

УДК 519.876.5:658.5
DOI: 10.12737/18301

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В. И. Аверченков, С. К. Крутолевич, А.И. Якимов, К.В. Захарченков

КОНЦЕПЦИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Предложена концепция исследования эффективности организации процессов корпоративной информационной системы (КИС), основанная на имитационной модели абстрактного представления промышленного предприятия как объекта управления, на уровне бизнес-процессов, производственного процесса и компьютерной сети.

Ключевые слова: имитационная модель, промышленное предприятие, корпоративная информационная система, КИС, оценка эффективности процессов.

V.I. Averchenkov, S.K. Krutolevich, A.I. Yakimov, K.V. Zakharchenkov

CONCEPT OF MANAGEMENT EFFECTIVENESS ESTIMATION IN CORPORATE INFORMATION SYSTEMS OF ENTERPRISES

The investigation concept of organization effectiveness in processes of a corporate information system (CIS) based on a simulation model of the abstract presentation of an industrial enterprise as an object of

management, at the level of business-processes, an industrial process and computer network is offered.

Key words: simulation model, industrial enterprise, corporate information system, (CIS), estimation of process effectiveness.

Введение

В настоящее время на предприятиях Республики Беларусь и Российской Федерации при решении задач управления в социально-экономических системах применяются корпоративные информационные системы (КИС), которые обеспечивают поддержку принятия рациональных управленческих решений на основе автоматизации функций управления. Однако при такой автоматизации выбор алгоритмов и параметров процессов КИС осуществляется, как правило, интуитивно либо на основе консультаций с экспертами. В результате внедрение КИС часто не приносит предприятию ожидаемого эффекта. Затраты на внедрение КИС не окупаются, а в некоторых случаях применение КИС

приносит предприятию значительные убытки.

Сложность решения задачи оценки эффективности организации процессов управления в КИС для современных условий обусловлена следующими основными факторами:

- случайный характер изменения ряда параметров производственно-экономической деятельности промышленного предприятия и внешней среды;

- наличие большого количества алгоритмов организации процессов КИС на уровне бизнес-процессов, производственного процесса и компьютерной сети;

- большое количество критериев оценки эффективности процессов КИС.

Концепция исследования эффективности организации управления

Проведенный анализ существующих методов и программных средств показал отсутствие методического и программного

обеспечения количественной оценки эффективности организации процессов управления в КИС на основе

имитационного моделирования путем анализа управляющего воздействия процессов КИС на результаты производственно-экономической деятельности промышленного предприятия в условиях случайного изменения параметров функционирования промышленного предприятия и внешней среды.

Концепция исследования процессов КИС основана на применении системного подхода к анализу КИС как сложной многоуровневой системы, адаптации общей теории имитационного моделирования [1] для построения имитационной модели КИС, применении методов принятия решений для рационального выбора алгоритмов и параметров процессов [2] КИС на каждом уровне абстрактного представления, использовании матриц относительных весов [3] для определения важности критериев эффективности процессов КИС.

Ввиду вероятностного характера поступления заказов, изменения цен на продукцию, сырье и материалы аналитические модели применять нельзя, поскольку явные зависимости, связывающие параметры моделирования с откликами модели промышленного предприятия, на основании которых можно судить об эффективности работы КИС, удастся получить только для сравнительно простых систем. По этой причине в качестве способа исследования процессов КИС предложено использовать имитацию.

Оценка эффективности алгоритмов и рациональный выбор параметров процессов КИС предполагает реализацию процессов, которые могут выполняться КИС, на основе имитационного моделирования. Это позволяет оценивать эффективность функционирования различных вариантов КИС: оценивать влияние алгоритмов и параметров процессов планирования и управления КИС на производственно-экономические показатели работы промышленного предприятия; выбирать наиболее эффективные с точки зрения производственно-экономических

показателей работы предприятия алгоритмы организации и параметры процессов планирования и управления; оценивать эффективность функционирования КИС при различных конфигурациях оборудования компьютерной сети.

Концепция исследования КИС предполагает непосредственное участие лиц, принимающих решения, в процессе оценки эффективности алгоритмов и рационального выбора параметров процессов КИС (рис. 1).

Концепция исследования эффективности организации процессов корпоративной информационной системы (рис. 1) основана на следующих принципах:

1. На каждом уровне абстрактного представления промышленного предприятия, выступающего в качестве объекта управления (на уровне бизнес-процессов, производственного процесса и компьютерной сети), построена имитационная модель: на уровне бизнес-процессов – имитационная модель основных процессов промышленного предприятия; на уровне производственного процесса – имитационная модель производственных операций; на уровне компьютерной сети – имитационная модель вычислительного процесса.

2. Для оценки эффективности процессов корпоративной информационной системы, выступающей в качестве системы управления, в имитационную модель на каждом уровне абстрактного представления добавляются процессы, моделирующие функции корпоративной информационной системы, причем каждый процесс может быть реализован на основе нескольких алгоритмов, определяющих набор параметров процесса. В частности, на уровне бизнес-процессов в базовую имитационную модель промышленного предприятия добавляются процессы планирования продаж и производства и процессы управления запасами ресурсов. На уровне производственного процесса в имитационную модель производственного процесса добавляются процессы планирования на уровне цехов и производственных операций. На уровне компьютерной сети в имитационную модель добавляются процессы планирования

тационную модель вычислительного процесса добавляются процессы, моделирующие рабочую нагрузку.

3. На основании результатов имитационных экспериментов лицо, принимающее решения, выбирает рациональные зна-

чения параметров и определяет наиболее эффективные алгоритмы процессов корпоративной информационной системы на каждом уровне абстрактного представления.

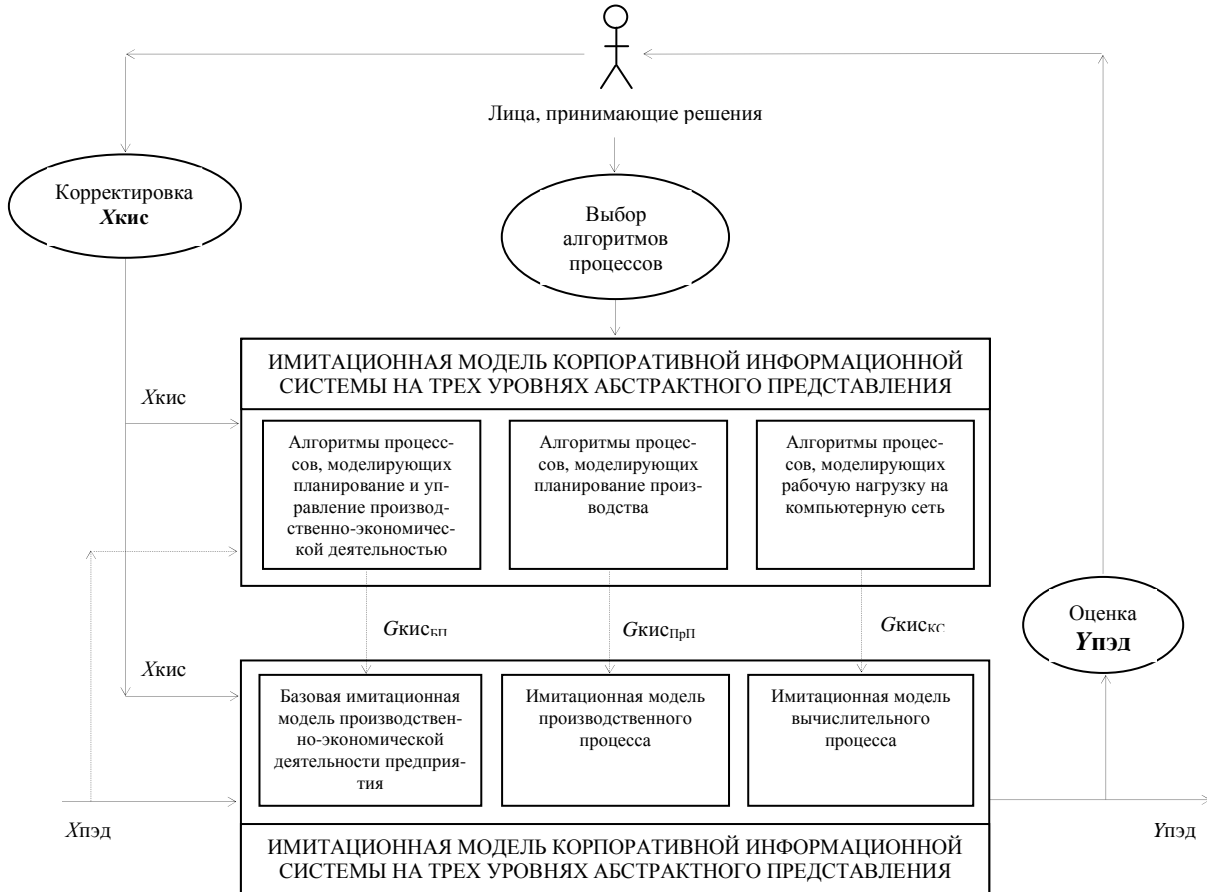


Рис. 1. Концепция оценки эффективности процессов корпоративной информационной системы: $X_{кис}$ – входные параметры процессов КИС; $X_{пэд}$ – входные параметры процессов производственно-экономической деятельности (ПЭД) предприятия; $U_{пэд}$ – выходные параметры процессов ПЭД предприятия; $G_{кис}$ – выходные параметры процессов КИС

Экспериментальная часть

Для построения и исследования имитационных моделей КИС на трех уровнях абстрактного представления используется программно-технологический комплекс имитации сложных систем (ПТКИ) BelSim [4]. В состав ПТКИ BelSim входит программное обеспечение (ПО) для построения функциональной модели системы на основе методологии IDEF0; интегрированная среда разработки приложений на языке C++; система имитационного моделирования (СМ) PSTL; ПО для планирования, проведения и обработки результатов имитационных экспериментов (ИЭ); ПО для анализа результатов моделирования. Вы-

бор ПТКИ BelSim обусловлен следующими преимуществами комплекса по сравнению с другими существующими СМ:

- наличие развитых средств декомпозиции сложных систем;

- использование C++ в качестве базового языка для построения имитационных моделей (ИМ), что позволяет строить ИМ, используя возможности стандартных библиотек, не накладывает ограничений на состав и функции компонентов системы, обеспечивает максимальную скорость работы ИМ;

- использование процессного способа имитации, который является наиболее

универсальным и может применяться для построения моделей любых сложных систем [1];

– открытость кода ИМ и СМ, которая позволяет легко изменять состав компонентов ИМ (процессов и активностей) и алгоритмы их функционирования;

– наличие средств для исследования ИМ (оценки погрешности моделирования, анализа длины переходного процесса и устойчивости результатов моделирования, анализа чувствительности откликов), планирования, проведения и обработки результатов ИЭ;

– наличие базовой имитационной модели производственно-экономической деятельности промышленного предприятия, что позволяет значительно ускорить создание имитационной модели КИС на уровне бизнес-процессов [4; 5].

На этапах декомпозиции сложной системы на подсистемы, а также каждой подсистемы на процессы и активности используется методология IDEF0. Для автоматизации процесса в сложных случаях можно применять специализированные средства (например, CASE-пакет PLATINUM BPWin), что позволит обеспечить строгое следование методологии IDEF0 и поддержку целостности данных при переходе между уровнями при декомпозиции системы на подсистемы и подсистем на процессы и активности.

СМ ПТКИ BelSim реализована с использованием стандартных средств языка ANSI C++. При разработке моделей применяется среда Microsoft Visual C++ .NET Express, которая обладает развитыми средствами написания и отладки программ. Внешний обмен данными реализован через файлы в формате XML. Функции управляющей программы моделирования (УПМ) реализует класс CSimulator, который включает структуру данных TNextActivity, содержащую сведения о моменте активизации процесса (время и выполняемая активность); структуру данных TProcess для хранения сведений о процессе (идентификатор, приоритет, момент следующей активизации); класс CProcess, содержащий список работающих процессов. Для запуска процесса моделирования используется

функция run класса CSimulator. Процесс моделирования состоит в последовательной активизации процессов, смене модельного времени и проверке условий окончания моделирования (истечение времени моделирования, завершение всех процессов, активность какого-либо процесса вызвала оператор останова) [4; 5].

ПО для планирования, проведения и обработки результатов ИЭ в ПТКИ BelSim взаимодействует посредством передачи данных через XML-файлы, доступ к которым осуществляется с использованием библиотеки MSXML. Для обмена данными используются XML-файлы данных модели и XML-файлы данных эксперимента. Для ввода исходных данных модели, выбора типа эксперимента (оценка погрешности моделирования, анализ длины переходного процесса и устойчивости результатов моделирования, анализ чувствительности откликов к изменению входных параметров, полный факторный эксперимент, дробный факторный эксперимент), выбора параметров, откликов и уровней изменения откликов применяется приложение Experiment Designer (рис. 2).

Для проведения экспериментов используется программный модуль Experimenter, который получает данные из XML-файла данных модели и XML-файла данных эксперимента, выполняет прогон модели и записывает результаты в XML-файл данных эксперимента [4; 5].

Для анализа результатов экспериментов в ПТКИ BelSim используется блок обработки результатов экспериментов (БОРЭ), который позволяет загружать из XML-файла результаты моделирования, выполнять предварительную обработку результатов моделирования, исследовать свойства ИМ и изменять отклики в зависимости от входных параметров [6].

Таким образом, для планирования, проведения и обработки результатов ИЭ средствами ПТКИ BelSim исследователю необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1) выбор исполняемого файла модели, если модель исследуется в первый раз, или XML-файла данных модели, который был сохранён до этого;

2) ввод исходных данных модели, если был открыт исполняемый файл модели, или при необходимости редактирование исходных данных, если был открыт XML-файл данных модели;

3) сохранение файла данных модели;

4) создание нового эксперимента;

5) выбор типа эксперимента (оценка погрешности моделирования; анализ длины переходного процесса и устойчивости результатов моделирования; анализ чувствительности откликов к значениям входных параметров; полный факторный эксперимент; дробный факторный эксперимент);

6) выбор параметров и откликов для эксперимента;

7) ввод числа параллельных опытов;

8) ввод уровней параметров модели;

9) сохранение данных эксперимента;

10) проведение экспериментов с использованием ПО Experimenter после задания необходимых параметров командной строки;

11) загрузка результатов экспериментов в БОРЭ;

12) обработка результатов ИЭ средствами БОРЭ;

13) сохранение полученных результатов;

14) построение графических зависимостей и возврат к первому пункту или завершение процесса исследования модели.

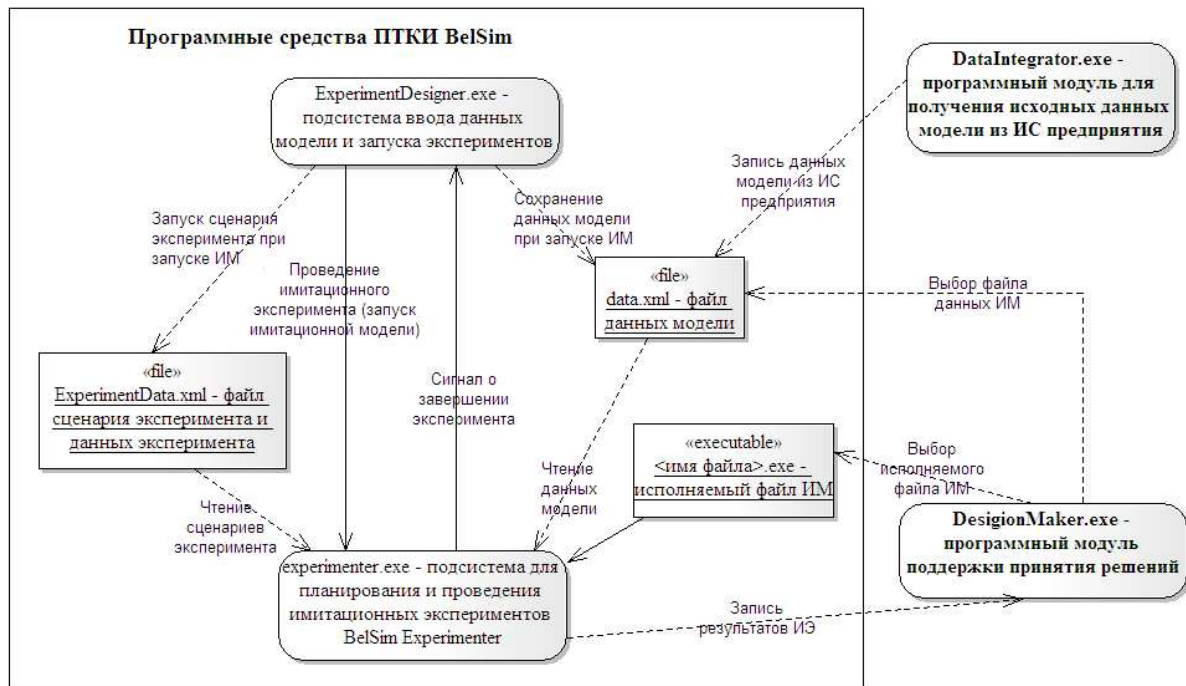


Рис. 2. Состав и структура программного обеспечения для оценки эффективности процессов корпоративной информационной системы

Обсуждение результатов

Несмотря на мощные средства создания и исследования ИМ, при построении ИМ КИС на уровне бизнес-процессов и производственного процесса исследователь сталкивается со следующими проблемами:

– отсутствие средств получения исходных данных для моделирования из базы данных предприятия;

– отсутствие средств поддержки принятия управленческих решений на основе результатов моделирования.

Задача получения исходных данных для моделирования заключается в получе-

нии массивов данных из баз данных предприятия, которые используют стандартные системы управления базами данных для хранения информации, и записи полученных данных в XML-файл данных модели. Это позволяет значительно сократить время, которое тратит исследователь на ввод исходных данных для моделирования [7].

Для поддержки принятия управленческих решений необходимо разработать

Заключение

Проверка адекватности и апробация имитационной модели КИС на уровне бизнес-процессов и производственного процесса выполнена в ООО «СМИТ-Ярцево» (г. Ярцево Смоленской области).

ПО, реализующее стандартные методы принятия решений на основе различных критериев. Разработанное ПО обеспечивает выбор параметров ИМ, которые необходимо варьировать, и откликов ИМ, на основе которых принимается решение; прогоняет ИМ и строит матрицу принятия решений на основе результатов моделирования; обеспечивает выбор оптимального решения на основе заданного критерия [8].

Внедрение разработанных средств позволило сократить количество не укомплектованных к моменту запуска в производство изделий на 50%, сократить количество заказов, не выполненных в срок, на 80 % [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максимей, И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И.В. Максимей. – М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.
2. Розен, В.В. Математические модели принятия решений в экономике / В.В. Розен. – М.: Высш.шк., 2002.
3. Саати, Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети: [пер. с англ.] / Т. Саати; науч. ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.
4. Якимов, А.И. Имитационное моделирование в ERP-системах управления / А.И. Якимов, С.А. Альховик. – Минск: Беларус. наука, 2005. – 197 с.
5. Якимов, А.И. Технология имитационного моделирования систем управления промышленных предприятий / А.И. Якимов. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2010. – 304 с.
6. Якимов, А.И. Информационная оценка программных средств для управления экономической деятельностью промышленного предприятия на основе имитационной модели / А.И. Якимов, К.В. Захарченков // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 1(41). – С. 94–101.
7. Якимов, А.И. Программное обеспечение интеграции имитационной модели с комплексной информационной системой / А.И. Якимов, К.В. Захарченков // Доклады БГУИР. – 2008. – № 2(32). – С. 111–117.
8. Захарченков, К.В. Применение матриц парных сравнений для определения значений весовых коэффициентов откликов моделей / К.В. Захарченков // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы республ. науч.-техн. конф. (г. Могилев, 24-25 янв. 2007 г.). – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2007. – С. 112.
9. Захарченков, К.В. Разработка метода, моделей и технологии оценки эффективности процессов управления в корпоративных информационных системах: автореф. дис.... канд. техн. наук / К.В. Захарченков. – Брянск, 2014. – 20 с.
1. Maximej, I.V., Computer simulation modeling / I.V. Maximej. – M.: Radio and Communication, 1988. – pp. 232.
2. Rosen, V.V., Simulators of Decision-making in Economy / V.V. Rosen. – M.: Higher School, 2002.
3. Saati, T., Decision-making at Dependences and Feedbacks: Analytical Networks: [transl. from Engl.] / T. Saati; under scientific editorship A.V. Andreichikov, O.N. Andreichkova. – Publishing House LKI, 2008. – pp. 360.
4. Yakimov, A.I., Simulation Modeling in ERP-Systems of Management / A.I. Yakimov, S.A. Alkhovik. – Minsk: Belarus. Science, 2005. – pp. 197.
5. Yakimov, A.I., Techniques of Simulation Modeling of Industrial Enterprise Management Systems / A.I. Yakimov. – Mogilyov: Belarus.-Rus. Uni-t, 2010. – pp. 304.
6. Yakimov, A.I. Information estimation of software tools for economic activity of industrial enterprise based on simulation model / A.I. Yakimov, K.V. Zakharchenkov // Bulletin of Bryansk State Technical University. – 2014. – № 1(41). – pp. 94–101.
7. Yakimov, A.I., Software of simulation model integration with complex information system / A.I. Yakimov, K.V. Zakharchenkov // Reports of BSUIR. – 2008. – № 2(32). – pp. 111–117.
8. Zakharchenkov, K.V., Matrix application of couple comparisons for value definition of weight ratios of model responses / K.V. Zakharchenkov //

New Materials, Equipment and Techniques in Industry: Proceedings of The Republican Scientific Technical Conf. , Mogilyov, January 24-25, 2000. – Mogilyov: Belorus.-Rus. Uni-t, 2007. – pp. 112.

9. Zakharchenkov, K.V., Development of Method,

Models and Techniques for Estimation of Management Effectiveness in Corporate Information Systems: Abstract for Can.Eng. Degree Defence / K.V. Zakharchenkov. – Bryansk, 2014. – pp. 20.

Статья поступила в редколлегию 27.11.2015.

Рецензент: д.псих.н., профессор Брянского государственного технического университета

Спасенников В.В.

Сведения об авторах:

Аверченков Владимир Иванович, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Компьютерные технологии и системы» Брянского государственного технического университета, тел.: 8 (4832) 56-49-90, e-mail: aver@tu-bryansk.ru.

Круголеви́ч Серге́й Константинович, к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Автоматизированные системы управления» «Белорусско-Российского университета», тел.: +375 (222) 252447, +375 (44) 7163816.

Averchenkov Vladimir Ivanovich, D.Eng., Head of the Dep. “Computer Techniques and Systems” Bryansk State Technical University, Phone: 8 (4832) 56-49-90, e-mail: aver@tu-bryansk.ru.

Krutolevich Sergey Konstantinovich, Can.Eng., Assistant Prof., Head of the Dep. “Automated Management Systems” SIHPE “Belarussian-Russian University”, Phone: +375 (222) 252447, +375 (44) 7163816.

Yakimov Anatoly Ivanovich, Can.Eng., Assistant

Якимов Анатолий Иванович, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные системы управления» Белорусско-Российского университета, тел.: +375 (222) 252447, +375 (44) 7163816, e-mail: ykm@tut.by.

Захарченков Константин Васильевич, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные системы управления» Белорусско-Российского университета, e-mail: zaharchenkovkv@mail.ru.

Prof. of the Dep. “Automated Management Systems” SIHPE “Belarussian-Russian University”, Phone: +375 (222) 252447, +375 (44) 7163816, e-mail: ykm@tut.by.

Zakharchenkov Konstantin Vasilievich, Can.Eng., Assistant Prof. of the Dep. “Automated Management Systems Belarussian-Russian University, e-mail: zaharchenkovkv@mail.ru.