимуму	88,08	44,90	1,391	1,299	1,387
23	Средства на здравоохранение, образование и социальную политику	80,36	56,28	0,836	0,717	0,788
24	Коэффициент фондов	93,38	51,66	0,872	0,876	0,909
25	Сброс загрязненных сточных вод	51,30	0,36	0,260	0,161	0,264
26	Выбросы загрязненных веществ в воздух от са- нитарных источников	79,61	8,94	0,675	0,590	0,659
27	Лесовосстановление	82,89	7,40	1,263	1,206	1,447
28	Иностранные инвестиции в основной капитал на душу населения	57,68	17,05	1,687	1,710	1,628
29	Объем экспорта на душу населения	39,49	30,25	1,408	1,236	1,062
30	Коэффициент конкурентоспособности	32,11	22,37	0,600	0,680	0,496

улучшению или ухудшению ситуации в масштабах всей страны в целом.

В работе предполагается, что характер влияния индикаторов не зависит от года. Для удобства дальнейших исследований исходные данные переносятся в двумерную структуру по формуле $(T_0)_{i, r+r_n(j-1)} = E_{i, r, j}$. Отсутствующие значения были обозначены как *NaN* (*Not a number*), при выполнении статистических алгоритмов *NaN* интерпретировалось как отсутствие данных. Для эффективного использования регрессии была введена матрица $(T'_0)_{i, r+r_n(j-1)}$, содержащая реконструированные данные вместо значений *NaN*.

На основе исходных данных были построены матрицы значений индикаторов за последние 5 лет по соотношениям

$$(T'_k)_{i, j} = (T'_0)_{i, j-r_n k}, (T_k)_{i, j} = (T_0)_{i, j-r_n k}, k = 1, \dots, 5. \quad (2)$$

Одной из ключевых составляющих обеспечения экономической безопасности является наиболее точный, по мере возможностей, прогноз ключевых тенденций, которые имеют количественные оценки в форме индикаторов. В данной работе предполагалось, что каждый индикатор может в большей или меньшей степени влиять на все индикаторы. В связи с этим, в основе регрессионной модели лежало предположение о зависимости годового изменения индикатора от значений индикаторов за последние пять лет. Для определения зависимостей были использована множественная линейная регрессия, которая применялась к каждому индикатору по отдельности. В качестве зависимой переменной была выбрана величина изменения индикатора с прошлого года $(T_0 - T_1)_{i_0, j}$. В качестве факторов модели взяты значения всех индикаторов за 5 предыдущих лет $(T'_k)_{i, j}$, $k = 1, \dots, 5$. Здесь i_0 — номер модели регрессии, соответствующий номеру анализируемого индикатора, j — номер наблюдения в регрессии, $(k-1)i_{\max} + i$ — номер переменной регрессии. Использование множественной регрессии в такой форме требует наличия данных по всем индикаторам для данного региона за последние 5 лет, что выполняется далеко не всегда, в связи с этим в качестве факторов были использованы реконструированные значения. Вносимая такой реконструкцией ошибка учитывается согласно методу регрессии. При этом реконструированные данные не использовались в качестве зависимой переменной, так как это привело бы к оценке качества прогноза по отсутствующим данным.

Построенные регрессионные модели можно использовать для прогнозирования изменения

индикаторов в будущем. В основе прогноза лежит использование метода Монте-Карло. Динамика изменения индикаторов в будущем рассматривается как случайный процесс. При расчете каждой его реализации применяются полученные регрессионные соотношения с добавлением случайной величины с нормальным распределением, дисперсия которой соответствует среднеквадратической ошибке регрессии. Индикаторы, значение которых становится ниже нуля, полагаются равными нулю. После этого выполняется нормировка по формуле (1). В результате выполнения данного алгоритма для каждого индикатора имеется набор значений по числу моделируемых реализаций в методе Монте-Карло. На их основе можно осуществлять процентильные оценки значений индикаторов в будущем.

Результаты моделирования и их анализ

В качестве оценки качества прогноза использовалось значение скорректированного R^2 . Среднее значение данной величины по всем индикаторам составило 62,31 %. Наибольшее p -значение регрессии $2,37 \times 10^{-5}$ получено для индикатора № 9. Для двух третей индикаторов p -значение не превосходит 10^{-100} , что свидетельствует о высокой статистической значимости прогнозов. Результаты оценки эффективности прогнозов приведены в таблице.

Значение скорректированного R^2 по каждому индикатору в отдельности приведено в третьем и четвертом столбцах. Значение в третьем столбце получено для описанного в статье алгоритма, а в четвертом — в случае неиспользования нормировки по формуле (1). В следующих столбцах таблицы представлены конкретные значения прогнозируемых показателей для Нижегородской области за 2014 г. в сопоставлении с фактическими значениями за 2013 и 2014 гг. Несмотря на то, что результаты прогнозов зачастую расходятся с фактическими данными, в целом этот подход позволяет спрогнозировать существенную часть изменения значений индикаторов. Как показывают данные таблицы, качество прогноза весьма существенно увеличивается в результате удаления общефедеральных тенденций из анализируемых данных.

Особый интерес представляет определение связи между индикаторами. На рисунке 1 показаны характеристики статистической значимости коэффициентов, соответствующие значению каждого из индикаторов за прошлый год при вычислении изменения абсолютной величины прироста индикатора.

По столбцам приводится номер индикатора, значения которого прогнозируются, по строкам — номер влияющего индикатора (предикторной переменной). Для удобства отображения информации значения в ячейках вычислялись по следующей формуле

$$V = \min(\text{round}(-\lg(P)); 9), \quad (3)$$

где V — значение в таблице, P — p -значение для переменной в регрессии на втором этапе, round — округление к ближайшему целому. Прочерк в таблице означает, что индикатор не оказывает существенного влияния.

Для определения общего эффекта влияния индикаторов в форме «каждый на каждый» была построена серия регрессий с выходной переменной $(T_0 - T_1)_{i_0, j}$. В качестве зависимых переменных взяты значения индикатора за 5 предыдущих лет $(T_k)_{i_1, j}$, $k = 1, \dots, 5$. Здесь (i_0, i_1) — пара чисел, определяющих номер модели регрессии, соответствующий номеру анализируемого индикатора, j — номер наблюдения регрессии, k — номер переменной регрессии.

На рисунке 2 показано значение скорректированного R^2 для данных регрессий в процентах. Отрицательные значения заменены нулями. Значение 1 означает, что влияние вероятно и его следует учитывать при прогнозе, но о достоверности речи не идет. Значение 2 со-

ответствует уровню значимости 0,005. Кроме того, при реальном прогнозе коэффициент регрессии при индикаторе может иметь малое значение ввиду опосредованного его влияния через другие индикаторы.

Особый интерес вызывает вопрос о прогнозируемости индикаторов в разные годы и в различных регионах. Для этого был выполнен корреляционный анализ, в рамках которого вычислялась корреляция между прогнозируемым и фактическим годовым изменением индикаторов. Большее значение корреляции соответствует более высокой прогнозируемости. На рисунке 3 показаны значения корреляции по годам. Имеет место цикличность изменения предсказуемости индикаторов, связанная с выборами Президента и депутатов Госдумы. Среднее значение корреляции по регионам составляет 75,3 % с выборочной дисперсией 21,68 %. Корреляция превосходит значение скорректированного R^2 в связи с тем, что последнее компенсирует увеличение точности прогноза за счет подбора коэффициентов регрессии по известным данным.

В связи с тем, что корреляция прогнозируемых и реальных значений зависит от номера года, регрессионная модель, основанная на общих данных, неточно определяет величину дисперсии. В связи с этим для кон-

		Номер индикатора																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
-1 ГОД	1	9	1		1		1	1	2	2	1	2	2	1			2				2	1	1		3	2	3	2	2		1	2
	2	6	9	3	1	6	1	7	1	1	4	5		3	3		9	4	3			1	9	5	1		1	2	2	2		
	3	1	1	9		1			3				2	1			1	1				1	1	2	4		1			2	1	
	4	1	2	1	9		1	2	3	1			2			1	1	4	2	1	1		4	2	1	2	1				2	
	5		1	1		9	1	1		1	2				1	1		1					1	2	2		1		1	2	2	
	6	2	3			1	9	2					1		1	1	1	1	2	3		1		1	5		1	1			1	
	7		3	1			2	9	4	2			2	1	1			6				1	2	2		1	1	2	1			
	8	1	3	1		1		1	9	2		1	1	1		1		4			1	1	1	5		2	2		1		2	
	9	9		1	3	4	1	3	6	1	1	1	2	1	1		3	7	1		1		8	9	1	2	9	2	1		1	
	10				1		1		1		9	1			1		2	1			1		1	2		1			1			
	11		2		1	1	1			1	1	9	1	3	3	1	1	2	1		1		3	1	1							
	12	1			1	2		2				9	2	4	1	5		1	2	1		1	1	1		2	7		1	2	1	
	13	1	1	4	1	2	1		1			1	2	9	1		2	1	1		3	2	2	5	2			1				
	14	3	4	3		3		2						9	1	2				1		3			2	4	2		2			
	15		3	2	2			1	1	1	1			1	1	7		1	2	2	1	2	1	1				4	1		3	
	16			3	1	1	2		1	2		1	3			1	9	1	1			1				1	2	1		1		
	17	4	3	2		2		1	1		2		1	1		1	2	9	2	2	2	1	6		4	1				1	1	
	18	2	1	1	1	1		1			1	1			2		1		9	1	2	2	1	1	2	1	2		1	1		
	19	1		5	1	2	2	1		2			3	1		1		5	9		5	3	5	1				1	1	1		
	20		1	1		2		1		1		1	1	1		2	1	1	3	3	9	3	1	1		1	2	1	1			
	21	1	1		2	1	4				1		1	1	2		2		3			9	1	2	1	4	2		1	3		
	22	1	3		2	1	1	9	8	6	6	6	1	3		2	1	4		1	1		9	9	7	3	1	2	1	3	2	
	23	4	1			2	2		3	1	1	1	3	1	1	1	3	3					9	5	3	3	2		5	2		
	24				1	1		8	5	1	1	2		2	9	3	6	6	1	2		2	6	9	9	1	8		2	1	1	
	25	8	1	2	1	2		1			1				1	1	2	3	4			2				1	9	1	1	2		
	26	8	1	3		5		1					1	3	2		1		3	1		1	4	4	2		9			2	1	
	27	1		3					1	1		1	1	1		1		2	1				1	1	2	6		9	2		1	
	28	3	1	9		1	7		1				1		4	1	2	2	3	1	1	1	3	2	1	1	2	2	9	1		
	29	1	1		1	1		1	1			1	2			1	1	2		1		2	2	1	1	5	2		9	2		
	30	9	1	2		4	5				2	1	4	1	1	3	4	6	1	1		1	3	9	2	1	2	1	3	2	6	

Рис. 1. Матрица p -значения влияния значений индикаторов прошлого года на текущие значения

		Номер индикатора																													
-1-5 ГОД		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1	12	4	10	4	3	1	4	4	1	2	10	19	2	11	2	8	3	5	16	1	1	24	4	24	3	9	1	3	1	3
	2	7	70	15	28	9	39	18	15	41	2	11	6	16	8	23	19	28	8	5	1		10	21	46			6	3	24	4
	3	3	1	34	8		6	5	7	3	1	12	7	10	11	1	6	8	7	8	1	1	14	8	15	3	2	2	1	2	9
	4	7	64	28	23	18	61	17	12	69	1	17	2	4	8	99	7	29	5	3	2	1	8	12	10		9	5	3	21	5
	5	2	3	3	2	3	12	2	3	10	1	6	13		14	1	4	2	3	8		1	19	4	23	1	3			1	2
	6	7	79	19	11	14	55	6	6	40		5	1	43	9	24	6	19	5	2			6	11	2		2	7	1	8	7
	7	7	73	36	17	20	58	15	11	62	2	14	2	6	12	99	7	20	3	2	1	1	5	9	10	1	7	6	3	25	3
	8	6	69	32	17	17	49	14	9	58	2	13	2	6	11	99	7	18	3	2	1	1	6	11	9		7	5	4	26	5
	9	6	77	19	13	13	46	7	6	50	1	5	1	46	9	27	9	20	6	2	1		5	11	2		3	9	2	9	9
	10	1	3	1	2	1	3	1	1	8					1	14	1	1	1	1			2	1				1		2	
	11	7	50	37	16	16	59	13	10	66		16	2	5	11	99	6	20	3	2	1		7	7	7		5	4	2	21	2
	12	3	3	3	2	3	1	1	1	1		5	3		1		1	1	5				25	4	53		1	1	1		
	13	4	16	7	7	2	16	7	7	16	2	4	7	99	4	2	8	5	4	3	1		28	35	21	1	6	2	1	3	2
	14	6	10	8	14	4	11	19	18	9	1	16	2	10	22	8	15	15	9	15			74	23	99	1	1	2	5	3	4
	15	5	44	30	15	9	7	5	5	7		4	1	27	10	33	7	19	6	2	1		5	5	2			8	2	20	4
	16	6	50	27	15	7	28	15	11	30	1	14	2	8	8	99	16	26	5	4		1	9	16	8	1	5	7	2	15	4
	17	9	68	36	18	17	66	15	12	75	1	16	2	2	11	99	8	29	5	4	1	1	7	9	10		7	7	2	20	4
	18	4	1	3	3	2	1	2	1	1		3	15		17	4	3	4	11	5		1	15	5	8	1	2		5	4	2
	19	5	4	2	7	3	1	10	7	1		12	4	1	19	7	9	10	9	4	1	1	5	3	16	2	1	2	1	3	3
	20	4		4		4	1	1	1	1		1	2		3	1				2	2	60	1	2			4	1			1
	21	1			1	1			1	1	1	1			1		1	1	1			39	3	1	1		1	1			1
	22	3	7	3	76			64	54		1	86	6	2	9	3	64	75	12	12	4	1	9	10	76	1	3	3	1	2	10
	23	5	11	6	51	2	12	37	39	14	3	35	6	5	10	13	37	38	9	5	2	1	10	13	27	1	3	4	1	7	4
	24	12	6	5	99	8	62	99	99	65	5	99	5		21	99	99	99	12	14	2		2	7	35	1	11	5	4	1	23
	25	1	2			1											1		1				1	7	3						1
	26	11		2	1	4	2	1	1	1			12	1	16		1	1	4	4			6	6	1	5	24	2	15		
	27	1	1	2	1		3	1		3	1		14	2	16	4	2	3	2	3	1	2	12	10	8	1	2	6	2	1	
	28	4	2	3	8	1	1	9	7	2	1	4	33		26	6	10	7	3	2		1	27	12	35		5	3	44		1
	29	1	4		7	5	22	2	4	21	2	4	2	11	8	1	4	4	2	2	1	1	12	11	10	1		4	1	18	5
	30	1	6	9	6	4	1	2	3	3		2		3	2	42	1	5	1	1			2	2	1		1		1	11	32

Рис. 2. Матрица скорректированного R2 влияния значений индикаторов за 5 последних лет на текущие значения

троля выполнен ретроспективный прогноз на 2014 и 2015 гг. Его целью было сопоставление прогнозируемых и фактических значений всех индикаторов во всех регионах. В основе использованного подхода было определение для каждого набора «индикатор — год — регион» доли реализаций процесса, попадающих на каждый процентильный интервал прогноза. Результаты такого анализа для всех индикаторов и регионов за 2014–2015 гг. представлены на рисунке 4. В центральные проценти́ли попадает большая часть фактических данных, что указывает на некоторую переоценку уровня дисперсии. Это связано со сложностью прогнозирования степени предсказуемости индикаторов.

Для демонстрации конкретных результатов расчетов показан ретроспективный прогноз изменения индикаторов в Нижегородской области на 2 года, согласно описанному в данной работе алгоритму по предыдущим 5 годам. На рис. 5а показана ожидаемая динамика индикатора № 5 (Объем промышленного производства на душу населения), а на рис 5б — индикатора № 8 (Объем производства сельхозпродуктов на душу населения). Маркеры в форме окружности показывают фактические данные, а сплошные линии с цифрами — процентильные оценки.

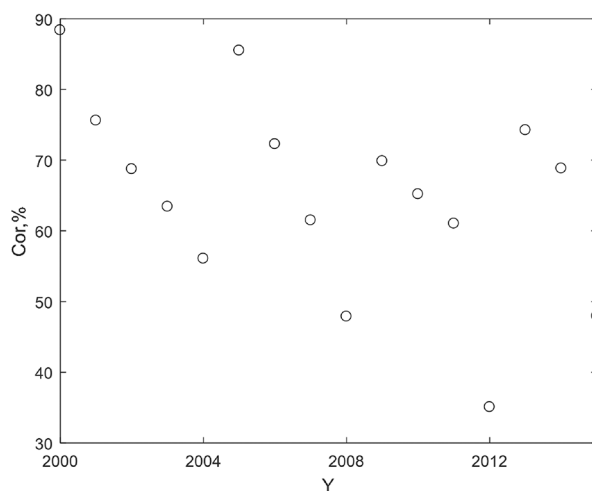


Рис. 3. Корреляция между фактическим и вычисленным изменением значений индикаторов на разные годы

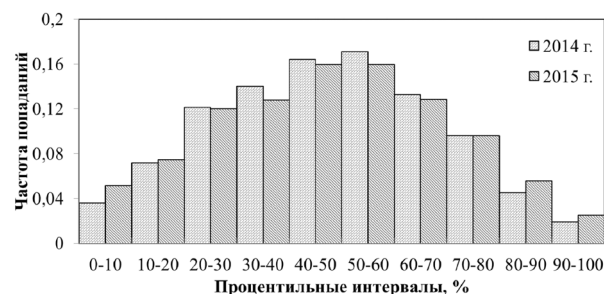


Рис. 4. Частота попаданий реальных данных в процентильные интервалы прогноза по ретроспективным данным за 2014–2015 гг.

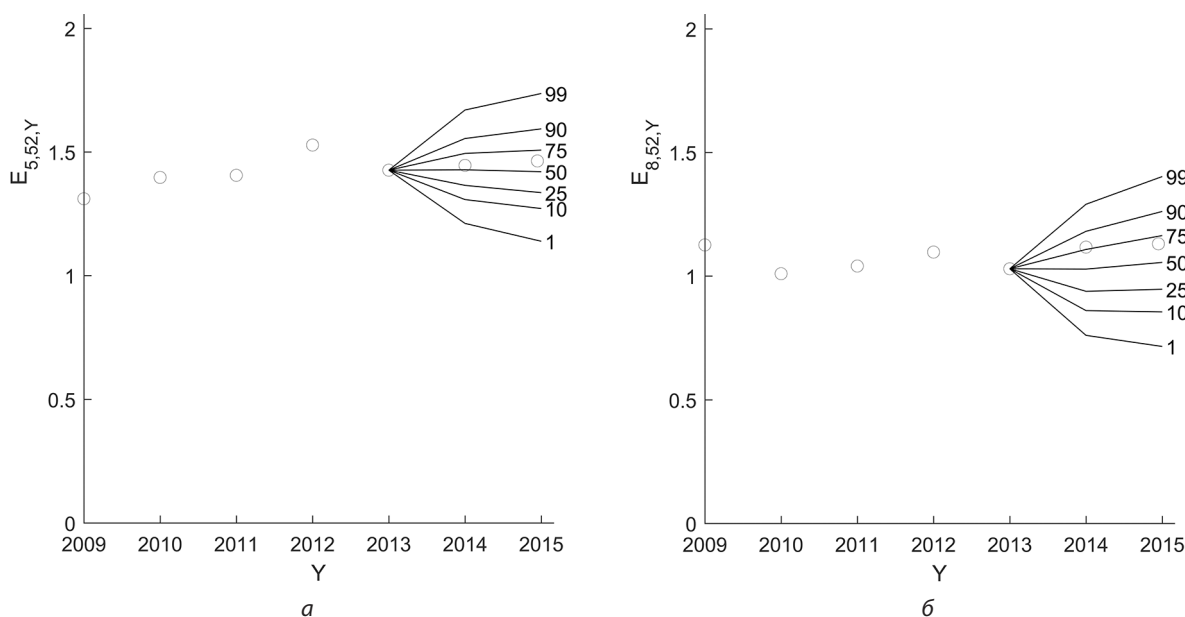


Рис. 5. Ретроспективный прогноз индикаторов на 2 года по Нижегородской области

Заключение

Описанный алгоритм статистического прогнозирования изменения индикаторов экономической безопасности можно использовать при краткосрочном однолетнем прогнозе. Корректность данного прогноза обусловлена использованием известного метода множественной линейной регрессии. При восстановлении отсутствующих данных были использованы только доступные значения на тот же год. Данный метод можно также использовать для прогнозирования вероятных изменений индикаторов экономической безопасности на более долгий срок. Однако ответ на вопрос, будет ли такое изменение представлять угрозу экономической безопасности регионов и Российской Федерации в целом, остается за рамками данной работы.

Как отмечено в работе [34], сложные процессы, протекающие в социально-экономических системах, обусловлены различными факторами, учет которых является важным для

обеспечения экономической безопасности. Подход, описанный в данной работе, позволяет математически выявлять тенденции, которые весьма сложно определить экспертным путем и повысить прогнозируемость динамики экономики регионов.

В качестве ограничений описанного в работе метода следует отметить тенденцию к изменению предсказуемости значений индикаторов на различные годы, что приводит к неточности оценки возможного отклонения значений индикаторов от спрогнозированных значений. Метод, представленный в работе, не позволяет прогнозировать улучшение или ухудшение состояния экономики страны в целом. Описанные ограничения становятся более значимыми по мере увеличения срока прогноза.

Дальнейшее развитие данного исследования может быть связано с выявлением нелинейных аспектов взаимосвязей между индикаторами.

Список источников

1. Сенчагов В. К. Экономика, финансы, цены. Эволюция, трансформация, безопасность. — М. : Анкил, 2010. — 1120 с.
2. Абалкин Л. И. Экономическая безопасность России. Угрозы и их отражение // Вопросы экономики. — 1994. — № 12. — С. 4–16.
3. Глазьев С. Ю. Основы обеспечения экономической безопасности страны — альтернативный реформационный курс // Российский экономический журнал. — 1997. — № 1. — С. 3–16.
4. Савин В. А. Некоторые аспекты экономической безопасности России // Международный бизнес России. — 1995. — № 9. — С. 14–16.
5. Бабкин А. В., Трысячный В. И. Стратегические направления совершенствования управления экономической безопасностью региона // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2009. — № 4(81). — С. 201–205. — (Экономические науки).

6. Хадисов М.-Р. Б. Методики оценки уровня экономической безопасности региона. Сравнительный анализ // Национальные интересы. Приоритеты и безопасность. — 2015. — № 33(318). — С. 31–44.
7. Карпов В. В. Государственные программы как инструмент оценки и обеспечения экономической безопасности региона. На примере Омской области // Вестник Томского государственного университета. — 2015. — № 4(32). — С. 240–253. — (Экономика).
8. Фридман Ю. А. Экономическая защищенность Кузбасса. Оценка и анализ // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2015. — № 2(108). — С. 133–141. — doi: 10.17223/19988648/32/17.
9. Яковлев А. Е., Соколова Г. Н. Особенности обеспечения экономической безопасности регионов // Дискуссия. — 2014. — № 2(43). — С. 59–62.
10. Urbi et orbi: в 4 т. — Т. 4. Институты современной экономики / Под ред. А. Е. Городецкого. — СПб. : Алетей, 2015. — 720 с.
11. Экономическая безопасность региона / Под ред. В. К. Сенчагова. — Н. Новгород : Растр-НН, 2014. — 299 с.
12. Круглов В. Н., Доценко Д. В. Совершенствование методики оценки экономической безопасности региона // Угрозы и безопасность. — 2009. — 15(48). — С. 85–92.
13. Логинов К. К., Лагздин А. Ю. Применение статистических пакетов в задаче прогнозирования индикаторов региональной экономической безопасности // Вестник СибАди. — 2016. — № 3(49). — С. 152–157.
14. Филеткин О. С. Разработка системы мониторинга экономической безопасности региона [Электронный ресурс]. URL: http://www.rusnauka.com/ONG/Economics/13_filetkin%20o.s..doc.htm (дата обращения 18.04.2018).
15. Митяков С. Н., Митяков Е. С., Романова Н. А. Экономическая безопасность регионов Приволжского федерального округа // Экономика региона. — 2013. — № 3(35). — С. 81–91.
16. Митяков Е. С., Митяков С. Н. Алгоритм импорта и первичной обработки данных при анализе экономической безопасности регионов России // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1–1. — С. 542.
17. Buettner T., Ebertz A. Quality of Life in the Regions: Results for German Counties. *Annals of Regional Science*. — 2009. — Vol. 43, iss. 1. — P. 89–112. — doi: 10.1007/s00168-007-0204-9.
18. Zheng S. Q. Real Estate Valuation and Cross-Boundary Air Pollution Externalities: Evidence from Chinese Cities // *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. 2014. — Vol. 48, iss. 3. — P. 398–414. — doi: 10.1007/s11146-013-9405-4.
19. Zheng S. Q. The Evolving Geography of China's Industrial Production: Implications for Pollution Dynamics and Urban Quality of Life // *Journal of Economic Surveys*. — 2014. — Vol. 28, iss. 4. — P. 709–724. — doi: 10.3386/w19624.
20. Glaeser E. L., Tobio K. The Rise of the Sunbelt // *Southern Economic Journal*. — 2008. — Vol. 74, iss. 3. — P. 610–643. — doi: 10.3386/w13071.
21. Berger M. C. Compensating Differentials in Emerging Labor and Housing Markets: Estimates of Quality of Life in Russian Cities // *Journal of Urban Economics*. — 2008. — Vol. 63. — P. 25–55. — doi: 10.1007/978-3-642-55203-8_4.
22. Roback J. Wages, Rents, and the Quality of Life // *Journal of Political Economy*. — 1982. — Vol. 90. — P. 1257–1278.
23. Blomquist G. New Estimates of the Quality of Life in Urban Areas // *American Economic Review*. — 1988. — Vol. 78. — P. 89–107.
24. Beeson P. E. Identifying Productivity and Amenity Effects in Interurban Wage Differentials. *Review of Economics and Statistics*. — 1989. — Vol. 71, iss. 3. — P. 443–452. — doi: 10.2307/1926901.
25. Gabriel S. A. Quality of the Business Environment versus Quality of Life: Do Firms and Households Like the Same Cities? // *Review of Economics and Statistics*. — 2004. — Vol. 86, iss. 1. — P. 438–444. — doi: 10.2139/ssrn.286814.
26. Gabriel S. A. Compensating Differentials and Evolution in the Quality-of-Life among U.S. states // *Regional Science and Urban Economics*. — 2003. — Vol. 33, iss. 5. — P. 619–649.
27. Rickman D. S. Lost in Space: Population Growth in the American Hinterlands and Small Cities // *Journal of Economic Geography*. — 2008. — Vol. 8. — P. 727–757. — doi: 10.1093/jeg/lbn038.
28. Rickman D. S. Assessing Regional Quality of Life: A Call for Action in Regional Science // *The Review of Regional Studies*. — 2014. — Vol. 44, iss. 1. — P. 1–12.
29. Glaeser E. L. Urban Decline and Durable Housing // *Journal of Political Economy*. — 2005. — Vol. 113, iss. 2. — P. 345–375. — doi: 10.3386/w8598.
30. Krupka D., Donaldson K. Wages, Rents and Heterogeneous Moving Costs // *Economic Inquiry*. — 2013. — Vol. 51, iss. 1. — P. 844–864.
31. Rickman D. S., Rickman S. D. Population Growth in High? Amenity Nonmetropolitan: What's the Prognosis? // *Journal of Regional Science*. — 2011. — Vol. 51, iss. 5. — P. 863–879. — doi: <https://doi.org/10.1007/s41130-018-0066-9>.
32. Rickman D. S., Wang H. U.S. Regional Population Growth 2000–2010: Natural Amenities or Urban Agglomeration? // Munich Personal RePEc Archive [Электронный ресурс]. URL: https://mpa.ub.uni-muenchen.de/61051/1/MPRA_paper_61051.pdf (дата обращения 18.04.2018).
33. Davidsson M., Rickman D. S. U.S. Micropolitan Growth: A Spatial Equilibrium Growth Analysis // *The Review of Regional Studies*. — 2011. — Vol. 41. — P. 179–203.
34. Формирование каркаса экономической безопасности в аспекте обеспечения устойчивого развития региона / Под науч. ред. члена-корреспондента РАН В. П. Чичканова, д-ра экон. наук А. А. Куклина. — Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2017. — 432 с. — doi: 10.17059/5922.

Информация об авторах

Масленников Дмитрий Александрович — кандидат физико-математических наук, доцент, Институт экономики и управления; Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева; Scopus Author ID: 57156730400; ORCID:0000-0002-7819-4007 (Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; e-mail: dmitrymaslennikov@mail.ru).

Митяков Сергей Николаевич — доктор экономических наук, директор Института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева (Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; e-mail: snmit@mail.ru; dmitrymaslennikov@mail.ru).

Катаева Лилия Юрьевна — доктор физико-математических наук, профессор, заведующая Лабораторией математического моделирования социально-экономических и экологических систем, Институт экономики и управления; Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева; Scopus Author ID: 15729380100; ORCID: 0000-0001-9217-9324 (Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; e-mail: kataeval2010@mail.ru).

Федосеева Татьяна Александровна — кандидат экономических наук, доцент, Институт экономики и управления; Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева; ORCID: 0000-0002-9262-8852 (Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; e-mail: fedoseeva-t@yandex.ru).

For citation: Maslennikov, D. A., Mityakov, S. N., Kataeva, L. Yu. & Fedoseeva, T. A. (2019). Identification of the Characteristics of the Regional Strategic Development Based on the Indicators' Statistical Analysis. *Ekonomika regiona* [Economy of region], 15(3), 707-719

D. A. Maslennikov, S. N. Mityakov, L. Yu. Kataeva, T. A. Fedoseeva

Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alekseev
(Nizhny Novgorod, Russian Federation; e-mail: kataeval2010@mail.ru)

Identification of the Characteristics of the Regional Strategic Development Based on the Indicators' Statistical Analysis

Forecasting of the economic indicators' dynamics is an important task that ensures the economic security of the Russian Federation regions. Statistical analysis reveals key linkages between the indicators, even if their nature is unknown. We aimed to develop and verify a method for identifying regional factors without taking into account federal trends towards the economic conditions' improvement or deterioration. We used regression analysis for assessing the changes in the corresponding indicators' values for the previous periods. We assumed that the nature of the indicators' impact for the previous years does not depend in a statistically meaningful way on a region and analysed year. For the short-term (one-year) forecast, we used the multiple linear regression method. Assessment of the quality of forecasting the indicators' changes was based on the adjusted determination coefficient. We showed that separation of federal trends increases the regional indicators' predictability. Further, we performed the long-term forecast using the Monte Carlo method. We predicted the indicators' values based on the obtained regression formula adding random variables corresponding to the regression's standard error. We presented the result of the calculations as percentile estimates of the indicators' values. Finally, we verified this method, using a retrospective forecast that has shown a good agreement with the real data. The study's results can be used as a basis for constructing a system of statistical forecasting of the development dynamics in the Russian regions. One of this method's limitations, particularly, is a tendency to changing the indicators' predictability for different years, which leads to an inaccuracy in assessing the possible deviation of the indicators' values. The presented method only predicts regional indicators normalized by condition of the state economy as whole. Future research will be focused on identifying the nonlinear relationships between the indicators.

Keywords: indicators of economic security, interrelation of economic indicators, multiple linear regression, stochastic forecasting, multidimensional analysis, regional economy, economic forecasting, simulation modelling, growth factors, regional management

References

1. Senchagov, V. K. (2010). *Ekonomika, finansy, tseny: evolyutsiya, transformatsiya, bezopasnost* [Economics, finance, prices: evolution, transformation, security]. M.: Ankil, 1120. (In Russ.)
2. Abalkin, L. I. (1994). Ekonomicheskaya bezopasnost Rossii: ugrozy i ikh otrazhenie [Economic Security of Russia: Threats and Their Reflection]. *Voprosy ekonomiki* [Russian Journal of Economics], 12, 4–13. (In Russ.)
3. Glazyev, S. Yu. (1997). Osnovy obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti strany — alternativnyy reformatsionnyy kurs [Framework for ensuring the economic security of the country — an alternative reformation course]. *Rossiyskiy ekonomicheskii zhurnal* [Russian Economic Journal], 1, 3–16. (In Russ.)
4. Savin, V. A. (1995). Nekotorye aspekty ekonomicheskoy bezopasnosti Rossii [Some aspects of Russian's economic security]. *Mezhdunarodnyy biznes Rossii* [International Business of Russia], 9, 14–16. (In Russ.)
5. Babkin, A. V. & Trysjachnyj, V. I. (2009). Strategicheskie napravleniya sovershenstvovaniya upravleniya ekonomicheskoy bezopasnostyu regiona [Strategic directions of perfection of management of economic safety of region]. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki* [St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics], 4(81), 201–205. (In Russ.)

6. Khadisov, M.-R. B. (2015). Metodiki otsenki urovnya ekonomicheskoy bezopasnosti regiona: sravnitelnyy analiz [Methods for assessing the level of the region's economic security: a comparative analysis]. *Natsionalnye interesy: priority i bezopasnost* [National interests: priorities and security], 33(318), 31–44. (In Russ.)
7. Karpov, V. V., Korableva A. A., Loginov K. K. & Breusova, A. G. (2015). Gosudarstvennye programmy kak instrument otsenki i obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti regiona (na primere Omskoy oblasti) [State programs as a tool for evaluating and ensuring a region's economic security: the case of the Omsk Region]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Tomsk State University Journal of Economics], 4(32), 240–253. DOI: 10.17223/19988648/32/17 (In Russ.)
8. Friedman, Yu. A., Rechko, G. N., Pimonov, A. G. & Pisarov, Yu. A. (2015). Ekonomicheskaya zashchishchennost Kuzbassa: otsenka i analiz [Kuzbass economic protection: assessment and analysis]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Vestnik of the Kuzbass State Technical University], 2(108), 133–141. (In Russ.)
9. Yakovlev, A. E. & Sokolova, G. N. (2014). Osobennosti obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti regionov [Peculiarities of regions' economic security]. *Diskussiya* [Discussion], 2(43), 59–62. (In Russ.)
10. Gorodetskiy, A. E. (Ed.) (2015). *Urbi et orbi: v 4 t. Tom 4. Instituty sovremennoy ekonomiki* [Urbi et orbi: in 4 vol. Volume 4. Institutes of modern economy]. SPb.: Aletya, 720. (In Russ.)
11. Senchagov, V. K. (Ed.) (2014). *Ekonomicheskaya bezopasnost regiona* [Economic security of the region]. N. Novgorod: Rastr-NN, 299. (In Russ.)
12. Kruglov, V. N. & Dotsenko, D. V. (2009). Sovershenstvovanie metodiki otsenki ekonomicheskoy bezopasnosti regiona [Perfection of method of estimation of economic safety of region]. *Natsionalnye interesy: priority i bezopasnost* [National Interests: Priorities and Security], 15(48), 85–92. (In Russ.)
13. Loginov, K. K. & Lagzdin, A. Yu. (2016). Primenenie statisticheskikh paketov v zadache prognozirovaniya indikatorov regionalnoy ekonomicheskoy bezopasnosti [Application of the statistical packages in the problem of forecasting of indicators of regional economic security]. *Vestnik SibADI* [The Russian Automobile and Highway Industry Journal], 3(49), 152–157. (In Russ.)
14. Filetkin, O. S. *Razrabotka sistemy monitoringa ekonomicheskoy bezopasnosti regiona* [Developing a system for monitoring the economic security of the region]. Retrieved from: http://www.rusnauka.com/ONG/Economics/13_filetkin%20o.s..doc.htm (In Russ.) (Date of access 18.04.2018).
15. Mityakov, S. N., Mityakov, E. S. & Romanova, N. A. (2013). Ekonomicheskaya bezopasnost regionov privolzhskogo federalnogo okruga. [The economic security of the Volga Federal District regions]. *Ekonomika regiona* [Economy of the region], 3(35), 81–91. (In Russ.)
16. Mityakov, E. S. & Mityakov, S. N. (2015). Algoritm importa i pervichnoy obrabotki dannykh pri analize ekonomicheskoy bezopasnosti regionov Rossii [Algorithm of import and primary data processing in the analysis of economic security of regions of Russia]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 1(1), 542. (In Russ.)
17. Buettner, T. & Ebertz, A. (2009). Quality of Life in the Regions: Results for German Counties. *Annals of Regional Science*, 43, 89–112. DOI: 10.1007/s00168–007–0204–9.
18. Zheng, S. Q., Cao, J., Kahn, M. E. & Cong, S. (2014). Real Estate Valuation and Cross-Boundary Air Pollution Externalities: Evidence from Chinese Cities. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 48(3), 398–414. DOI: 10.1007/s11146–013–9405–4.
19. Zheng, S., Cong, S., Qi, Y. & Matthew, E. K. (2014). The Evolving Geography of China's Industrial Production: Implications for Pollution Dynamics and Urban Quality of Life. *Journal of Economic Surveys*, 28(4), 709–724. DOI: 10.3386/w19624
20. Glaeser, E. L. & Tobio K. (2008). The Rise of the Sunbelt. *Southern Economic Journal*, 74(3), 610–643. DOI: 10.3386/w13071
21. Berger, M. C., Glenn, C., Blomquist, K. & Sabirianova, P. (2008). Compensating Differentials in Emerging Labor and Housing Markets: Estimates of Quality of Life in Russian Cities. *Journal of Urban Economics*, 63, 25–55. DOI: 10.1016/j.jue.2007.01.006
22. Roback, J. (1982). Wages, Rents, and the Quality of Life. *Journal of Political Economy*, 90, 1257–1278.
23. Blomquist, G., Berger, M. & Hoehn, J. (1988). New Estimates of the Quality of Life in Urban Areas. *American Economic Review*, 78, 89–107.
24. Beeson, P. E. & Randall, W. E. (1989). Identifying Productivity and Amenity Effects in Interurban Wage Differentials. *Review of Economics and Statistics*, 71(3), 443–452. DOI: 10.2307/1926901
25. Gabriel, S. A. & Stuart, S. R. (2004). Quality of the Business Environment versus Quality of Life: Do Firms and Households Like the Same Cities? *Review of Economics and Statistics*, 86(1), 438–444. DOI: 10.2139/ssrn.286814
26. Gabriel, S. A., Matthey, J. P. & Wascher, W. L. (2003). Compensating Differentials and Evolution in the Quality-of-Life among U.S. states. *Regional Science and Urban Economics*, 33(5), 619–649.
27. Partridge, M. D., Rickman, D. S., Ali, K. & Olfert, M. R. (2008). Lost in Space: Population Growth in the American Hinterlands and Small Cities. *Journal of Economic Geography*, 8, 727–757. DOI: 10.1093/jeg/lbn038.
28. Rickman, D. S. (2014). Assessing Regional Quality of Life: A Call for Action in Regional Science. *The Review of Regional Studies*, 44(1), 1–12.

29. Glaeser, E. L. & Gyourko, J. (2005). Urban Decline and Durable Housing. *Journal of Political Economy*, 113(2), 345–375. DOI: 10.3386/w8598.
30. Krupka, D. & Donaldson, K. (2013). Wages, Rents and Heterogeneous Moving Costs. *Economic Inquiry*, 51(1), 844–864.
31. Rickman D.S., Rickman S.D. (2011). Population Growth in High? Amenity Nonmetropolitan: What's the Prognosis? *Journal of Regional Science*, 51(5), 863–879.
32. Rickman, D. S. & Wang, H. (2015). *U.S. Regional Population Growth 2000–2010: Natural Amenities or Urban Agglomeration?* Oklahoma: Oklahoma State University, 35. Retrieved from: https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/61051/1/MPRA_paper_61051.pdf (Date of access: 18.04.2018)
33. Davidsson, M. & Rickman, D. S. (2011). U.S. Micropolitan Growth: A Spatial Equilibrium Growth Analysis. *The Review of Regional Studies*, 41, 179–203.
34. Kuklin, A. A. & Chichkanov, V. P. (Eds.) (2017). *Formirovanie karkasa ekonomicheskoy bezopasnosti v aspekte obespecheniya ustoychivogo razvitiya regiona. Monografiya [Shaping the framework of economic security in the aspect of ensuring sustainable development of the region. Monograph]*. Ekaterinburg: Institute of economics UB RAS Publ., 720. DOI: 10.17059/5922 (In Russ.)

Authors

Dmitry Aleksandrovich Maslennikov — PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Institute of Economics and Management; Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseev; Scopus Author ID: 57156730400; ORCID: 0000-0002-7819-4007 (24, Minina St., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation; e-mail: dmitrymaslennikov@mail.ru).

Sergey Nikolaevich Mityakov — Doctor of Economics, Head of the Institute of Economics and Management, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseev (24, Minina St., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation; e-mail: snmit@mail.ru).

Liliya Yurievna Kataeva — Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Head of the Laboratory for Mathematical Modeling of Socio-Economic and Ecological Systems, Institute of Economics and Management; Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseev; Scopus Author ID: 15729380100; ORCID: 0000-0001-9217-9324 (24, Minina St., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation; e-mail: kataeval2010@mail.ru).

Tatyana Aleksandrovna Fedoseeva — PhD in Economics, Associate Professor, Institute of Economics and Management; Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseev; ORCID: 0000-0002-9262-8852 (24, Minina St., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation; e-mail: fedoseeva-t@yandex.ru).