

Д. И. Копелиович, О. Н. Юркова

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Исследуются особенности построения автоматизированных систем мониторинга в сложных социально-экономических системах. Мониторинг рассматривается как важная составляющая системы управления, которая включает сбор и аналитическую обработку больших объемов неструктурированной информации. Мониторинг может быть реализован только при условии определенной упорядоченности и взаимосвязи его элементов. Повышение эффективности процессов мониторинга в сложных социально-экономических системах за счет автоматизации процессов мониторинга и разработки программных систем является необходимым элементом в управлении. Предложена эталонная модель мониторинга и оценивания, на основе которой разработаны принципы построения автоматизированных систем мониторинга и общая архитектура программного компонента: принцип развития, принцип совместимости, принцип стандартизации, принцип эффективности. Приведенные принципы являются основополагающими при создании различных компонент автоматизированной системы мониторинга социально-экономических систем в различных предметных областях и обеспечивают методическое единство всех подсистем управления как автоматизированных систем. Реализация выделенных принципов отражена в архитектуре программной системы. Предложенная архитектура информационной системы мониторинга социально-экономических объектов строится на базе многоагентных систем. Выделено несколько видов агентов, определены их функции. Данные, необходимые для функционирования информационной системы мониторинга, могут храниться в базе данных, базе знаний или хранилище данных. Такая архитектура соответствует принципам построения систем подобного класса. Учитывая интеллектуальную составляющую процессов мониторинга социально-экономических систем, связанную с аналитической обработкой данных, агентная парадигма разработки программных систем представляется наиболее приемлемой как с точки зрения основных принципов автоматизации мониторинга, так и с позиций современных подходов в программной инженерии.

Ключевые слова: мониторинг, управление, социально-экономическая система, многоагентная система, хранилища данных, агентная парадигма.

Введение

В рыночных условиях управление функционированием и развитием сложных распределенных социально-экономических систем (СЭС) связано с переработкой большого количества информации различной природы, решением слабоструктурированных задач, что обуславливает создание автоматизированных систем, интегрированных в систему управления.

Проблемы функционирования и управления в сложных иерархических распределенных системах рассматриваются в трудах многих ученых, например Р. Акоффа [1], В. М. Буркова [2], Д. А. Новикова [3], М. Месаровича [4], Г. С. Поспелова, В. А. Ирикова, А. Е. Курилова [5], Т. Саати [6], А. В. Карибского [7], А. Д. Цвиркуна [8], Л. С. Лэсдона [9] и др. Теоретической основой для решения задач управления развитием сложных СЭС являются общая теория систем, системный анализ и оптимизация, математическое моделирование и исследование операций, теория принятия решений. Этим направлениям посвящены работы В. М. Буркова [10], Л. И. Ларичева [11], В. Н. Тренева [12] и многие другие.

Поиск обоснованных оценок качества управления и исследования процесса развития СЭС в различных предметных областях обусловлен необходимостью адаптации к требованиям современного общества. Важнейшими условиями повышения эффективности и качества управления являются систематический контроль и анализ объективных данных о состоянии СЭС. Мониторинг текущего состояния сложной СЭС проводится с целью получения объективной информации о результатах ее функционирования, последствиях принятых управленческих решений, а также о тенденциях ее развития. Процесс управления может быть эффективным при наличии постоянной обратной связи, что обеспечивает надежную информацию об эффективности и качестве управления. На практике такая обратная связь не организована должным образом, что определяет актуальность исследований вопросов мониторинга и оценивания в СЭС.

Постановка проблемы

Жесткая конкуренция требует пересмотра концепции управления и функционирования сложных СЭС. Обновленная концепция должна быть направлена в первую очередь на управление эффективностью и качеством бизнес-процессов в сложных системах различного назначения. Все это обуславливает актуальность исследований, связанных с разработкой моделей, алгоритмов, технологий и программных систем управления сложными социально-экономическими системами.

Любая сложная система, которая функционирует в условиях конкурентной рыночной экономики, является открытой системой. Она функционирует во внешней среде, взаимодействует с потребителями, поставщиками, конкурентами, государственными и общественными институтами. Это обуславливает необходимость согласования поведения со всеми заинтересованными сторонами и социальной ответственности за результаты своей деятельности. Именно поэтому проблема эффективности превратилась в глобальную экономическую, социальную, политическую, техническую задачу, которая требует решения.

Современные сложные организационные системы используют для управления различные системы измерения эффективности. Это предполагает наличие определенных критериев измерения. Однако обычно внедрение системы измерения эффективности носит формальный, а иногда даже ложный характер, что приводит к принятию неверных решений и, как следствие, к необратимым последствиям. Это обуславливает необходимость исследования проблемы управления в сложных СЭС как комплекса задач постановки целей, создания системы измерения эффективности, распределения ресурсов, мониторинга и оценки на основе единого методологического подхода и создания соответствующих прикладных информационных технологий и программных продуктов.

Особое место в системе управления занимает подсистема мониторинга и оценивания состояния СЭС. Без своевременных, достоверных и надежных оценок показателей эффективности функционирования СЭС нельзя говорить об эффективности и результативности управления. В связи с вышеизложенным в центре нашего внимания оказались вопросы изучения особенностей построения автоматизированных систем мониторинга в различных СЭС.

Целью исследований являлась разработка эталонной модели мониторинга для повышения эффективности процессов мониторинга в сложных СЭС за счет автоматизации процессов мониторинга и разработки программных компонент.

Как показывает анализ исследований в области решения задач мониторинга и оценивания, можно выделить два основных подхода к проведению мониторинга и оценки.

Во-первых, традиционный подход, известный также как мониторинг и оценивание, которые фокусируются на выполнении. Традиционный подход к мониторингу ориентируется на входы, выходы и действия, которые выполняются в системе [13]. Такой подход предоставляет информацию о процессе функционирования, акцентирует внимание на организационных вопросах, однако результаты функционирования системы остаются без внимания.

Второй подход представлен мониторингом и оцениванием, которые основаны на результатах. Этот подход, в отличие от традиционного, ориентирован на цели и результаты функционирования системы [13, 14]. При этом предполагается сбор и анализ данных о состоянии системы для того, чтобы сравнить, насколько хорошо она функционирует по сравнению с ожидаемым результатом. Мониторинг и оценивание, основанные на результатах, предоставляют информацию относительно проблем эффективности управления и развития системы. Этот подход позволяет также анализировать, насколько близко текущее состояние исследуемой СЭС по отношению к желаемым результатам.

Учитывая и обобщая существующие тенденции и подходы к решению задачи мониторинга сложной СЭС, можно предложить следующую эталонную модель мониторинга и оценивания (рис. 1). Администрация (руководство) СЭС устанавливает миссию, стратегию, планы, определяет цели функционирования системы и соответствующие результаты, отображающие достижения целей. Основываясь на целях и результатах, должны определяться показатели эффективности. Формирование системы показателей эффективности является важной составляющей процесса мониторинга, поскольку определяет источники данных и методы сбора информации, а также способы оценивания. В формировании множества показателей должны участвовать экс-

перты и аналитики, поскольку этот процесс требует анализа целей и соответствующих результатов. Обоснование каждого показателя должно доказывать, что он действительно характеризует результат функционирования системы.

Мониторинг, как компонент эталонной модели, предоставляет данные, отражающие значение показателей. Эти данные собираются из определенных источников. Они могут собираться вручную или с помощью автоматизированных средств. Оценивание должно осуществляться на основе соответствующих моделей, которые, с одной стороны, обосновывают полученные оценки, а с другой – отражают результаты и степень достижения целей на основе системы показателей эффективности функционирования СЭС.

Архитектура автоматизированной системы мониторинга

Первым важным этапом разработки программных систем является анализ требований. Как правило, рассматривают две составляющие: функциональные и нефункциональные требования. Функциональность автоматизированной системы мониторинга определяется необходимостью сбора данных о текущем состоянии СЭС и дальнейшей аналитической обработкой собранных данных, а также вопросами представления полученных результатов мониторинга. С точки зрения нефункциональных требований обычно рассматриваются вопросы качества программной системы. Наиболее актуальным вопросом при разработке автоматизированных систем мониторинга социально-экономических объектов различной природы является поиск решений, которые облегчают хранение, повторное использование и анализ соответствующих знаний.

Следующим этапом разработки автоматизированной системы является проектирование программных компонент и разработка архитектуры программной системы. В строгом значении архитектура программного обеспечения представляет собой описание подсистем и компонент программной системы, а также связей между ними. Выбор архитектуры связан не только с требованиями к программной системе, но и с имеющимися возможностями разработчиков и существующими ограничениями.

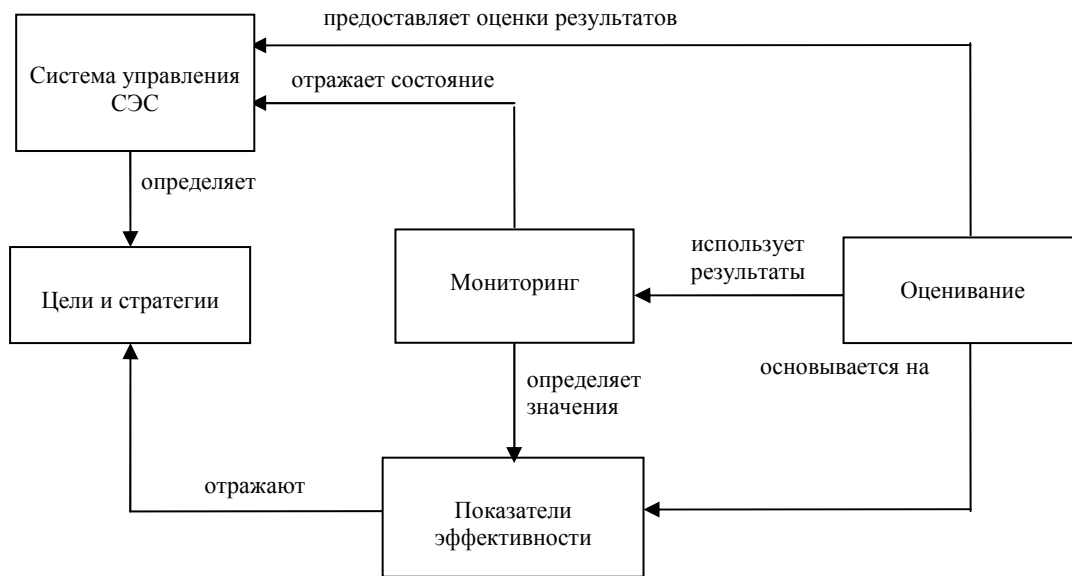


Рис. 1. Эталонная модель мониторинга социально-экономической системы

Учитывая концепции, сложившиеся в программной инженерии, с целью выбора и детализации архитектуры автоматизированной системы мониторинга социально-экономических объектов рассмотрим основные принципы создания информационных систем подобного типа. Данные принципы обеспечивают методическое единство всех подсистем управления как автоматизированных систем.

1. Принцип развития заключается в том, что автоматизированная система мониторинга должна создаваться с учетом пополнения и обновления функций системы и видов ее обеспечения. Автоматизированная система должна наращивать свои мощности, оснащаться новыми техническими и программными средствами, быть способной постоянно расширять и обновлять информационный фонд, который включает совокупность баз данных, баз знаний и хранилищ данных.

2. Принцип совместимости заключается в обеспечении способности взаимодействия автоматизированной системы мониторинга с подсистемами автоматизированной системы управления различных видов и уровней в процессе их совместного функционирования. Реализация этого принципа обеспечивает нормальное функционирование социально-экономических объектов, повышение эффективности и качества управления предприятием.

3. Принцип стандартизации и унификации заключается в рациональном применении типовых, унифицированных и стандартизированных элементов при создании и развитии автоматизированной системы мониторинга. Внедрение в практику создания программных систем этого принципа позволяет сократить временные, трудовые, стоимостные затраты на создание программных компонент при максимальном использовании накопленного опыта в формировании проектных решений и внедрении автоматизации проектировочных работ.

4. Принцип эффективности заключается в достижении рационального соотношения между затратами на создание автоматизированной системы мониторинга социально-экономических объектов и результативностью ее применения, которая получается при ее функционировании.

Приведенные принципы являются основополагающими при создании различных компонент автоматизированной системы мониторинга СЭС в различных предметных областях. Реализация выделенных принципов должна быть отражена в архитектуре программной системы.

Нами предлагается архитектура информационной системы мониторинга социально-экономических объектов на базе многоагентных систем (рис. 2). Выделяется несколько видов агентов: агент поиска первичных данных, агент очистки сырых данных, агент измерения показателей эффективности и агент оценивания. Агент поиска первичных данных мониторинга является ответственным за поиск информации во всех доступных источниках данных. Агент очистки данных поддерживает начальную обработку данных и исключает повторяющиеся или несовместимые данные. Агент измерения показателей эффективности отвечает за получение численных значений показателей, которые характеризуют текущее состояние СЭС. Основной целью агента оценивания является оценка качества мониторинга, т. е. надежности, достоверности и актуальности полученных результатов.

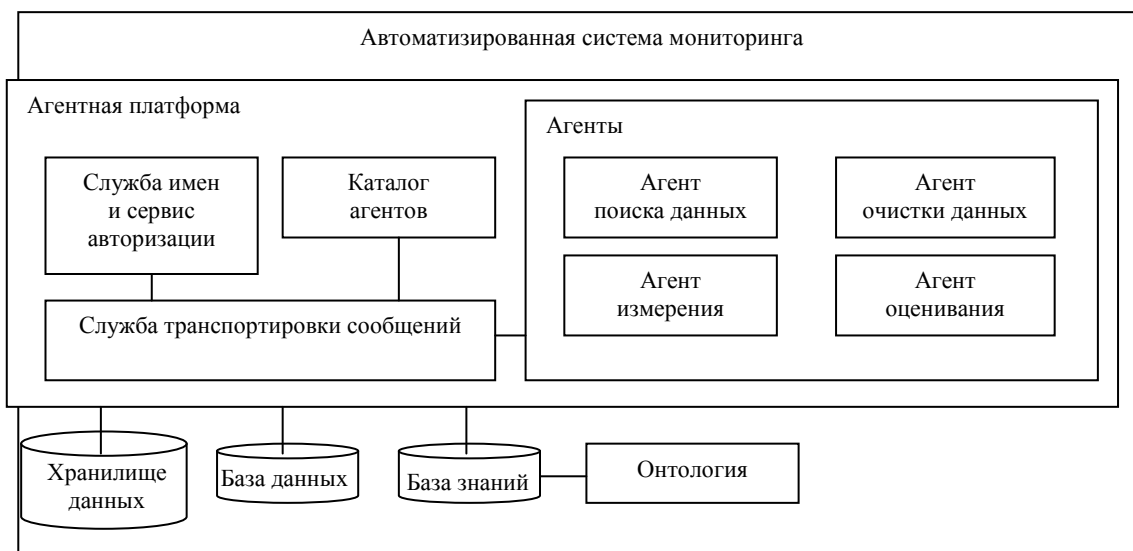


Рис. 2. Общая архитектура автоматизированной системы мониторинга социально-экономических объектов

Агенты общаются друг с другом через службу транспортировки сообщений (рис. 2). Работа агентов координируется и контролируется службой имен и сервисом авторизации. Каталог агентов необходим для информирования агентов об окружающей среде. Онтология необходима для того, чтобы обеспечить общее описание предметной области для различных агентов. Данные, необходимые для функционирования информационной системы мониторинга, могут храниться в базе данных, базе знаний или хранилище данных. Возможны также и другие источники данных для мониторинга.

Выводы

Таким образом, анализ предметной области и существующих методов и средств поддержки принятия решений выявил недостатки существующих систем: недостаточную оперативность, невозможность обнаружения скрытых закономерностей в данных, а также их высокую трудоемкость. Отметим, что отсутствие единой концепции построения систем мониторинга является весомым сдерживающим фактором развития программных систем, поддержки мониторинга социально-экономических объектов.

Как показал анализ, проектирование автоматизированной системы должно соответствовать принципам построения систем такого класса, что определяет выбор общей архитектуры системы. Учитывая интеллектуальную составляющую процессов мониторинга СЭС, связанную с аналитической обработкой данных, агентная парадигма разработки программных систем представляется наиболее приемлемой как с точки зрения основных принципов автоматизации мониторинга, так и с позиций современных подходов в программной инженерии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акофф Р. Л. Вторая промышленная революция. Управление в век систем / Р. Л. Акофф // Проблемы управления в социальных системах. 2010. № 3. С. 52–77.
2. Бурков В. Н. Модели и методы управления организационными системами / В. Н. Бурков, В. А. Ириков. М.: Наука, 1994. 270 с.
3. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами / Д. А. Новиков. М.: МПСИ, 2005. 584 с.
4. Месарович М. Общая теория систем. Математические основы / М. Месарович, И. Такахара. М.: Мир, 1978. 311 с.
5. Поспелов Г. С. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ / Г. С. Поспелов, В. А. Ириков, А. Е. Курилов. М.: Наука, 1985. 424 с.
6. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Т. Саати. М.: ЛКИ, 2008. 360 с.
7. Карибский А. В. Модели и методы управления бизнес-процессами развития технико-экономических систем / А. В. Карибский, Н. В. Шестаков // Автоматика и телемеханика. 1999. № 6. С. 117–129.
8. Цвиркун А. Д. Оптимизация развития структур крупномасштабных систем (на примере электроэнергетических систем) / А. Д. Цвиркун, В. К. Акинфиев. М.: АН СССР. Ин-т проблем управления, 1987. 52 с.
9. Лэсдон Л. С. Оптимизация больших систем / Л. С. Лэсдон. М.: Наука, 1975. 431 с.
10. Бурков В. Н. Механизмы функционирования организационных систем / В. Н. Бурков, В. В. Кондратьев. М.: Наука, 1981. 383 с.
11. Ларичев О. И. Человеко-машинные методы решения многокритериальной задачи о назначениях / О. И. Ларичев, М. Ю. Стернин // Автоматика и телемеханика. 1998. № 7. С. 135–156.
12. Трнев В. Н. Методы и механизмы реализации распределенных процедур формирования управленческих решений при реформировании предприятий / В. Н. Трнев. М.: ИПУ, 1998. 117 с.
13. Kusek J. Z. Ten steps to a results-based monitoring and evaluation system: a handbook for development practitioners / J. Z. Kusek, R. C. Rist. Washington, DC: The World Bank. 248 p.
14. Farrel G. M. Results-based monitoring and evaluation at the Commonwealth of Learning / G. M. Farrel. Vancouver: Commonwealth of Learning, 2009. 80 p.

Статья поступила в редакцию 1.10.2014

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Копелиович Дмитрий Игоревич – Россия, 241035, Брянск; Брянский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Информатика и программное обеспечение»; dkopeliovich@rambler.ru.

Юркова Ольга Николаевна – Россия, 241037, Брянск; Брянская государственная инженерно-технологическая академия; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Информационные технологии»; yurkova_olga@mail.ru.



D. I. Kopeliovich, O. N. Yurkova

PRINCIPLES OF DESIGNING THE AUTOMATED SYSTEMS OF MONITORING THE SOCIAL AND ECONOMICAL OBJECTS

Abstract. The work is devoted to the study of the characteristics of the automated monitoring systems in complex socio-economic systems. Monitoring is considered as an important component of the management system, which includes the collection and analytical processing of large volumes of the unstructured information. Monitoring can be implemented only if a certain order and the relationship of its elements. Improving the effectiveness of the monitoring processes in the complex socio-economic systems by automating the monitoring processes and software systems is an essential element in management. The reference model of monitoring and evaluation is proposed. Based on this model, the principles of building the automated systems of monitoring and general architecture of the software component: the principle of development, the principle of compatibility, the principle of standardization and the principle of effectiveness are developed. The principles are fundamental in the creation of various components of the automated system of monitoring of the socio-economic systems in different subject areas and provide a methodological unity of all subsystems of the management of the automated systems. Implementation of the selected principles are reflected in the architecture of the software system. The proposed architecture of the information system of monitoring of the socio-economic objects is based on the multi-agent systems. Several types of agents are revealed, their functions are defined. The data necessary for operation of the information system monitoring may be stored in the database, knowledge base or data warehouse. This architecture corresponds to the principles of the systems of this class. Taking into account the intellectual component processes of monitoring of the socio-economic systems associated with the analytical data processing, the agent-based paradigm of software development systems seems to be the most acceptable from the point of view of the basic principles of automation, monitoring, and from positions of the modern approaches in software engineering.

Key words: monitoring, management, socio-economic system, multi-agent system, data warehouse, agent paradigm.

REFERENCES

1. Akoff R. L. Vtoraia promyshlennaia revoliutsiia. Upravlenie v vek sistem [Second industrial revolution. Control during the epoch of the systems]. *Problemy upravleniia v sotsial'nykh sistemakh*, 2010, no. 3, pp. 52–77.
2. Burkov V. N., Irikov V. A. *Modeli i metody upravleniia organizatsionnymi sistemami* [Models and methods of control of the organizational systems]. Moscow, Nauka Publ., 1994. 270 p.
3. Novikov D. A. *Teoriia upravleniia organizatsionnymi sistemami* [Theory of control of organizational systems]. Moscow, MPSI, 2005. 584 p.
4. Mesarovich M., Takahara I. *Obschaia teoriia sistem. Matematicheskie osnovy* [General theory of the systems. Mathematical bases]. Moscow, Mir Publ., 1978. 311 p.
5. Pospelov G. S., Irikov V. A., Kurilov A. E. *Protsedury i algoritmy formirovaniia kompleksnykh programm* [Procedures and algorithms of formation of complex software]. Moscow, Nauka Publ., 1985. 424 p.
6. Saati T. *Priniatie reshenii pri zavisimostiakh i obratnykh svyaziakh: Analiticheskie seti* [Decision making while dependencies and feedbacks: Analytical networks]. Moscow, LKI Publ., 2008. 360 p.
7. Karibskii A. V., Shestakov N. V. *Modeli i metody upravleniia biznes-protsessami razvitiia tekhniko-ekonomicheskikh sistem* [Models and methods of control of business-processes of the development of the technical and economic systems]. *Avtomatika i telemekhanika*, 1999, no. 6, pp. 117–129.

8. Tsvirkun A. D., Akinfiyev V. K. *Optimizatsiia razvitiia struktur krupnomasshtabnykh sistem (na primere elektroenergeticheskikh sistem)* [Optimization of the development of the structures of the large-scale systems (by the example of power energy systems)]. Moscow, AN SSSR, In-t problem upravleniia, 1987. 52 p.
9. Lesdon L. S. *Optimizatsiia bol'shikh sistem* [Optimization of the large systems]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 431 p.
10. Burkov V. N., Kondrat'ev V. V. *Mekhanizmy funktsionirovaniia organizatsionnykh sistem* [Mechanisms of functioning of the organizational systems]. Moscow, Nauka Publ., 1981. 383 p.
11. Larichev O. I., Sternin M. Iu. Cheloveko-mashinnye metody resheniia mnogokriterial'noi zadachi o naznacheniiakh [Man-machine methods of solution of the multi-criteria task on application]. *Avtomatika i telemekhanika*, 1998, no. 7, pp. 135–156.
12. Trenev V. N. *Metody i mekhanizmy realizatsii raspredelennykh protsedur formirovaniia upravlencheskikh reshenii pri reformirovanii predpriatii* [Methods and mechanisms of implementation of distributional procedures of formation of managerial decisions while enterprise reconstruction]. Moscow, IPU, 1998. 117 p.
13. Kusek J. Z., Rist R. C. *Ten steps to a results-based monitoring and evaluation system: a handbook for development practitioners*. Washington, DC: The World Bank. 248 p.
14. Farrel G. M. *Results-based monitoring and evaluation at the Commonwealth of Learning*. Vancouver: Commonwealth of Learning, 2009. 80 p.

The article submitted to the editors 1.10.2014

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kopeliovich Dmitry Igorevich – Russia, 241035, Bryansk; Bryansk State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department "Computer Science and Software"; dkopeliovich@rambler.ru.

Yurkova Olga Nikolaevna – Russia, 241037, Bryansk; Bryansk State Technological Academy of Engineering; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Information Technology"; yurkova_olga@mail.ru.

