

период времени $\overline{t, t+1}$, вычисляемого согласно (1), будет минимальным (за счет минимизации всех издержек предприятия), т. е. для вектора $u^{(e)}$ должно выполняться следующее условие оптимальности:

$$\begin{aligned} \Phi_{t,t+1}(u^{(e)}(t)) &= \langle c(t), Q^{(p)}(t) \rangle_n + \\ &+ \langle z(t), H(t) \rangle_n + \langle u^{(e)}(t), Z^{(p,e)}(t) \rangle_n = \\ &= \min_{i \in I} \min_{u^{(i)}(t) \in U^{(i)}(t)} \{ \langle c(t), Q^{(p)}(t) \rangle_n + \\ &+ \langle z(t), H(t) \rangle_n + \langle u^{(i)}(t), Z^{(p,i)}(t) \rangle_n \} = \\ &= \langle c(t), Q^{(p)}(t) \rangle_n + \langle z(t), H(t) \rangle_n + \\ &+ \min_{i \in I} \min_{u^{(i)}(t) \in U^{(i)}(t)} \langle u^{(i)}(t), Z^{(p,i)}(t) \rangle_n \end{aligned} \quad (5)$$

при выполнении ограничений (2).

Отметим, что задача 1, описываемая экономико-математической моделью (1)–(5), есть задача линейного целочисленного программирования, решение которой может быть найдено, например, с помощью соответствующей модификации симплекс-метода для решения задач линейного целочисленного программирования или методами направленного перебора допустимых вариантов.

Полученные в данном исследовании результаты могут быть использованы для экономико-математического моделирования решения статической задачи оптимизации управления технологическими процессами для приобретения и хранения продукции на предприятиях СГМР и для разработки соответствующих компьютерных систем поддержки принятия эффективных управленческих решений.

Список источников

1. Федеральный закон от 29 декабря 1994 года №79-ФЗ «О государственном материальном резерве» (с последующими изменениями) // Российская газета. №11-12. 17 января 1995 г.
2. Федеральный закон от 28 декабря 2010 г. №405-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О государственном материальном резерве"» // Российская газета. Федеральный выпуск. №5376. 31 декабря 2010 г.
3. Татаркин А. И., Куклин А. А., Черепанова А. В. Социально-демографическая безопасность регионов России. Текущее состояние и проблемы диагностики // Экономика региона. 2008. №3. С. 153-161.
4. Никулина Н. Л. Экологические аспекты экономической безопасности // Экономика региона. 2007. №2(10). С. 283-286.
5. Исследование отраслевых и региональных проблем формирования энергетической безопасности / Мызин А. Л., Мезенцев П. Е., Пыхов П. А., Денисова О. А. // Экономика региона. 2008. №3. С. 81-89.
6. Земсков А. Е. Государственный материальный резерв в системе обеспечения экономической безопасности // Наука высшей школы — Санкт-Петербургу: сб. науч. ст. СПб.: Изд-во ИМЦ «НВШ-СПб.», 2006.
7. Лотов А. В. Введение в экономико-математическое моделирование. М.: Наука, 1984.
8. Пропой А. И. Элементы теории оптимальных дискретных процессов. М.: Наука, 1974.
9. Шорилов А. Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1977.
10. Шорилов А. Ф. Методология моделирования многоуровневых систем. Иерархия и динамика // Прикладная информатика. 2006. №1. С. 136-141.
11. Шорилов А. Ф., Виноградова Е. Ю. Динамическая оптимизация комплексного управления технологическими процессами на предприятии // Известия Урал. гос. экон. ун-та. 2007. №1(18). С. 254-266.

УДК 338.2

ключевые слова: государственный материальный резерв, экономическая безопасность региона, оптимизация управления, статическая экономико-математическая модель

Ю. М. Максимов, С. Н. Митяков, Е. С. Митяков

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

В статье предложена сбалансированная система показателей устойчивого развития региона, включающая экономические, экологические, социальные показатели, а также показатели инновационного развития. Проведен анализ динамики показателей устойчивого развития Нижегородского региона за период 2000–2009 гг. в сравнении с соответствующими по-

казателями, средними по России. На основании результатов анализа выявлены ключевые проблемы устойчивого развития региона.

Вопросам устойчивого развития и экономической безопасности регионов в последнее время уделяется значительное внимание в научной литературе [1-10]. В данной работе для анализа об-

щих тенденций развития региона используется концепция сбалансированной системы показателей (ССП) [11]. Она основана на одновременном рассмотрении нескольких направлений деятельности социально-экономической системы (проекций), существенных для ее устойчивого развития. В зависимости от целей исследования и типа социально-экономической системы число проекций и количество показателей в каждой проекции может меняться. Для анализа тенденций развития Нижегородской области была выбрана следующая система показателей.

Проекция «Экономика»: ВРП на душу населения (тыс. руб.); продукция промышленности на душу населения (тыс. руб.); продукция сельского хозяйства на душу населения (тыс. руб.); инвестиции в основной капитал (% к ВРП); уровень безработицы (%); уровень инфляции (%); объем внешнеторгового оборота на душу населения (долл. США); дефицит (профицит) бюджета (в % от ВРП).

Проекция «Инновации»: число лиц, занятых научными исследованиями и разработками на 100000 населения (чел.); внутренние затраты на научные исследования и разработки (% к ВРП); число созданных передовых производственных технологий на 100000 населения (ед.); удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации (%); затраты на технологические инновации (% к ВРП); объем отгруженной инновационной продукции (% к ВРП).

Проекция «Экология»: сброс загрязненных сточных вод на душу населения (тыс. м³); выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников на душу населения (т); лесовосстановление на душу населения (м²); инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды (% к ВРП).

Проекция «Социальная сфера»: суммарный коэффициент рождаемости (число детей на одну женщину) (чел.); ожидаемая продолжительность жизни при рождении (лет); коэффициент фондов (коэффициент дифференциации доходов) (раз); соотношение среднедушевых доходов с величиной прожиточного минимума, раз; площадь жилищ, приходящаяся в среднем на одного жителя (на конец года) (м²); расходы на социальные программы (% к ВРП); число зарегистрированных преступлений на 100000 населения (ед.).

Предложенная сбалансированная система показателей была апробирована в ходе анализа

устойчивого развития Нижегородского региона. Нижегородская область обладает большим промышленным потенциалом, выгодно расположена на пересечении крупных торговых и транспортных магистралей. Административный центр области — г. Нижний Новгород — является одновременно и центром Приволжского федерального округа. Область занимает территорию 76,6 тыс. км², ее численность населения составляет 3,4 млн чел. Область является одним из экономически развитых регионов РФ. На ее долю приходится около 2% суммарного валового регионального продукта регионов РФ. Трудовой потенциал составляет 2,5% занятого населения страны.

С использованием предложенной системы показателей были проанализированы некоторые аспекты устойчивого развития Нижегородской области. В таблице представлены зависимости от времени принятых к рассмотрению показателей по Нижегородской области в сравнении со средними показателями по России. Временной интервал анализа составил 10 лет (2000–2009 гг.).

Анализ динамики основных показателей развития региона выявил следующие тенденции.

1. Проекция «Экономика». Абсолютные значения ВРП на душу населения, как в Нижегородской области, так и России увеличились. При этом наблюдается отставание темпов роста ВРП на душу населения в Нижегородской области в среднем в 1,6 раза по сравнению с ВВП на душу населения в России. Динамика выпуска продукции промышленности на душу населения аналогична динамике предыдущего показателя. При этом если в начале временного лага наблюдается практическое совпадение этого показателя в Нижегородской области и в среднем по России, то начиная с 2005 г. выпуск промышленной продукции в Нижегородской области начинает расти опережающими по сравнению со средними по России темпами. Объемы сельскохозяйственного производства на душу населения на рассматриваемом интервале времени росли. Однако в Нижегородской области этот показатель примерно в 1,3 раза меньше, чем в среднем по России. В начале рассматриваемого периода времени по инвестициям в основной капитал Нижегородская область отставала от средних значений этого показателя по России. Однако начиная с 2004 г. величина инвестиций превысила среднее значение по России. Уровень безработицы в Нижегородской области менялся

Динамика индикаторов устойчивого развития России (серый фон) и Нижегородской области

Наименование показателя	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Проекция "Экономика"</i>										
ВРП на душу населения, тыс.руб	49,9	61,4	74,7	91,8	118,8	151,4	189,2	234,2	292,1	275,3
Продукция промышленности на душу населения, тыс.руб.	29,8	40,4	47,4	58,9	78,1	95,4	120,0	145,2	174,1	151,4
Продукция сельского хозяйства на душу населения, тыс.руб.	5,07	6,60	7,09	8,01	8,73	9,67	11,05	13,60	17,35	17,98
Инвестиции в основной капитал, % к ВРП	15,9	16,8	16,3	16,5	16,8	16,7	17,6	20,2	21,2	20,3
Уровень безработицы, %	10,2	8,6	7,3	8,3	8,3	7,6	6,9	6,2	5,8	8,4
Уровень инфляции, %	20,2	18,6	15,1	12,0	11,7	10,9	9,0	11,9	13,3	8,8
Объем внешнеторгового оборота на душу населения, долл. США	1025	1069	1160	1470	1955	2585	3290	4070	5381	3494
Дефицит (профицит) бюджета в % от ВРП	1,88	2,96	0,90	1,31	4,46	8,13	8,37	5,98	4,85	-6,27
<i>Проекция "Инновации"</i>										
Число лиц, занятых научными исследованиями и разработками на 100000 населения, чел	607	608	601	595	585	569	568	564	537	534
Внутренние затраты на научные исследования и разработки, % к ВРП	1,05	1,18	1,25	1,28	1,15	1,07	1,07	1,12	1,04	1,12
Число созданных передовых производственных технологий на 100000 населения, ед	0,47	0,44	0,50	0,57	0,47	0,45	0,52	0,55	0,60	0,63
Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, %	8,8	8,5	9,0	9,5	9,6	9,7	9,9	10,0	9,4	10,1
Затраты на технологические инновации, % к ВРП	0,85	0,77	0,87	0,92	0,86	0,66	0,79	0,70	0,74	0,71
Объем отгруженной инновационной продукции, % к ВРП	2,11	2,03	1,90	2,36	2,54	2,52	2,65	2,75	2,53	2,78
<i>Проекция "Экология"</i>										
Сброс загрязненных сточных вод на душу населения, куб. м	0,139	0,136	0,137	0,132	0,129	0,124	0,123	0,121	0,121	0,112
Выбросы загрязняющих веществ в воздух от стационарных источников на душу населения, т	0,129	0,131	0,134	0,137	0,143	0,143	0,145	0,145	0,142	0,134
Лесовосстановление на душу населения, кв. м	6,651	6,593	6,117	5,784	5,554	5,686	6,167	6,141	5,835	5,899
Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды, % к ВРП	0,306	0,310	0,233	0,267	0,241	0,272	0,253	0,231	0,247	0,210
<i>Проекция "Социальная сфера"</i>										
Суммарный коэффициент рождаемости (число детей на одну женщину), чел	1,19	1,22	1,29	1,32	1,31	1,29	1,30	1,41	1,49	1,55
Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет	65,34	65,23	64,95	64,85	65,27	65,30	66,60	67,51	67,88	68,50
Коэффициент фондов (коэффициент дифференциации доходов), в раз	13,9	14,0	14,0	14,5	15,2	15,2	16,0	16,8	16,8	16,7
Соотношение среднедушевых доходов с величиной прожиточного минимума, раз	1,89	2,04	2,18	2,45	2,70	2,69	2,98	3,28	3,25	3,28
Площадь жилищ, приходящаяся в среднем на одного жителя (на конец года), кв. м.	19,2	19,7	20,0	20,2	20,5	20,9	21,3	21,5	22,0	22,5
Расходы на социальные программы, % к ВРП	5,50	5,85	6,82	8,87	8,59	9,29	16,93	17,12	17,21	21,71
Число зарегистрированных преступлений на 100000 населения, ед.	2018	2038	1742	1911	2017	2489	2711	2523	2262	2111

в соответствии с изменениями по России, находясь в интервале 6–10%. Уровень инфляции на рассматриваемом интервале времени снижался, как по России в целом, так и по Нижегородской области. По объему внешнеторгового оборота на душу населения Нижегородская область отстает в среднем в 2,7 раза от среднероссийского показателя. Динамика дефицита и профицита бюджета показала большую сбалансированность

бюджета Нижегородской области, по сравнению с бюджетом России.

2. Проекция «Инновации». Число лиц, занятых научными исследованиями и разработками, на 100000 населения, в Нижегородской области практически не менялось в рассматриваемом интервале времени и превышало примерно в 2,4 раза соответствующий показатель в среднем по России. Внутренние затраты на научные исследо-

вания и разработки в % к ВРП также оставались почти неизменными в рассматриваемый период. При этом абсолютное значение данного показателя в Нижегородской области больше более чем в 4 раза, чем в среднем по России. Число созданных передовых технологий в Нижегородской области превышает среднероссийский уровень и имеет тенденцию к увеличению, хотя некоторые спады наблюдались в 2004 и 2007 гг. Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации в Нижегородской области, превышает значения этого показателя по России за рассматриваемый период в среднем в полтора раза. Затраты на технологические инновации в % к ВРП в рассматриваемый период времени не испытывали существенных изменений. При этом данный показатель в Нижегородской области превышал среднероссийские показатели почти в 2 раза. Объем отгруженной инновационной продукции в % к ВРП, несколько опережая среднероссийские значения, продемонстрировал резкие изменения на рассматриваемом интервале времени, связанные с неравномерностью выпуска инновационной продукции рядом системообразующих предприятий региона.

3. Проекция «Инновации». Сброс загрязненных сточных вод на душу населения демонстрирует тенденцию к снижению, как по России, так и по Нижегородской области. Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников на душу населения остаются достаточно стабильными. При этом данный показатель в Нижегородской области почти в три раза меньше, чем в среднем по России. Лесовосстановление на душу населения остается достаточно стабильным, хотя наблюдается тенденция к небольшому снижению. Также можно отметить, что в Нижегородской области лесовосстановление осуществляется в 2,5 раза меньше, чем в среднем по России. Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды (% к ВРП) снизились в 2009 г. по отношению к 2000 г. в Нижегородской области более чем в 4 раза (в среднем по России — в 1,45 раза).

4. Проекция «Социальная сфера». Суммарный коэффициент рождаемости имеет тенденцию к росту как в среднем по России, так и по Нижегородской области. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении после некоторого снижения до 2003 г. в среднем по России имеет тенденцию к росту и в 2009 г. составила 68,5 лет. В тоже время, снижение ожидаемой

продолжительности жизни в Нижегородской области продолжалось до 2005 г., после этого она тоже стала возрастать, но более медленными темпами. В 2009 г. ожидаемая продолжительность жизни в Нижегородской области была меньше, чем в среднем по России на 1,28 года. Наблюдается положительная негативная динамика роста коэффициента фондов (коэффициента дифференциации доходов) как в среднем по России, так и в Нижегородской области. Однако в Нижегородской области коэффициент дифференциации доходов ниже, чем в среднем по России. Наблюдается положительная тенденция роста соотношения среднедушевых доходов с величиной прожиточного минимума, хотя в Нижегородской области это соотношение меньше, чем в среднем по России в 1,2 раза. Тенденция роста площади жилищ, приходящейся в среднем на одного жителя наблюдается как в среднем по России, так и по Нижегородской области. Наблюдается тенденция роста расходов на социальные программы в % к ВРП, как в среднем по России, так и в Нижегородской области. Однако, эти расходы в Нижегородской области почти в 2 раза меньше, чем в среднем по России. После роста числа зарегистрированных преступлений на 100000 населения до 2005 г., их количество начало снижаться как в среднем по России, так и в Нижегородской области. Однако их число в Нижегородской области несколько больше, чем в среднем по России.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы, отражающие основные проблемы и перспективы развития региона. Экономическое развитие Нижегородской области в целом соответствует уровню средне-статистического развития страны. Однако учитывая высокий промышленный, научно-технический и инновационный потенциал региона, этот уровень нельзя считать удовлетворительным. Объемы ВРП на душу населения существенно отстают от средних значений по России. Недостаточно развиты внешнеторговые связи. К положительным факторам следует отнести рост инвестиций в основной капитал и достаточную сбалансированность областного бюджета.

В социальной сфере, несмотря на то что коэффициент фондов в Нижегородской области ниже, чем в среднем по России, данный показатель в регионе неуклонно растет, что свидетельствует о дальнейшем имущественном расслоении общества. Продолжительность жизни в регионе является одной из самых низких в ПФО

и более чем на год отстает от среднероссийских значений. Относительно высокий уровень преступности в области снижает привлекательность региона как места для жизни и отдыха. Расходы на социальные программы в Нижегородской области почти в 2 раза меньше, чем в среднем по России.

Большинство из показателей инновационного блока существенно превышает средние по стране значения. К таким показателям можно отнести удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, число лиц, занятых научными исследованиями, внутренние затраты на научные исследования и разработки, затраты на технологические инновации. Вместе с тем эти положительные факторы пока не привели к существенному росту объемов отгруженной инновационной продукции в регионе.

Кроме детального анализа каждого показателя ССП в ряде случаев целесообразно использовать индексный подход. Он позволяет исследовать основные тенденции устойчивого развития социально-экономической системы в целом, не вдаваясь в детали. Для вычисления индексов устойчивого развития региона по каждой проекции ССП использовалась следующая методика.

В общем случае можно выделить «затратные» и «эффектные» показатели. Рост первых

ведет к снижению, а рост вторых — к увеличению уровня устойчивого развития системы. Поскольку все показатели имеют различную размерность, производится отображение этих показателей на единую безразмерную шкалу, в качестве которой был выбран интервал $[0,1]$ с использованием нелинейного преобразования:

$$y = \begin{cases} \frac{a}{2^{\frac{a}{b}}} & \text{для "эффектного" показателя,} \\ 2^{-\frac{b}{a}} & \text{для "затратного" показателя,} \end{cases} \quad (1)$$

где b — значение измеряемого показателя; a — усредненное значение соответствующего показателя по группе аналогичных объектов за тот же период. В результате данного преобразования все показатели становятся «эффектными», что облегчает последующий анализ.

Затем по каждой из составляющих ССП вычисляются индексы, отражающие отдельные аспекты устойчивого развития социально-экономической системы как сумму соответствующих нормированных показателей с учетом их значимости:

$$\Psi_i = \sum_{j=1}^m s_j y_{ij}; \sum_{j=1}^m s_j = 1, \quad (2)$$

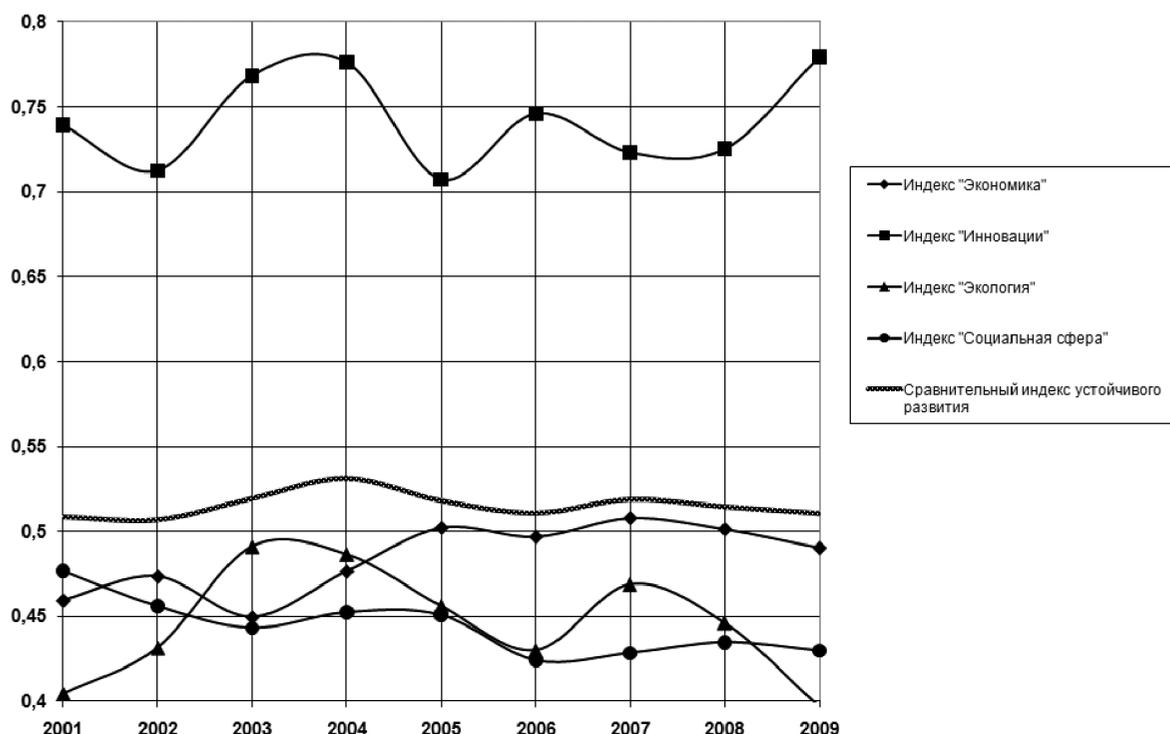


Рис. Индексы устойчивого развития Нижегородского региона, вычисленные в сравнении со среднероссийскими показателями

где y_{ij} — j -й показатель i -й проекции; s_j — рейтинг — j -го показателя; m — число показателей в составе данной составляющей устойчивого развития региона.

При этом целесообразно следующее ранжирование уровней устойчивости: от 0 до 0,2 — крайне низкий уровень; от 0,2 до 0,4 — низкий уровень; от 0,4 до 0,6 — средний уровень; от 0,6 до 0,8 — достаточно высокий уровень; от 0,8 до 1 — очень высокий уровень.

Анализ этих индексов дает возможность оценить степень устойчивого развития по каждой проекции ССП. Наконец, производится вычисление обобщенного индекса как суммы индексов всех составляющих ССП с учетом их значимости:

$$\Psi = \sum_{i=1}^l r_i \Psi_i; \sum_{i=1}^l r_i = 1, \quad (3)$$

где r_i — рейтинг — i -й составляющей инновационного потенциала региона, $l = 4$ — число составляющих устойчивого развития региона. Для обобщенного индекса можно применять такое же позиционирование.

На рисунке приведены индексы устойчивого развития Нижегородского региона за период 2001–2009 гг., вычисленные в сравнении со среднероссийскими показателями. Анализ рисунка показал, что значения индексов колеблются около некоторых средних значений. При этом если значения индексов по проекциям «Экономика», «Экология» и «Социальная сфера» в Нижегородской области хуже, чем в среднем по России, то значение индекса «Инновации» существенно превышает среднероссийский уровень. Обобщенный индекс устойчивого развития практически не изменился за девять лет и составляет около 0,52.

Приведенные в статье результаты можно использовать в качестве модели для исследова-

ния параметров устойчивого развития регионов России.

Список источников

1. Экономическая безопасность. Общий курс: учебник / Под ред. В. К. Сенчагова; 3-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 815 с.
2. Бернасовская Л. И., Викторов А. Д., Кормановская И. Р. Системный подход к прогнозированию устойчивого развития региона. Теория. Методология. Практика. М.: Издательство «Спутник+», 2010.
3. Митякова О. И. Проблемы устойчивого развития экономики России на основе инновационных преобразований / НГТУ им. Р. Е. Алексеева. Н. Новгород, 2009. 245 с.
4. Татаркин А. И., Куклин А. А., Черепанова А. В. Социально-демографическая безопасность регионов России. Текущее состояние и проблемы диагностики // Экономика региона. 2008. №3. С. 153-161.
5. Куклин А. А., Белик И. С. Влияние эколого-экономической безопасности на инвестиционную привлекательность региона // Экономика региона. 2009. №4. С. 155-158.
6. Куклин А. А., Мызин А. Л., Козицын А. А. Приемлемы ли «идеальные» модели экономики // Экономика региона. 2006. №1. С. 23-35.
7. Куклин А. А., Агарков Г. А. Оптимальное соотношение экономических и административных мер противодействия теневой экономике регионов // Экономика региона. 2007. №1. С. 9-21.
8. Шалмуев А. А. Теоретико-методологические основы устойчивого развития региона // Инновации. 2006. № 3(90). С. 28-32.
9. Щеулин А. С. Устойчивое инновационное региональное развитие как научно-прикладное направление // Устойчивое развитие. Наука и практика. 2004. № 2. С. 13-17.
10. Кушнарёва О. С., Мигунов Ю. Г. Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов // Проблемы современной экономики. № 3(23). [Электронный ресурс]. URL: www.m-economy.ru.
11. Каплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию; пер. с англ.; 2-е изд., испр. и доп. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. 320 с.

УДК 330.3

ключевые слова: устойчивое развитие, система показателей, экономика, экология, инновации, социальная сфера, мониторинг