

УДК 330.342; 504.06

Е. Ф. Шамаева

Моделирование устойчивости и неустойчивости регионального развития с учетом экологических и системно энергетических факторов (на примере субъектов РФ)

Центр проектирования устойчивого развития институтов гражданского общества Государственного университета управления, г. Дубна, Российская Федерация
e-mail: ef_shamaeva@guu.ru

Аннотация. В статье представлена постановка проблемы моделирования устойчивого развития на основе физического закона сохранения мощности и системно энергетической парадигмы. Методологической особенностью исследования является обращение к физическим законам и аналогиям, что при планировании перехода к устойчивому развитию позволяет преодолеть недостатки неустойчивых денежных измерителей. Если сопоставить потоку энергии денежный поток, то видно, что денежная единица в каждый конкретный момент обеспечена определённым количеством полезной энергии, воплощаемой в товары и услуги. Приведены результаты формализации экологических и системно энергетических факторов, на примере субъектов России проиллюстрированы некоторые расчёты по введенным. Расчёты выполнены на основе аналитики Научной школы им. П.Г.Кузнецова, представленной в ситуационном центре моделирования устойчивого социально-экономического развития Государственного университета управления.

Ключевые слова: устойчивое развитие, окружающая природная среда, физические законы, экологические и системно энергетические факторы, региональное развитие, устойчивость, неустойчивость.

Введение и постановка проблемы

Долгое время в сознании людей доминировали идеи о том, что благосостояние человечества может расти практически непрерывно, надо лишь продолжать совершенствовать технологии и увеличивать капитальные вложения. Окружающая среда представлялась как почти безграничная среда, которая предоставит столько ресурсов, сколько будет нужно, и выдержит любую антропогенную нагрузку. Это можно назвать концепцией бесконечного роста.

В 1987 году в докладе комиссии ООН под руководством Г.Брундтланд «Наше общее будущее» дано определение: устойчивое развитие – это удовлетворение потребностей настоящего времени, которое не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [5]. Были проведены международные саммиты ООН с участием десятков глав государств и приняты основополагающие документы в сфере устойчивого развития, например, «Декларация Конференции ООН по проблемам окружающей человека среды» [2], «Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию» [9] и др. А 1 января 2016 года официально вступили в силу 17 целей в

области устойчивого развития (ЦУР), изложенные в «Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [10].

Для управления переходом к устойчивому развитию необходимо иметь адекватные измерители, позволяющие эффективно контролировать достижение поставленных целей. Законы общественных наук не способны дать интегральное описание взаимодействия общества и природы. В управлении переходом к устойчивому развитию неизбежно обращение к физическим законам и аналогиям, демонстрирующим взаимосвязь общества и природы и адекватно описывающим это взаимодействие. Использование физических законов и аналогий имеет более чем 100-летнюю традицию, включая отечественного учёного XIX века С.А. Подолинского [8], Нобелевского лауреата Ф.Содди [14], П.Г. Кузнецова [4], Л.Ларуша [13], Б.Е. Большакова, О.Л. Кузнецова [3] и др.

Сегодня для эффективного управления переходом к устойчивому развитию особую актуальность приобретает поиск интегрального измерителя, который установит связь средств платежа с физическими ограничениями реальной экономики. Для установления этой связи используется закон сохранения мощности, в соответствии с которым социально-экономическая система описывается как обобщённая машина, которая получает из окружающей среды определённый поток энергии (N), с определённой эффективностью (φ) преобразует её в полезный продукт (P) и потери (G) (рис. 1).

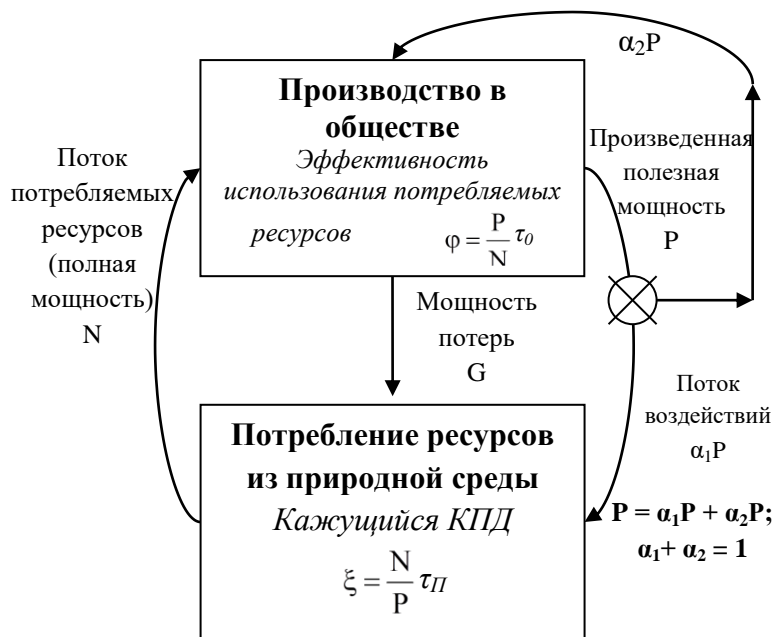


Рис. 1. Показатели закона сохранения мощности в проекции социально-экономических систем

Составлено автором

Формализация экологических и системно энергетических факторов

Величина находящейся в распоряжении общества мощности является мерой возможностей системы оказывать воздействие на окружающую среду. Потребность – это требуемые возможности (мощности) системы, которые в данное время отсутствуют, но которые необходимо иметь для сохранения

развития в будущем. Проблема – это разность между необходимыми и имеющимися мощностями системы.

Выделяют три группы возможностей системы (таблица 1):

1. Потенциальная возможность – определяется мерой полной мощности на входе в систему N . Полная мощность – суммарное потребление ресурсов за определённое время (год, месяц, сутки), выраженное в единицах мощности (единица измерения мощности в системе СИ – ватт (Вт) = Дж/сек).

2. Реальная возможность – имеет меру полезной (активной) мощности на выходе из системы P . Полезная мощность – это совокупный произведенный продукт за определённое время (год, месяц, сутки), выраженный в единицах мощности (Вт – ватт).

3. Упущенная возможность – имеет меру потерь (пассивной) мощности на выходе из системы G . Мощность потерь – разность между полной мощностью и полезной мощностью системы, выраженная в единицах мощности (Вт – ватт).

Таблица 1

Базовые параметры состояния социально-экономической системы

Базовые понятия		Показатель	Обозначение	Формула
Возможность	Потенциальная	Суммарное потребление природных ресурсов	$N(t)$	$N(t) = \sum_j^k \sum_{i=1}^3 N_{ij}(t),$ $N_{j1}(t), N_{j2}(t) \dots N_{j3}(t)$ - суммарное потребление j -го объекта i -го ресурса
	Реальная (технологическая)	Совокупный произведенный продукт	$P(t)$	$P(t) = \sum_{i=1}^{n=3} N_i(t) \cdot \eta_i(t),$ η_i – обобщенный коэффициент совершенства технологий (КСТ) в i -м выделенном процессе.
	Упущенная	Мощность потерь или потери мощности	$G(t)$	$G(t) = N(t) - P(t)$
Потребность	Потенциальная	Суммарное потребление природных ресурсов	$N(t+\tau_0 + \tau_{II})$	$N(t+\tau_0 + \tau_{II}) = P(t+\tau_0) \cdot (\varepsilon(t) \cdot \eta(t))^{-1}$
	Реальная	Совокупный произведенный продукт	$P(t+\tau_0)$	$P(t+\tau_0) = N(t) \cdot \varepsilon(t) \cdot \eta(t)$

Составлено автором

Моделирование устойчивости регионального развития на примерах

Представим некоторые расчёты по введенным параметрам (рис. 2).

Расчёты выполнены на основе статистических данных Мирового банка, также использовались данные Научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова, представленные в ситуационном центре моделирования

устойчивого социально-экономического развития Государственного университета управления [15]:

- Суммарное потребление природных ресурсов по субъекта РФ (2010 – 2020 гг.);
- Совокупный уровень жизни населения по субъекта РФ (2010 – 2020 гг.);
- Качество природной среды по субъекта РФ (2010 – 2020 гг.).

Таблица 2

Суммарное потребление природных ресурсов по субъекта РФ (2010 – 2020 гг., единицы измерения – ГВт), выборка

№	Субъект РФ	2010 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение (2010 - 2020 гг.)
1	Брянская область	4,23	4,77	4,75	4,88	4,91	4,63
2	Владимирская область	6,58	6,51	6,45	6,81	6,81	6,58
3	Ивановская область	3,26	3,09	3,13	3,23	3,25	3,19
4	Калужская область	5,38	6,72	6,95	7,04	7,06	6,37
5	Костромская область	2,93	2,69	2,67	2,69	2,69	2,84
6	Московская область	52,50	59,75	59,91	63,44	63,97	56,73
7	Орловская область	3,04	3,24	3,22	3,28	3,31	3,29
8	Рязанская область	5,31	5,75	5,65	5,62	5,66	5,67
9	Смоленская область	4,66	4,70	4,66	4,61	4,66	4,68
10	Тверская область	6,45	6,35	6,58	6,35	6,36	6,36
11	Тульская область	7,20	8,66	8,97	8,71	8,78	8,16
12	Ярославская область	7,01	7,79	7,87	7,75	7,79	7,60
13	г. Москва	221,31	216,04	226,86	226,83	228,58	221,92
14	г. Санкт-Петербург	4,23	57,49	59,41	60,80	61,18	53,96

Составлено автором

Таблица 3

Совокупный уровень жизни населения по субъекта РФ (2010 – 2020 гг., единицы измерения – кВт/чел.), выборка

№	Субъект РФ	2010 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение (2010 - 2020 гг.)
1	Брянская область	4,83	5,58	5,62	5,64	5,10	5,45
2	Владимирская область	8,47	8,79	8,63	9,20	8,40	8,78

3	Ивановская область	4,18	4,12	4,05	4,13	3,82	4,10
4	Калужская область	6,89	9,24	9,89	9,59	9,18	8,49
5	Костромская область	3,80	3,54	3,47	3,44	3,25	3,69
6	Московская область	73,51	78,34	79,24	83,34	77,02	74,50
7	Орловская область	3,27	3,73	3,72	3,51	3,45	3,72
8	Рязанская область	6,52	7,17	6,95	7,07	6,44	6,93
9	Смоленская область	6,65	6,52	6,34	5,99	5,74	6,44
10	Тверская область	8,34	8,64	9,00	8,53	7,92	8,51
11	Тульская область	9,83	11,52	11,90	11,74	11,20	10,99
12	Ярославская область	8,39	9,78	10,06	9,56	8,97	9,65
13	г. Москва	281,30	265,62	279,16	279,45	257,93	272,91
14	г. Санкт-Петербург	63,58	73,35	74,98	77,04	70,28	68,98

Составлено автором

По данным 2020 года по совокупному уровню жизни (отражает распределение экономических благ), лидирует г. Москва (257,93 кВт/чел), среднее значение (за 2010 – 2020 гг.) варьируется от 0,65 кВт/чел (Республика Ингушетия) до 272,91 кВт/чел (г. Москва).

Таблица 4

Качество природной среды по субъектам РФ (2010 – 2020 гг., безр. ед.), выборка

№	Субъект РФ	2011 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение (2010 – 2020 гг.)
1	Брянская область	0,99	0,98	1,01	0,97	0,97	0,98
2	Владимирская область	1,00	1,02	1,01	0,95	0,98	1,00
3	Ивановская область	1,00	1,03	0,98	0,96	0,98	1,00
4	Калужская область	0,93	0,94	0,98	0,98	0,99	0,98
5	Костромская область	0,98	1,01	1,00	0,99	0,99	1,01
6	Московская область	0,98	1,03	1,00	0,94	0,97	0,98
7	Орловская область	0,95	1,04	1,01	0,97	0,99	0,99
8	Рязанская	0,97	0,98	1,01	1,01	0,97	0,99

	область						
9	Смоленская область	0,99	0,96	1,00	1,00	0,98	1,00
10	Тверская область	1,00	1,00	0,97	1,03	0,98	1,00
11	Тульская область	0,98	0,98	0,96	1,03	0,98	0,98
12	Ярославская область	0,98	0,98	0,99	1,01	0,98	0,99
13	г. Москва	0,97	0,96	0,95	1,00	0,97	1,00
14	г. Санкт-Петербург	0,94	1,01	0,97	0,98	0,97	0,97

Составлено автором

Показатель качества природной среды (отражает динамику антропогенной нагрузки), показывает нестабильность динамики из года в год, в том числе по разным субъектам (рисунок 2) и требует дополнительных исследований.

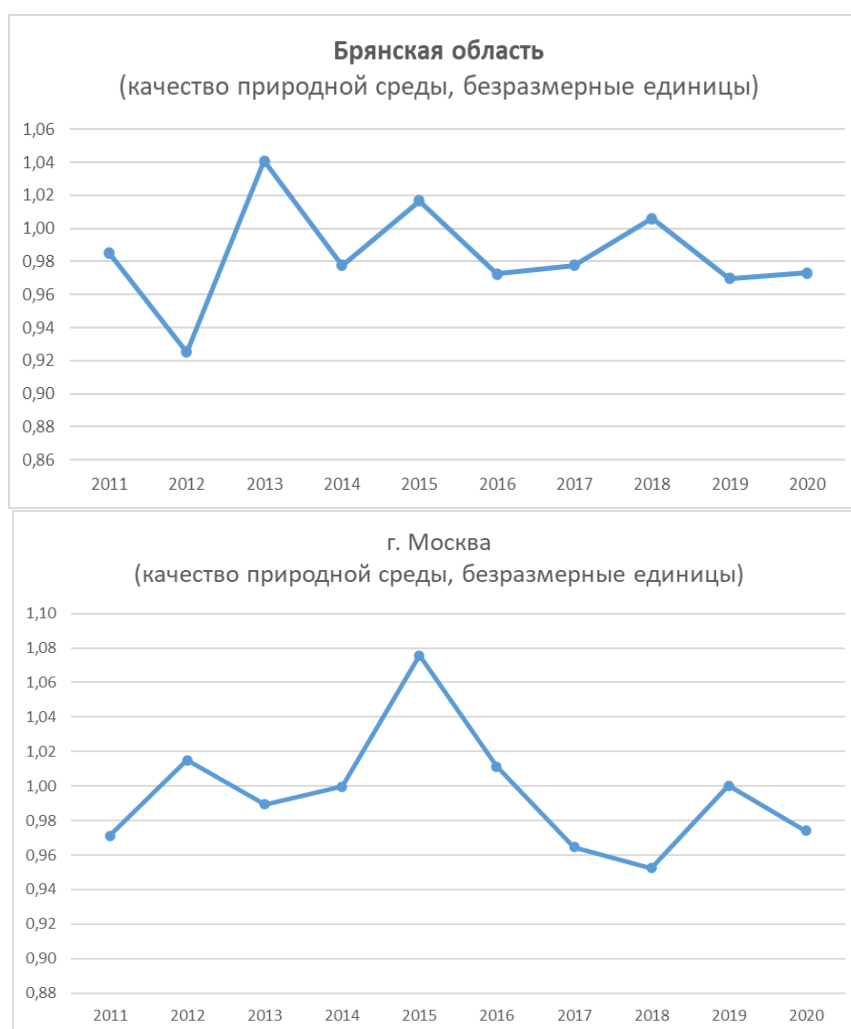


Рис. 2. Динамика показателя «качество природной среды» (динамика на примере выборки субъектов РФ)

Составлено автором

Системную оценку экологической устойчивости можно получить с помощью следующей последовательности данных (табл. 5) [16].

Таблица 5

Формулы для расчета антропогенной нагрузки в регионе

№ п/п	Наименование параметра	Формула	Единицы измерения
1.	Плотность полной мощности	$\rho_N(t) = \frac{N(t)}{S}$	кВт/ км ²
2.	Плотность полезной мощности	$\rho_P(t) = \frac{P(t)}{S}$	кВт/ км ²
3.	Плотность потери мощности	$\rho_G(t) = \frac{G(t)}{S}$	кВт/ км ²
4.	Неустойчивость биосферы	$BN(t) = \frac{\rho_N(t)}{D_{SD}}$	Безразмерные единицы

Составлено по [16]

Антропогенный предел, выраженный через допустимую плотность мощности антропогенной нагрузки, принимается как среднее значение, даваемое биосферной и ресурсной моделями, и составляет [16]: $D_{SD} = 70$ кВт/км² (константа А.П. Федотова).

Плотность полной мощности или антропогенной нагрузки - определяется отношением годового суммарного энергопотребления к площади территории с единицей измерения киловатт на квадратный километр. Тогда неустойчивость биосферы – есть отношение плотности полной мощности (антропогенной нагрузки) к константе А.П. Федотова, равной 70 кВт/км² [16].

Выводы

Обеспечение устойчивости развития России предполагает разработку соответствующей стратегии, мероприятия которой будут учитывать национальные особенности, а в научном и методологическом плане будут опираться на грамотное использование не столько денежных, сколько физических, системно энергетических факторов устойчивости регионального развития.

Если сопоставить потоку энергии денежный поток, то видно, что денежная единица в каждый конкретный момент обеспечена определённым количеством полезной энергии, воплощаемой в товары и услуги [3, 4, 8, 11, 12]. Так становится возможным управлять социальными и экономическими системами на основе устойчивой физической меры, не зависящей предпочтений отдельных лиц или коллективных субъектов.

Обращение к физическим законам и аналогиям при планировании перехода к устойчивому развитию позволяет преодолеть недостатки неустойчивых денежных измерителей. Такой опыт был воплощён Научной школой устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова при научно-методической поддержке разработки Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 года [6].

Литература

1. Бушуев В., Исаин Н. Насколько закономерны цены на нефть? // Нефть России. Декабрь, 2012.
2. Декларация Конференции ООН по проблемам окружающей человека среды. Стокгольм, 1972. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml.
3. Кузнецов О. Л., Большаков Б. Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа-общество-человек: Учебник. Санкт-Петербург – Москва – Дубна: Гуманистика, 2001. 616 с.
4. Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов в 3-х томах. М.: РАЕН, 2015. 560 с.: ил.
5. Наше общее будущее. Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития (МКОСР). 1987. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>.
6. О Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы. Указ Президента Республики Казахстан от 14 ноября 2006 года № 216. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://adilet.zan.kz/rus/docs/U060000216_#z22.
7. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. ООН 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1>.
8. Подолинский С.А. Труд человека и его отношение к распределению энергии. Издание 2-е / Серия «Мыслители Отечества». М.: Белые Альвы, 2005. 160 с.
9. Рио-де-Жанейрская декларация ООН по окружающей среде и развитию. ООН, Рио-де-Жанейро, 1992. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml.
10. Цели в области устойчивого развития. ООН, 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>.
11. Шамаева Е. Ф. Капков Р. Ю., Сурскова Е. С. Моделирование эколого-экономической ситуации в регионе на примере Федеральных округов России // Геоинформатика. 2021. № 4. С. 57-68.
12. Шамаева Е. Ф. О методических подходах к моделированию качества жизни // Уровень жизни населения регионов России. 2021. Т. 17. № 1. С. 87-101.
13. LaRouche, L.H., Jr. So, you wish to learn all about economics? A Text on Elementary Mathematical Economics. New Benjamin Franklin House New York, 1984.
14. Soddy, F. Wealth, Virtual Wealth and Debt the Solution of the Economic Paradox; Omni: Seattle, WA, USA, 1930.
15. Ситуационный центр модерирования устойчивого социально-экономического развития. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://guu.nbics.net/ru/Situacionnyj-centr11>.
16. Федотов А.П. Глобалистика: начала науки о современном мире. М.: Аспект Пресс, 2002, 224 с.

Ye. F. Shamaeva

Modeling the sustainability and instability of regional development, taking into account environmental and systemic energy factors (on the example of the Russian Federation subjects)

Institute for African Studies of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
e-mail: vanszax@yandex.ru

Abstract. *The article presents the formulation of the problem of modeling sustainable development on the basis of the physical law of power conservation and the systemically energy paradigm. The methodological feature of the study is the appeal to physical laws and analogies that when planning the transition to sustainable development, it allows you to overcome the shortcomings of unstable money meters. If you compare the flow of energy with the cash flow, you can see that the monetary unit at each particular moment is provided with a certain amount of useful energy, embodied in goods and services. So it becomes possible to manage social and economic systems on the basis of a sustainable physical measure that does not depend on the preferences of individuals or collective entities, that is, to model sustainability. The results of formalization of environmental and systemic energy factors are given, on the example of the subjects of Russia, some calculations on the introduced parameters (total natural consumption, loss capacity, cumulative standard of living of the population, quality of the natural environment) are illustrated. The calculations were made on the basis of statistical data of the World Bank, as well as analysts of the Scientific School named after P.G. Kuznetsov, presented in the situation center for modeling sustainable socio-economic development of the State University of Management.*

Keywords: *sustainable development, natural environment, physical laws, environmental and systemically energy factors, regional development, sustainability, instability.*

References

1. Bushuev V., Isain N. Naskol`ko zakonomerny` ceny` na neft`? // Neft` Rossii. Dekabr`, 2012 (in Russian).
2. Deklaraciya Konferencii OON po problemam okruzhayushhej cheloveka srede`. Stokgol`m, 1972g. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml (in Russian)
3. Kuznecov O. L., Bol`shakov B. E. Ustojchivoe razvitie: Nauchny`e osnovy` proektirovaniya v sisteme priroda-obshhestvo-chelovek: Uchebnik. Sankt-Peterburg – Moskva – Dubna: Gumanistika, 2001. 616 s. (in Russian)
4. Kuznecov P.G. Nauka razvitiya Zhizni: sbornik trudov v 3-x tomah. M.: RAEN, 2015. 560 s. (in Russian)
5. Nashe obshhee budushhee. Doklad Vsemirnoj komissii po voprosam okruzhayushhej srede` i razvitiya (MKOSR). 1987. URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (in Russian)

6. Konceptii perexoda Respubliki Kazaxstan k ustojchivomu razvitiyu na 2007-2024 gody`. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazaxstan ot 14 noyabrya 2006 goda № 216. Informacionno-pravovaya sistema normativny`x pravovy`x aktov Respubliki Kazaxstan. URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/U060000216_#z22 (in Russian)
7. Povestka dnya v oblasti ustojchivogo razvitiya na period do 2030 goda. OON 2015. URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1> (in Russian)
8. Podolinskij S. A. Trud cheloveka i ego otnoshenie k raspredeleniyu e`nergii. Izdanie 2-e / Seriya «My`sliteli Otechestva». M.: Bely`e Al`vy`, 2005. 160 s. (in Russian)
9. Rio-de-Zhanejrskaya deklaraciya OON po okruzhayushhej srede i razvitiyu. OON, Rio-de-Zhanejro, 1992. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml (in Russian)
10. Celi v oblasti ustojchivogo razvitiya. OON, 2015. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (in Russian)
11. Shamaeva E. F. Kapkov R. Yu., Surskova E. S. Modelirovanie e`kologo-e`konomicheskoy situacii v regione na primere Federal`ny`x okrugov Rossii // Geoinformatika. 2021. № 4. S. 57-68 (in Russian)
12. Shamaeva E. F. O metodicheskix podxodax k modelirovaniyu kachestva zhizni//Uroven` zhizni naseleniya regionov Rossii. 2021. T. 17. № 1. S. 87-101 (in Russian)
13. LaRouche, L. H., Jr. So, you wish to learn all about economics? A Text on Elementary Mathematical Economics. New Benjamin Franklin House New York, 1984 (in English)
14. Soddy, F. Wealth, Virtual Wealth and Debt the Solution of the Economic Paradox; Omni: Seattle, WA, USA, 1930 (in English)
15. Situacionny`j centr moderirovaniya ustojchivogo social`no-e`konomicheskogo razvitiya. URL: <https://guu.nbics.net/ru/Situacionnyj-centr11>. (in Russian)
16. Fedotov A.P. Globalistika: nachala nauki o sovremennom mire. M.: Aspekt Press, 2002, 224 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 27.11.2022 г.