
РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ СППР В СФЕРЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Токарев Кирилл Евгеньевич, канд. экон. наук, доц.

Кузьмин Всеволод Александрович, канд. экон. наук, ассист.

Шатырко Денис Викторович, ассист.

Волгоградский государственный аграрный университет, пр. Университетский, 26,
Волгоград, Россия, 400002; e-mail: tke.vgsha@mail.ru

Цель: статья посвящена проблеме обоснования применения методов, базирующихся на данных эколого-экономических систем, использования специализированных экспертных систем, а также систем поддержки принятия решений для широкого круга задач по планированию, прогнозированию и управлению эколого-экономическими системами. *Обсуждение:* исследования последних лет были направлены на поиски различных методов решения задач управления эколого-экономической безопасностью на базе экономико-математических моделей. Особую актуальность приобретает создание систем поддержки принятия решений в сфере экологического менеджмента. *Результаты:* в ходе исследования выявлена специфика категории эколого-экономическая система, предложен алгоритм иерархического анализа и синтеза ее компонентов, разработана диаграмма прецедентов функционирования системы поддержки принятия решений, а также осуществлена ее программная реализация на базе MySQL и свободной среды быстрой разработки приложений IDE Lazarus. Разработанная структура программного средства на базе математического аппарата иерархического анализа и синтеза компонентов позволила решить проблему автоматизации процедур по оценке, сравнению, выбору и оценке качества управленческих решений, на основе иерархического анализа и синтеза индикативных показателей систем эколого-экономической безопасности, в сфере экологического менеджмента.

Ключевые слова: эколого-экономическая безопасность, система поддержки принятия решений, иерархический анализ и синтез, инструментальные средства, экологический менеджмент.

DOI: 10.17308/meps.2015.5/1215

Введение

Согласно стратегии национальной безопасности России до 2020 года, эколого-экономическая безопасность представлена как основной, неотъемлемый элемент национальной безопасности, включающий в себя внешние и внутренние факторы, жизненно важные интересы объектов безопасности – личности, общества, государства, реальные и потенциальные угрозы их безопасности, институты субъектов обеспечения безопасности.

Исследования последних лет были направлены на поиски различных методов решения задач управления эколого-экономической безопасностью на базе экономико-математических моделей. В частности, вопросами моделирования эколого-экономических систем и обеспечения их безопасности посвящены труды Г.А. Атаманова, М.С. Красса, И.А. Наталухи, Р.М. Нижегородцева, А.Ф. Рогачева, С.А. Скачковой, В.И. Тиняковой, С.Г. Тяглова, Г.Н. Хубаева, А.В. Шохнех и др.

Отдельным вопросам информационного обеспечения и моделирования параметров безопасности эколого-экономических систем посвящены труды А.Г. Гагарина, Л.Н. Булгаковой, Т.И. Мазаевой, Н.Н. Скитер, П.В. Терелянского, Е.Л. Торопцева, Я.В. Федоровой, Е.И. Царегородцева, А. Фишера, Т. Саати. Проблемами анализа систем, в частности эколого-экономических, занимались А.М. Гатаулин, Л.Ю. Богачкова, З.Н. Козенко, Т.В. Плещенко, А.Ю. Руденко, Д.В. Шатырко и др.

Однако в проанализированных исследованиях не было уделено должного внимания вопросам методологии разработки систем поддержки принятия решений (СППР) для обоснования их параметров, а также обеспечения эколого-экономической безопасности на основе совершенствования и применения существующих методов иерархического анализа и синтеза слабоструктурированных систем.

С развитием современных информационных технологий появились возможности внедрения методов, базирующихся на данных эколого-экономических систем, использования специализированных экспертных систем, а также систем поддержки принятия решений для обоснования широкого круга задач по планированию, прогнозированию и управлению эколого-экономическими системами. Создание систем поддержки принятия решений в сфере управления экологическим менеджментом позволит добиться качественно новых результатов в обеспечении эколого-экономической безопасностью страны.

Таким образом, исследования в области разработки систем поддержки принятия решений для управления безопасностью эколого-экономических систем приобретают особую актуальность.

Основная часть

Для реализации задач управления эколого-экономической безопасностью использован математический аппарат многокритериального иерархического анализа и синтеза. Основной задачей иерархического представ-

ления систем, в том числе экологического менеджмента, является оценка высших уровней исходя из взаимодействия различных уровней иерархии, а не из непосредственной зависимости от элементов на этих уровнях.



Рис. 1. Структура категории «эколого-экономическая безопасность»

На начальном этапе исследования произведен анализ категории «эколого-экономическая безопасность», что позволило отобрать индикативные показатели для последующей их структуризации по качественным и количественным признакам (рис. 1).

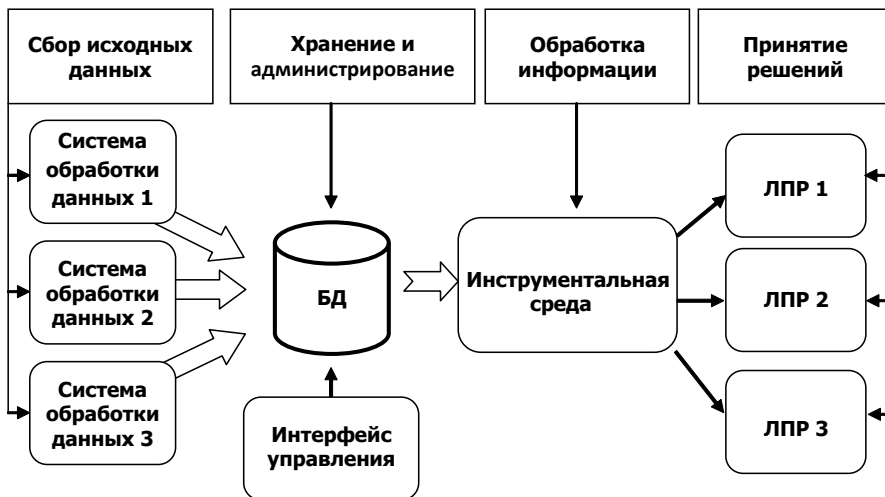


Рис. 2. Структура системы поддержки принятия решений

Системы поддержки принятия решений, предназначенные специально для оказания содействия в решении задач поиска, анализа и выбора

лучших из возможных вариантов, следует рассматривать как программные средства и информационно-аналитические технологии. Субъект, принимающий решение, должен снабжаться не только информационной, но и технологической поддержкой. Технология компьютерной поддержки анализа эколого-экономических систем является сложной структурой, требующей для своего создания системного подхода. Одним из важнейших принципов системного подхода, применяемого при создании СППР, является принцип иерархической декомпозиции и многокритериального анализа.

Специфика структуры СППР в сфере эколого-экономической безопасности заключается в параллельном функционировании ее информационных компонентов на следующих уровнях:

- системный уровень (построение модели объекта);
- кибернетический (проектирование механизмов управления);
- операционный (описание системы на уровне технологических процессов и моделей на формализованном и вербальном языке);
- алгоритмический (разработка алгоритмов решения задач);
- информационный (проектирование информационной модели объекта); программный (реализация проекта).

В процессе анализа категории «безопасность эколого-экономических систем» выявлены и систематизированы индикативные показатели, что позволит учесть весь спектр эндогенных и экзогенных факторов для синтеза и иерархического анализа ее угроз (табл.).

Процедура принятия решений в сфере управления безопасностью эколого-экономических систем на базе многокритериального анализа и синтеза представлена на рис 3.

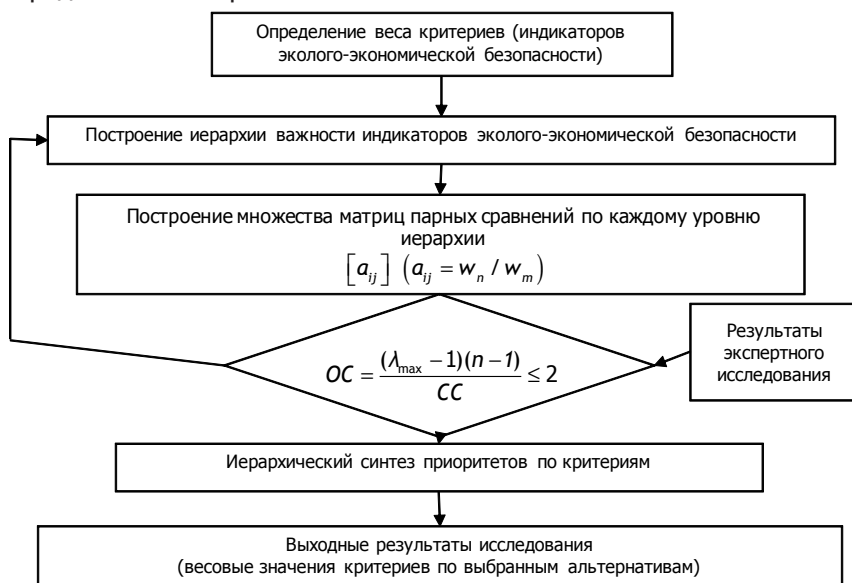


Рис. 3 Алгоритм иерархического анализа и синтеза в сфере эколого-экономического менеджмента

Классификация угроз эколого-экономической безопасности

Классификационный признак	Вид угрозы	Индикативный признак
Объект воздействия	Трудовые ресурсы, материальные, финансовые, информационные, технологические.	Стагнация производства; коррупция; неэффективная валютная и таможенная политика государства; структурная деформированность промышленности;
Субъект воздействия	Криминальные структуры, недобросовестные конкуренты, контрагенты, сотрудники.	высокий износ основных фондов; криминализация корпоративных отношений;
Возможность оценки ущерба	Количественная оценка, качественная оценка.	слабое использование природно-ресурсного потенциала; низкий технико-технологический уровень производства;
По месту возникновения	Внешние (на уровне отрасли, страны, мира), внутренние.	низкий уровень инновационной активности; зависимость от импорта техники и технологий;
Возможность устранения	Подлежит устранению, не подлежит устранению.	неэффективность фондового рынка в плане привлечения инвестиций; отсутствие реальной протекционистской политики государства по отношению к отечественным производителям;
По степени тяжести последствий	Высокая, значительная, средняя, низкая тяжесть последствий.	изменения налогового законодательства;
По степени вероятности	Маловероятные, реальные.	низкий уровень кредитно-банковской поддержки реального сектора;
Стадия деятельности предприятия	На стадии создания предприятия, на стадии функционирования.	низкая квалификация специалистов; неэффективная работа службы экологической безопасности; неотработанность средств и методов защиты собственной экономической безопасности;
		рост тарифов на энергоресурсы и транспорт; ухудшение конъюнктуры мировых рынков; дискриминационные меры к российским товарам на мировых рынках; низкий платежеспособный спрос на внутреннем рынке; усиление конкуренции; низкая конкурентоспособность продукции.

Основной задачей иерархического представления системы является оценка высших уровней, исходя из взаимодействия различных уровней иерархии, а не из непосредственной зависимости от элементов на этих уровнях. Точные методы построения систем в виде иерархий постепенно появляются в естественных и общественных науках и особенно в задачах общей теории систем, связанных с планированием и построением социальных систем. Концептуально наиболее простая иерархия – линейная, восходящая от одного

уровня элементов к соседнему уровню. В нелинейной иерархии верхний уровень может быть как в доминирующем положении по отношению к нижнему уровню, так и в доминируемом. В математической теории метода анализа иерархий разрабатывается методология оценки воздействия уровня на соседний верхний уровень посредством композиции соответствующего вклада (приоритетов) элементов нижнего уровня по отношению к элементу верхнего уровня. Эта композиция может распространяться вверх по составляющим иерархии. Первым шагом построения иерархии является очерчивание проблемы исследования. Далее строится иерархическая модель, включающая фокус иерархии (цель), расположенный в ее вершине, промежуточные уровни (критерии оценки системы) и предпочтительные альтернативы, формирующие самый нижний иерархический уровень. Метод анализа иерархий позволяет сгруппировать элементы системы поддержки принятия решений в области эколого-экономической безопасности, а именно, критерии, альтернативы и глобальные факторы, в иерархическую модель (рис. 4).



Рис. 4. Иерархия оценки критериев эколого-экономической безопасности

Предложенная авторами многокритериальная иерархическая модель оценки важности угроз эколого-экономической безопасности позволяет соотнести степень влияния изменений приоритетов верхних уровней на приоритеты нижних уровней, что позволит получить более подробную информацию о структурном и функциональном состоянии системы путем поэтапного структурирования и синтеза ее модулей.

Для автоматизации процедуры поддержки принятия решений в сфере эколого-экономической безопасности на основе многокритериального иерархического анализа и синтеза в интегрированной среде разработки приложений IDE Lazarus реализован программный модуль и база данных для хранения объектов и описаний на базе MySQL. Основные функциональные возможности информационной системы визуализированы с использованием диаграммы прецедентов, отражающей отношения между субъектами ее работы (рис. 5).

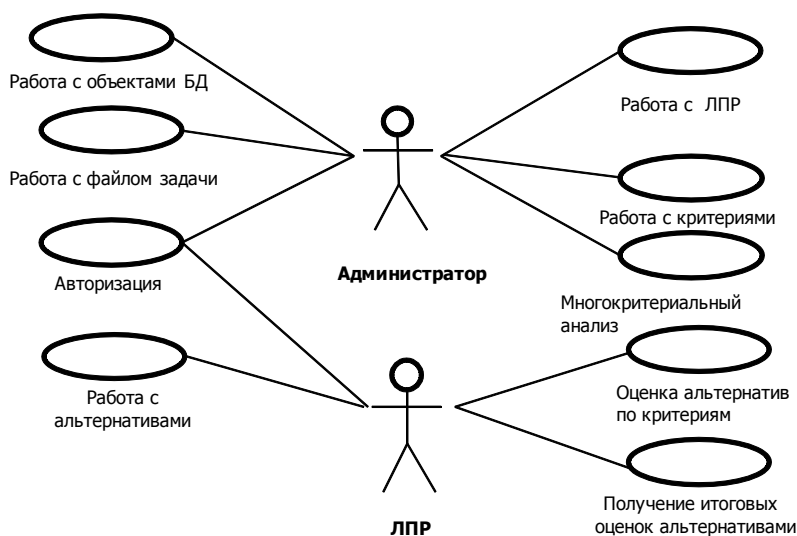


Рис. 5. Диаграмма прецедентов СППР

Структурное наполнение реляционной базы данных включает в себя объекты и описания, характеризующие экономическое состояние производственного предприятия: объемы, стоимость, сроки использования основных фондов, объем персонала, виды и объемы затрат на обеспечение производства и др. Кроме того, база данных содержит показатели, характеризующие экологическое состояние производственного предприятия, а именно: виды загрязнителей и объемы загрязнения водной, воздушной и почвенной сред, затраты на природоохранную деятельность, что позволяет получить доступ к аналитической информации о безопасности эколого-экономических систем (рис. 6).

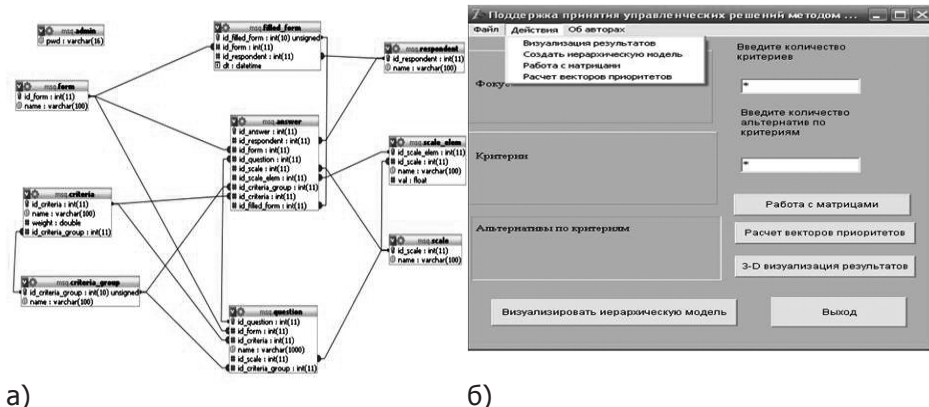


Рис. 6 а) схема реляционной БД хранения параметров СППР;
б) интерфейс программного модуля

Основные функции разработанной информационной системы: хранение объектов и описаний в базе данных; ввод и редактирование параметров иерархии; иерархический анализ и синтез индикативных показателей; ви-

зуализация иерархической модели и графический вывод итоговых оценок; многокритериальная оценка параметров эколого-экономической системы; экспорт результатов в формате *.html и вывод на печать.

Заключение

В результате исследования выявлена специфика категории «эколого-экономическая безопасность», структурирована иерархическая модель оценки критериев эколого-экономической безопасности, разработана архитектура компонентов и структура функционирования СППР в сфере эколого-экономической безопасности, осуществлена программная реализация реляционной базы данных для хранения объектов и описаний системы, а также инструментальной среды ее поддержки.

Таким образом, применение СППР позволяет решить проблему автоматизации процедур выбора, сравнения и оценки качества управленческих решений в сфере эколого-экономической безопасности за счет более строгого учета и согласования мнения экспертов в рамках предложенной иерархии.

Список источников

1. Атаманов Г.А., Рогачев А.Ф. О необходимости новых подходов к исследованию феномена экономической безопасности // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 2009, no. 1 (71), с. 320-325.
2. Кузьмин В.А., Токарев К.Е. Оценка угроз экономической безопасности методом иерархического синтеза // *Современные проблемы науки и образования*, 2013, no. 2. Доступно: <http://goo.gl/N3XTKA>. (дата обращения: 14.04.2015)
3. Кузьмин В.А., Токарев К.Е. Реализация алгоритма обеспечения экономической безопасности на основе нечетко-множественного подхода в среде MatLab // *Современные научные исследования и инновации*, 2012, no. 7. Доступно: <http://goo.gl/L3f9bo>. (дата обращения: 14.04.2015)
4. Мазаева Т.И., Рогачев А.Ф. Математическое моделирование и анализ процессов внедрения технологических инноваций в контексте экономической безопасности // *Экономика и предпринимательство*, 2012, no. 5 (28), с. 296-298.
5. Скитер Н.Н., Рогачев А.Ф. Формирование эколого-экономической политики государства в условиях глобализации // *НТВ СПбГПУ*, 2009, no. 1 (71), с. 26-33.
6. Скитер Н.Н. Моделирование экономических инструментов государственного регулирования экологических экстерналий // *Известия Волгоградского государственного социально-педагогического университета*, 2012, no. 4, с. 112-116.
7. Рогачев А.Ф. Методические подходы к моделированию эколого-экономической безопасности // *Экономика и предпринимательство*, 2013, no. 12-4 (41-4), с. 107-109.
8. Рогачев А.Ф. Математическое обеспечение системы поддержки принятия решений на основе ГИС-технологий // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*, 2009, no. 2, с. 144-151.
9. Рогачев А.Ф., Федорова Я.В. Нечеткое моделирование эколого-экономических систем // *Современные проблемы науки и образования*, 2014, no. 5. Доступно: <http://goo.gl/NrftAK> (дата обращения 17.03.2015).
10. Рогачев А.Ф., Скитер Н.Н., Плещенко Т.В. Разработка системы поддержки принятия решений для обоснования параметров эколого-экономических систем // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*, 2012, no. 2, с. 238-242.
11. Токарев К.Е., Рогачев А.Ф. Информационное моделирование эколого-экономической безопасности // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*, 2012, no. 2, с. 238-242.

мационное обеспечение принятия решений при многокритериальной оценке качества оказания услуг // *Современные проблемы науки и образования*, 2012, no. 2. Доступно: <http://goo.gl/ezP2ZY>. (дата обращения: 17.03.2015)

12. Токарев К.Е., Шатырко Д.В., Процюк М.П. Когнитивное моделирование продовольственной безопасности регионального АПК // *Современные научные исследования и инновации*, 2014, no. 10.

Доступно: <http://goo.gl/pG0EQW>. (дата обращения: 17.03.2015)

13. Шевченко И.В., Мищенко Л.Я. Глобальные вызовы и угрозы национальной экономической безопасности // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2014, no. 12, с. 96-103.

14. Skiter N.N., Rogachev A.F., Mazaeva T.I. Modeling Ecological Security of a State // *Mediterranean Journal of Social Science*, 2015, vol. 6, no. 3, pp. 185-192.

DEVELOPMENT OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM TOOLS IN THE FIELD OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC SECURITY

Tokarev Kirill Evgenievich, Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Prof.

Kuzmin Vsevolod Aleksandrovich, Cand. Sc. (Econ.), Assist. Prof.

Shatyko Denis Viktorovich, Assist. Prof.

Volgograd state agrarian university, University ave., 26, Volgograd, Russia, 400002;
e-mail: tke.vgsha@mail.ru

Purpose: the article is devoted to the problem of the justification of the usage of methods based on the data of ecological and economic systems, as well as the usage of specialized expert systems, and decision support for a wide range of tasks for planning, forecasting and management of ecological and economic systems. *Discussion:* recent year's studies have been directing to search of various methods for solving ecological and economic security management problems based on economic and mathematical models. The special emphasis is placed on the decision support systems in environmental management. *Results:* this study revealed the specifics of the category of ecological and economic system. Authors showed the algorithm of hierarchical analysis and synthesis of its components and developed the diagram of functioning of decision support system. Program implementation is based on MySQL and IDE Lazarus. The structure of the software, based on mathematical apparatus of hierarchical analysis and synthesis of components, allowed to solve the problem of automation of procedures for evaluation, comparison, selection and evaluation of the quality of managerial decisions, based on hierarchical analysis and synthesis of indicative indicators of systems of ecological and economic security, in the field of environmental management.

Keywords: ecological and economic security, decision support system, hierarchical analysis and synthesis tools, environmental management.

References

1. Atamanov G.A., Rogachev A.F. O neobkhodimosti novykh podkhodov k issledovaniyu fenomena ekonomicheskoi bezopasnosti. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki*, 2009, no. 1 (71), pp. 320-325. (In Russ.)
2. Kuz'min V.A., Tokarev K.E. Otsenka ugroz ekonomicheskoi bezopasnosti metodom ierarkhicheskogo sinteza. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia*, 2013, no. 2. Available at: <http://goo.gl/N3XTKA>. (accessed: 14.04.2015) (In Russ.)
3. Kuz'min V.A., Tokarev K.E. Realizatsiia algoritma obespecheniia ekonomicheskoi bezopasnosti na osnove nechetko-mnozhestvennogo podkhoda v srede MatLab. *Sovremennye nauchnye issledovaniia i innovatsii*, 2012, no. 7. Available at: <http://goo.gl/L3f9bo> (accessed: 14.04.2015) (In Russ.)
4. Mazaeva T.I., Rogachev A.F. Matematicheskoe modelirovanie i analiz protsessov vnedreniia tekhnologicheskikh innovatsii v kontekste ekonomicheskoi

- bezopasnosti. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2012, no. 5 (28), pp. 296-298. (In Russ.)
5. Skiter N.N., Rogachev A.F. Formirovanie ekologo-ekonomicheskoi politiki gosudarstva v usloviakh globalizatsii. *NTV SPbGPU*, 2009, no. 1 (71), pp. 26-33. (In Russ.)
6. Skiter N.N. Modelirovanie ekonomicheskikh instrumentov gosudarstvennogo regulirovaniia ekologicheskikh eksternalii. *Izvestiia Volgogradskogo gosudarstvennogo sotsial'no-pedagogicheskogo universiteta*, 2012, no. 4. pp. 112-116. (In Russ.)
7. Rogachev A.F. Metodicheskie podkhody k modelirovaniu ekologo-ekonomicheskoi bezopasnosti. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2013, no. 12-4 (41-4), pp. 107-109. (In Russ.)
8. Rogachev A.F. Matematicheskoe obespechenie sistemy podderzhki priiniatii reshenii na osnove GIS-tehnologii. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agro-universitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2009, no. 2, pp. 144-151. (In Russ.)
9. Rogachev A.F., Fedorova Ia.V. Nechetkoe modelirovanie ekologo-ekonomicheskikh system. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia*, 2014, no. 5. Available at: <http://goo.gl/NrftAK> (accessed: 17.03.2015) (In Russ.)
10. Rogachev A.F., Skiter N.N., Pleshchenko T.V. Razrabotka sistemy podderzhki priiniatii reshenii dlia obosnovaniia parametrov ekologo-ekonomicheskikh system. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agro-universitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2012, no. 2, pp. 238-242. (In Russ.)
11. Tokarev K.E., Rogachev A.F. Informatsionnoe obespechenie priiniatii reshenii pri mnogokriterial'noi otsenke kachestva okazaniia uslug. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia*, 2012, no. 2. Available at: <http://goo.gl/ezP2ZY> (accessed: 17.03.2015) (In Russ.)
12. Tokarev K.E., Shatyрко D.V., Protsiuk M.P. Kognitivnoe modelirovanie prodovol'stvennoi bezopasnosti regional'nogo APK. *Sovremennye nauchnye issledovaniia i innovatsii*, 2014, no. 10. Available at: <http://goo.gl/pG0EQW> (accessed: 17.03.2015) (In Russ.)
13. Shevchenko I.V., Mishchenko L.Ia. Global'nye vyzovy i ugrozy natsional'noi ekonomicheskoi bezopasnosti. *Sovremennaia ekonomika: problemy i resheniia*, 2014, no. 12, pp. 96-103. (In Russ.)
14. Skiter N.N., Rogachev A.F., Mazaeva T.I. Modeling Ecological Security of a State // *Mediterranean Journal of Social Science*, 2015, vol. 6, no. 3, pp. 185-192.