

Управление социально-экономическими системами

УДК 519.86 + 502.3:711

DOI: 10.14529/em090408

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

К.Э. Габрин¹, Т.Е. Мешкова¹, Ю.В. Румянцев²

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

² Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина», г. Снежинск

В статье выполнен анализ текущего состояния экологической и техногенной безопасности территорий городских поселений. Выявлена тенденция экологизации, приобретающая выраженную практическую направленность и имеющая большое значение для развития народного хозяйства.

Установлено отсутствие теоретической базы, позволяющей обеспечить безопасное для природной среды развитие городских поселений, и необходимой для правильного выбора управляющих воздействий на субъектов градостроительной деятельности, позволяющих эффективно реализовать стратегию устойчивого развития территорий. Предложен переход на принципиально новую систему нормируемых показателей, учитывающих взаимосвязь энергетических параметров градостроительных и экологических систем.

Получена теоретическая модель, устанавливающая функциональную связь между негэнтропией городского поселения и негэнтропией его экосистемы-донора, на основании которой можно создать единую нормативную базу, позволяющую обеспечить приемлемые уровни экологической и строительной безопасности, а также задействовать механизм негэнтропийного территориального квотирования.

Обосновано разрушение естественных синергетических механизмов кластеризации под воздействием изъятия природного негэнтропийного ресурса из естественной среды, который, преобразуясь, вливается в состав негэнтропии искусственной среды обитания.

Результаты исследования позволяют сформировать теоретическую основу экономического механизма регулирования экологической и техногенной безопасности городских территорий, сущность которого заключается в установлении динамических территориальных негэнтропийных квот.

Практическое применение полученных авторами научных результатов создаст необходимые условия для устранения правонарушений и недобросовестной конкуренции и переходу к кооперации и сотрудничеству между всеми участниками градостроительной деятельности, а также стимулирует научно-технический прогресс, направленный на установление паритетных отношений с Природой.

Ключевые слова: природная среда, экология, безопасность, градостроительство, информационная энтропия, негэнтропия, моделирование.

В настоящее время бурно развивается экологизация различных дисциплин, осуществляются попытки внедрения систем решений, позволяющих повышать эффективность использования естественных ресурсов с сохранением или даже улучшением качества природной среды [2, 6, 7, 12–14].

В направлении минимизации вредных выбросов совершенствуются технологии, ведутся многочисленные исследования по установлению пределов допустимых нагрузок на природную среду. Многие ветви экологии приобретают выраженную практическую направленность и имеют большое значение для развития народного хозяйства. Инженерные дисциплины, в свою очередь, ставят перед собой задачу создания замкнутых, безотходных и других «экологически чистых» или «зелёных» технологий. Инженерная экология активно изучает взаимодействие технологических и при-

родных процессов в т. н. природно-промышленных системах [4, 6, 9, 11].

Однако задачу обеспечения в полном смысле слова паритетного существования технокцивилизации с природой практически никто перед собой не ставит, поскольку в общественное сознание внедрён стереотип о необходимости бесконечного экономического роста, а современная наука и технологии вполне в состоянии защитить природу и достаточно лишь ускорить соответствующие исследования и принять необходимые управленческие решения, в т.ч. в области природоохранного законодательства, технического нормирования и регулирования рыночных отношений. К сожалению, это не так, поскольку реальная экологическая обстановка продолжает стремительно ухудшаться. Растущая мегаполисная урбанизация наряду с непрекращающейся экспансией добывающих отрас-

лей, продолжает увеличивать и без того запредельные нагрузки на экосистемы. Изменение социально-экономической формации, вызвавшей развал единого народнохозяйственного комплекса на территории бывшего СССР, при котором разрушение прежней структуры управления проходило без создания новой и более эффективной, вызвало серию природных и техногенных катастроф. Их география, к сожалению, продолжает расширяться.

Понятие «безопасность», как цель деятельности, сегодня расплылось между многочисленными надзорными органами. Сильнейшее взаимное влияние градостроительных и экологических систем фактически проигнорировано на нормативном уровне. Состояние коллективной безответственности в инвестиционно-строительной сфере продолжает усугублять ситуацию [1].

Административная реформа 2004 года разделила функции нормирования, учёта и контроля в строительной и экологической сферах между многочисленными федеральными агентствами и муниципальными организациями. Несмотря на то, что необходимость использования для оценок показателей, характеризующих взаимосвязь состояния окружающей среды и показателей социально-экономического развития территорий, признана на самом высоком уровне, соответствующей нормативной базы как не было, так и нет до сих пор.

Развитие рыночных отношений в строительстве, формирование аукционных процедур получения заказов, в которых единственным оцениваемым критерием является стоимость работ, резко увеличило число хозяйствующих субъектов, производящих потенциально опасную продукцию без каких-либо гарантий по её безопасности. Число только выявленных нарушений нормативных документов и экологических преступлений неуклонно растёт. Рост городских поселений сегодня осуществляется бессистемно, продолжая калечить естественную природную среду обитания, негативно влияя на продолжительность и качество жизни населения России.

Всё вышеизложенное говорит о существовании научной проблемы, заключающейся в противоречии между, с одной стороны, необходимостью строительства безопасных городских и сельских поселений при одновременном обеспечении жизнеспособности окружающих их экосистем, а с другой – отсутствием теоретико-методической базы, необходимой для правильного выбора управляющих воздействий на субъектов градостроительной деятельности, позволяющих эффективно реализовать стратегию устойчивого развития территорий.

К сожалению, практика показывает, что вероятность решения вышеозначенной проблемы при сохранении существующего отношения к природной среде, как к поставщику ресурсов для так на-

зываемого «роста» экономики, крайне мала. Оценка этих ресурсов, осуществляемая в рамках традиционной экономической парадигмы, уводит исследователей в мир иллюзий. Философия общества потребления несовместима с идеей сохранения естественной природной среды. Изменение сложившейся ситуации произойдёт лишь тогда, когда реальная экономическая деятельность бизнес-субъектов будет перепрограммирована иной системой ценностей. Ждать этого, в надежде на эволюционные процессы самоорганизации массового сознания, уже не представляется возможным. Ситуация критическая, и вопрос необходимо ставить «ребром»: если государство желает сохранить свою территорию пригодной для жизни последующих поколений, то оно должно выработать соответствующую стратегию и тактику градостроительного развития. Важнейшим императивом такой политики должно быть формирование новых эколого-строительных нормативов и механизмов их внедрения в хозяйственную практику административно-территориальных образований. Остановить рост энтропии территорий городских поселений с помощью действующей экологической и строительной нормативной базы, внедрения дорогостоящих отраслевых систем мониторинга [11] и механизмов экономической ответственности *de facto* не удаётся, поэтому они должны быть радикально пересмотрены.

По мнению авторов, одним из путей решения этой задачи является переход на принципиально новую систему нормируемых показателей, которые учитывали бы взаимосвязь энергетических параметров градостроительных и экологических систем. Понимание механизмов такого взаимовлияния и создание на этой основе новой нормативной базы позволит реализовать на практике стратегию развития территорий городских и сельских поселений с одновременным сохранением естественной природной среды обитания человека.

Ранее авторами уже рассматривался подход к решению данной проблемы на основе информационно-энтропийного подхода [3, 8, 10]. Данный подход позволяет, в частности, построить математическую модель взаимодействия города как социально-экономической системы и его донорской экосистемы. На основе такой модели можно создать единую нормативную базу, позволяющую обеспечить приемлемые уровни экологической и строительной безопасности, а также задействовать механизм негэнтропийного территориального кво-тирования (по близкой аналогии с идеей Киотского протокола).

Таким образом, с учётом ранее проведённых исследований [3, 8, 10] необходимо выявить связь между негэнтропией городского поселения и негэнтропией его экосистемы-донора. За отправную точку примем утверждение о том, что любое возрастание негэнтропии города (при *de facto* повсе-

местном применении энтропийных технологий) всегда влечёт за собой рост хаоса в экосистеме-доноре. А поскольку этот рост ничем не компенсируется, и степень сложности естественной системы не растёт (не увеличивается её максимально возможная энтропия), то происходит снижение степени её системной упорядоченности – негэнтропия экосистемы падает. Этому утверждению соответствует запись в приращениях:

$$\Delta G_e = -k\Delta G_t, \quad (1)$$

где G_e – негэнтропия экосистемы-донора, G_t – негэнтропия города, k – коэффициент пропорциональности.

Любое снижение негэнтропии города автоматически приближает момент его «тепловой смерти» и ведёт к восстановлению компенсаторных механизмов биосферы (брошенные поселения быстро поглощаются биосферой). Негэнтропия экосистемы-донора начинает возрастать.

Переходя к бесконечно малым, можно записать

$$dG_e = -k dG_t. \quad (2)$$

Поскольку «мощность» городского негэнтропийного воздействия на экосистему-донора зависит от уже достигнутого уровня городской негэнтропии, то дифференциальная формула (2) примет вид:

$$dG_e = -k G_t dG_t \quad (3)$$

или

$$\frac{dG_e}{dG_t} = -k G_t. \quad (4)$$

Интегрируя (4), получаем общее решение:

$$G_e = -c e^{k G_t}. \quad (5)$$

Примем следующие начальные условия:

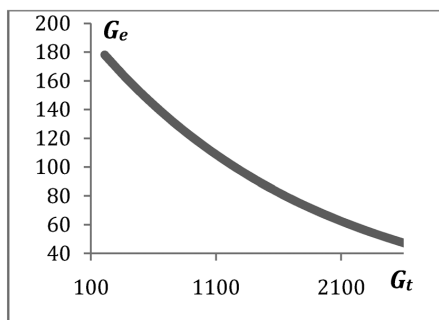
1) при $G_t = 0$, $G_e = G_{en}$ (нормативное значение G_e), т. е. в отсутствие города мы имеем «здоровую» экосистему с не менее чем нормативными характеристиками надёжности всех её элементов;

2) при $G_t = G_{tx}$, $G_e = G_{ex}$, т. е. в момент наблюдений обе подсистемы имеют свои значения негэнтропии G_{tx} и G_{ex} .

Подстановка начальных условий в (5) приводит решение к виду:

$$G_e = f(G_t) = G_{en} e^{\frac{G_t}{G_{tx}} \ln \left[\frac{G_{ex}}{G_{en}} \right]}. \quad (6)$$

Вид зависимости $G_e = f(G_t)$ при постоянных G_{en} , G_{tx} и G_{ex} представлен на рисунке.



Зависимость G_e от G_t .

Практическая значимость уравнения (6) заключается в следующем:

1) знание $\frac{dG_e}{dG_t}$ позволяет судить о реальной степени уязвимости экосистемы-донора, и заранее планировать соответствующие меры; чем круче график функции (6), тем выше степень уязвимости, тем опаснее фактически реализуемая градостроительная и промышленная политика;

2) зависимость (6) позволяет осуществить прогноз и нормирование G_e в системе экономического регулирования уровня эколого-строительной безопасности с дискретным поступлением информации о текущем состоянии объекта в моменты 0 , δ , 2δ , ... – т. е. там, где используется прогноз с т. н. удаляющимся (подвижным) горизонтом.

Поскольку с течением времени количество негэнтропийных единиц экосистемы сокращается, то её ценность всё время растёт – в соответствии с ростом негэнтропии города (см. рисунок). Поэтому, зная количество и стоимость негэнтропии города в момент времени δ , и используя зависимость (6), можно рассчитать количество и стоимость негэнтропии экосистемы-донора на период времени до 2δ , что даст возможность спланировать общую негэнтропийную квоту на этот интервал времени. Фактический расход негэнтропии не должен превышать суммарную (строительную и экологическую) квоту для данной территории. Распространение квоты за деньги среди участников градостроительной деятельности ограничит общий объём их хозяйственной деятельности, не давая возможность превысить допустимое деструктивное воздействие на экосистему-донора. Таким образом данная территориальная негэнтропийная квота фиксирует предельный объём капитальных вложений, который может быть освоен в интервалы времени от 0 до δ , от δ до 2δ и т. д.

Стоимости суммарной негэнтропии города¹ и суммарной негэнтропии его экосистемы-донора в начальный момент управления должны быть приняты равными. Этот важнейший тезис обусловлен тем фактом, что вся локализованная на территории данного поселения негэнтропия сгенерирована благодаря существованию экосистемы-донора, за счёт неё и в ущерб ей.

Природный негэнтропийный ресурс безвозмездно изымается из естественной среды и с потерями (выброс энтропии) преобразуется, вливаясь в состав негэнтропии искусственной среды обитания. Этот процесс меняет сущность природной негэнтропии, она теряет целый ряд своих свойств,

¹ Стоимость суммарной негэнтропии города можно приравнять совокупной стоимости его основных фондов в экономике (по полной учетной стоимости на конец года) за вычетом полностью изношенных. Эта информация публикуется в статистических сборниках Росстата и доступна на его сайте: http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_14t/Main.htm.

в частности, те, которые обеспечивают саморегуляционные способности биосферы и непрерывность жизни. При этом естественные синергетические механизмы кластеризации необратимо разрушаются. За всё время своего существования современная «библейская» человеческая цивилизация не создала ни одной антиэнтропийной технологии. Абсолютно все изделия техноквилизации имеют ограниченный ресурс, а процессы их изготовления, употребления и утилизации потребляют природную негэнтропию, омертвляя её, и загрязняя среду энтропийными выбросами. Это означает, что генерация x единиц энтропии-техно, суммарной стоимостью Sx , означает отбор как минимум такой же ценности в виде природной негэнтропии.

Алгоритм квотирования следующий:

1. По результатам диагностики состояния эколого-строительной системы в момент времени «0» рассчитываются G_{ex} , G_{elim} , G_{ex} , G_{elim} (индекс «lim» присвоен предельно допустимому значению параметра).

2. С использованием величины G_{elim} по уравнению (6) находится G_{elim} .

3. Если $G_{elim} < G_{elim}$ то фиксируется размер квоты G_A на предстоящий период и формируется перспективный резерв градостроительной деятельности на следующий период до момента времени δ в размере $G_{elim} - G_{elim}$. Эта величина используется для целей дальнейшего управления. Если $G_{elim} \geq G_{elim}$, то резерв не формируется, а размер квоты определяется разницей $G_{elim} - G_{ex}$.

Таким образом, приведённый в данной статье подход к моделированию взаимодействия социально-экономических (на примере городского поселения) и экологических систем на основе информационно-энтропийного подхода позволяет установить функциональную связь между негэнтропией городского поселения и негэнтропией его экосистемы-донора. Это позволяет рассчитать экономический эквивалент безопасности в виде информационной негэнтропии экосистемы, являющейся донором городского поселения, а также сформировать теоретическую основу экономического механизма регулирования экологической и техногенной безопасности городских территорий, сущность которого заключается в установлении динамических территориальных квот (пределов эмиссии) негэнтропии. Квотирование создаст необходимые условия для устранения правонарушений и недобросовестной конкуренции и переходу к кооперации и сотрудничеству между всеми участниками градостроительной деятельности, а также стимулирует научно-технический прогресс, направленный на установление паритетных отношений с Природой.

Литература

1. *Безопасность объекта строительства*. – М.: Охрана труда и промышленная безопасность, 2013–2015. – <http://prom-nadzor.ru/content/bezopasnost-obekta-stroitelstva> (дата обращения: 23.10.2015).
2. Воронина, А.В. *Эко-реурбанизация городов в структуре градостроительного проектирования* / А.В. Воронина // Приволжский научный журнал. – 2011. – № 1.
3. Габрин, К.Э. *Технико-экономическое регулирование безопасности зданий, сооружений и территорий* / К.Э. Габрин // Ресурсы и энергосбережение как факторы устойчивого развития городов и территорий: сборник научных статей РААСН. – М.: Изд-во РААСН, 2004.
4. Евдокимова, Г.А. *Инженерная экология: сравнительная оценка атмосферных выпадений в районе воздействия азротехногенных выбросов Кандалакшского алюминиевого завода* / Г.А. Евдокимова, Н.П. Мозгова, С.А. Салдаев // Инженерная экология. – 2013. – № 3 (109).
5. Ивашкина, И.В. *Урбозкодиагностика как инструмент планирования и эффективного природопользования в городе* / И.В. Ивашкина, Б.И. Кочурова // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 3 (май–июнь).
6. Кондратьев, А.Д. *Космическая экология: экологический мониторинг космической деятельности в районах падения отделяющихся частей ракет* / А.Д. Кондратьев, А.А. Малыгин // Инженерная экология. – 2013. – № 3 (109).
7. Малков, Я.В. *Экологическое состояние мегаполиса и здоровье населения* / Я.В. Малков, Ф. Омми // Актуальные проблемы современной науки. – 2005. – № 3.
8. Мешкова, Т.Е. *Энтропийный подход к разработке системы экономического регулирования безопасности зданий, сооружений и территорий в условиях роста природных и техногенных рисков* / Т.Е. Мешкова, К.Э. Габрин // Сборник материалов III Международной заочной научно-практической конференции молодых ученых «Экономика и бизнес. Взгляд молодых», 24 ноября 2011 г. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012.
9. Могосова, Н.Н. *Оценка экологического состояния территории в современном городском планировании* / Н.Н. Могосова // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 1 (январь–февраль).
10. Руденко, Е.Ю. *Агроэкология: применение отработанного кизельгура для очистки почв, загрязненных нефтью* // Е.Ю. Руденко, А.Г. Назмутдинов, Г.С. Муковнина и др. Инженерная экология. – 2013. – № 3 (109).
11. Теличенко, В.И. *Эффект экологического резонанса при концентрации строительства (недвижимости)* / В.И. Теличенко, А.Л. Большеротов

// Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 6.

12. Chapin III F.S. Matson P.A. Vitousek P.M. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer, 2011.

13. Jorgensen S.E. Fath B.D. *A New Ecology*. Elsevier, 2007.

14. Soetaert K., M.J. Herman P. *A Practical Guide to Ecological Modelling*. Springer, 2008.

Габрин Константин Эдуардович. Доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика, управление и инвестиции», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kongs@mail.ru

Мешкова Татьяна Евгеньевна. Кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учёта и финансов института экономики, торговли и технологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tanyameshkova3@gmail.com.

Румянцев Юрий Владимирович. Заместитель директора по производству продукции гражданского назначения, ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина» (г. Снежинск), Rv19710615@gmail.ru

Поступила в редакцию 24 октября 2015 г.

DOI: 10.14529/em090408

MATHEMATICAL MODEL OF SOCIO-ECONOMIC AND ECOLOGICAL SYSTEMS INTERACTION

K.E. Gabrin¹, T.E. Meshkova¹, Yu.V. Rumyantsev²

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Russian Federal Nuclear Center – Zababakhin All-Russian Scientific Research Institute of Technical Physics, Snezhinsk, Russian Federation

The article analyzes the current state of ecological and technogenic safety of urban settlements territories. The tendency of greening, acquiring a practical orientation and having a great significance for the development of the national economy, is revealed.

The absence of a theoretical foundation, which guarantees a safe for the environment development of urban settlements and necessary for a right choice of control actions on the subjects of urban development activities, which helps to effectively implement the strategy of sustainable development of territories. The authors suggest the transition to a fundamentally new system of specified parameters, taking into account the interconnection of energy parameters of urban development and ecological systems.

The theoretical model which establishes a functional link between the negentropy of an urban settlement and the negentropy of its ecosystem-donor is obtained. Based on this relationship it is possible to create a unified regulatory framework, which provides acceptable levels of environmental and construction safety, as well as involves the mechanism of negentropic territorial quota arrangement.

The authors justify the destruction of natural synergistic mechanisms of clustering under the influence of extraction of natural negentropic resources from the environment, which is being transformed, included into the entropy of artificial habitat.

The research results form the theoretical basis of an economic mechanism for regulation of ecological and technogenic safety of urban territories, the essence of which consists in establishing dynamic territorial negentropic quotas.

The practical application of new scientific results will create necessary conditions for elimination of violations and unfair competition and the transition to cooperation and collaboration between all participants of the urban development and stimulate the scientific and technological progress aimed at establishing parity relationship with the nature.

Keywords: natural environment, ecology, safety, urban development, information entropy, negative entropy, modeling.

References

1. *Bezopasnost' ob'ekta stroitel'stva* [Safety of a construction object]. Moscow, 2013–2015. Available at: <http://prom-nadzor.ru/content/bezopasnost-obekta-stroitelstva> (accessed 23.10.2015).
2. Voronina A.V. [Eco-urbanization of cities in the structure of urban design]. *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Volga scientific journal], 2011, no. 1. (in Russ.)
3. Gabrin K.E. [Technical and economic regulation of the safety of buildings, structures and territories]. *Resursy i energosberezhenie kak faktory ustoychivogo razvitiya gorodov i territoriy. Sbornik nauchnykh statey RAASN* [Resources and energy saving as factors of sustainable development of cities and territories. Collection of scientific articles RAASN]. Moscow, 2004. (in Russ.)
4. Evdokimova G.A., Mozgova N.P., Saldaev S.A. [Environmental engineering: comparative evaluation of atmospheric precipitation in the vicinity of impact of aerotechnogenic emissions of Kandalaksha aluminum plant]. *Inzhenernaya ekologiya* [Engineering ecology], 2013, no. 3(109). (in Russ.)
5. Ivashkina I.V., Kochurova B.I. [Urboecodiagnosics as a tool for planning and effective environmental management in the city]. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology], 2011, no. 3 (May–June). (in Russ.)
6. Kondrat'ev A.D., Malygin A.A. [Space environment: environmental monitoring of space activities in the area of separating parts from rockets]. *Inzhenernaya ekologiya* [Engineering ecology], 2013, no. 3(109). (in Russ.)
7. Malkov Ya.V., Omni F. [Ecological status of a megalopolis and health of population]. *Aktual'nye problemy sovremennoy nauki* [Actual problems of modern science], 2005, no. 3. (in Russ.)
8. Meshkova T.E., Gabrin K.E. [Entropic approach to the development of a system of economic regulation of safety of buildings, structures and territories in terms of the growth of natural and technological risks]. *Sbornik materialov III Mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh «Ekonomika i biznes. Vzglyad molodykh»* [Collection of Proceedings of III International Scientific and Practical Teleconference of Young Scientists “Economics and Business. View of Young People”], November 24, 2011. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2012. (in Russ.)
9. Mogosova N.N. [Evaluation of the ecological state of the territory in the modern urban planning]. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology], 2013, no. 1 (January–February). (in Russ.)
10. Rudenko E.Yu., Nazmutdinov A.G., Mukovnina G.S. et al. [Agroecology: use of waste kieselgur for cleaning soil contaminated with oil]. *Inzhenernaya ekologiya* [Engineering ecology], 2013, no. 3(109). (in Russ.)
11. Telichenko V.I., Bol'sherotov A.L. [The effect of ecological resonance at the concentration of construction (real estate)]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil construction], 2010, no. 6. (in Russ.)
12. Chapin III F.S. Matson P.A. Vitousek P.M. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer, 2011. DOI: 10.1007/978-1-4419-9504-9
13. Jorgensen S.E. Fath B.D. *A New Ecology*. Elsevier, 2007. DOI: 10.1016/b978-044453160-5/50008-8
14. Soetaert K. M.J. Herman P. *A Practical Guide to Ecological Modelling*. Springer, 2008. DOI: 10.1007/978-1-4020-8624-3_1

Konstantin E. Gabrin. Doctor of Science (Economics), professor, Department of Economics, Management and Investment, South Ural State University (Chelyabinsk), kongsg@mail.ru

Tatiana E. Meshkova. Candidate of Science (Economics), associate professor, Department of Accounting and Finance, Institute of Economics, Trade and Technologies, South Ural State University (Chelyabinsk), tanameshkova3@gmail.com.

Yury V. Rumyantsev. Deputy director for production of civilian industry products, Russian Federal Nuclear Center – Zababakhin All-Russian Scientific Research Institute of Technical Physics, Snezhinsk, Ryv19710615@gmail.ru

Received 24 October 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Габрин, К.Э. Математическая модель взаимодействия социально-экономических и экологических систем / К.Э. Габрин, Т.Е. Мешкова, Ю.В. Румянцев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 51–56. DOI: 10.14529/em090408

FOR CITATION

Gabrin K.E., Meshkova T.E., Rumyantsev Yu.V. Mathematical Model of Socio-Economic and Ecological Systems Interaction. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2015, vol. 9, no. 4, pp. 51–56. (in Russ.). DOI: 10.14529/em090408