

**Чумаченко Ігор Володимирович** – доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків; завідувач кафедри управління проектами в міському господарстві і будівництві; тел.: (057) 707-31-32; e mail: ivchumachenko@gmail.com.

**Chumachenko Ihor Volodymyrovych** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv; Head of the Department of Project management in urban economy and construction; tel.: (057) 707-31-32; e mail: ivchumachenko@gmail.com.

УДК 005.8: 519.876.5

**К. В. КОШКИН, А. М. ВОЗНЫЙ, Н. Р. КНЫРИК**

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИТ-ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В статье предложена имитационная модель проекта ИТ-компании на основе интеграции принципов системной динамики и когнитивного моделирования. Приводятся примеры экспериментов с моделью. Анализируются изменения значений параметров при принятии различных управленческих решений. Представлены результаты экспериментов с моделью: симуляции, оптимизационного эксперимента, эксперимента по методу Монте-Карло, а также анализа чувствительности выходных данных к изменению значений ключевых факторов модели.

**Ключевые слова:** управление ИТ-проектами, модель проекта, имитационное моделирование.

**Введение.** ИТ-проекты, с одной стороны, соответствуют классическому определению проекта [1], а, с другой стороны, они обладают особенностями, которые отличают их от других видов проектов. Заказчиком, как правило, является бизнес, а исполнителем – ИТ-специалисты, поэтому возникают трудности в выявлении требований, ожиданий от проекта, в формировании технического задания. Стороны, заинтересованные в успешной реализации проекта, несут равную ответственность за результаты и поэтому должны эффективно взаимодействовать. От этого зависят сроки и качество выполнения проекта. Многие ИТ-проекты в большинстве случаев являются достаточно крупными и дорогостоящими, что подразумевает высокий уровень ответственности и компетенции тех людей, которые ими управляют. Перечисленные факторы оказывают существенное влияние на статистику успешности ИТ-проектов.

**Постановка проблемы в общем виде.** Анализ данных организации The Standish Group, которая занимается исследованиями в сфере информационных технологий, показывают, что основными факторами успеха ИТ-проектов являются ограничения их размера и сложности [2].

Любой ИТ-проект может быть разбит на ряд небольших проектов, которые могут быть выполнены параллельно.

Для небольших проектов можно выделить следующие факторы успеха:

- поддержка исполнительного управления (наличие компетентного спонсора или владельца продукта, заинтересованного в конечном результате);
- участие пользователей (привлечение пользователей продукта к процессу разработки для уточнения требований и получения обратной связи);
- оптимизация (балансировка ценностей, содержания, времени, ресурсов, стоимости и рисков проекта);

- квалифицированные кадры (наличие в команде персонала с необходимым уровнем компетенции);
- опыт управления проектами (наличие у команды управления проектом опыта реализации подобных проектов);
- Agile процесс (применение гибких методологий разработки и управления проектом);
- ясные бизнес-цели (согласованность результатов проекта со стратегическими целями организации);
- эмоциональная зрелость (способность членов проектной команды к самоорганизации);
- исполнение (обеспечение прогресса проекта на этапе его реализации);
- инструменты и инфраструктура (наличие нормативной и инструментальной поддержки проекта).

Первые шесть факторов обеспечивают 85% успешного выполнения небольших проектов (рис. 1). Пять из них относятся к так называемым «мягким» компонентам управления, т.е. связаны с людьми и слабо поддаются формализации. И только фактор «оптимизация» с 15% влияния относится к технической стороне управления.



Рис. 1 – Влияние ключевых факторов на успех небольших ИТ-проектов

Ключевые показатели, по которым производится оптимизация: ценность для участников проекта, длительность, стоимость и риски проекта.

В силу сложности и нелинейности зависимостей между показателями, применение каких либо оптимизационных моделей не представляется возможным. На практике обычно ограничиваются анализом небольшого числа основных сценариев. Автоматизация данного процесса возможна путем проведения оптимизационных экспериментов на базе имитационного моделирования. При этом в качестве составных модулей можно использовать модели, предложенные в [3, 4, 5].

#### Анализ исследований и публикаций.

Необходимость создания имитационных моделей, которые предназначены и используются для мониторинга, анализа, оценки и принятия решений подчеркивается многими авторами [6-8]. Для создания имитационных моделей могут быть использованы различные механизмы. В [6] при построении моделей принятия решений используются методы анализа иерархий и аналитических сетей. В [7] предложены механизмы моделирования проекта в рамках многоагентного подхода. Некоторые прикладные аспекты использования имитационного моделирования в процессе анализа и принятия управленческих решений показаны в [8]. Также там предложена модель функционирования коммунального предприятия,

построенная на базе метода системной динамики. Приведены результаты имитационных экспериментов, направленных на обеспечение эффективного управления материальными и финансовыми потоками предприятия.

Создание имитационных моделей с использованием новых методов и инструментов моделирования обусловлено спецификой реализации IT-проектов и необходимостью анализа проблемных ситуаций, в разрезе которых производится поиск эффективных решений.

**Целью работы** является разработка имитационных моделей системы поддержки принятия решений при реализации IT-проектов, а также их исследование путем проведения машинных экспериментов.

#### Изложение основных результатов исследования.

На основе данных отчета The Standish Group разработана имитационная модель IT-проекта, начальное состояние которой представлено на рис. 2.

Модель сочетает в себе как системно-динамический, так и когнитивный подходы. Т.е. те зависимости, которые можно задать аналитически – задаются в виде функций (например, Затраты = Средняя\_часовая\_ставка\*Трудозатраты), остальные задаются по правилам когнитивного моделирования.

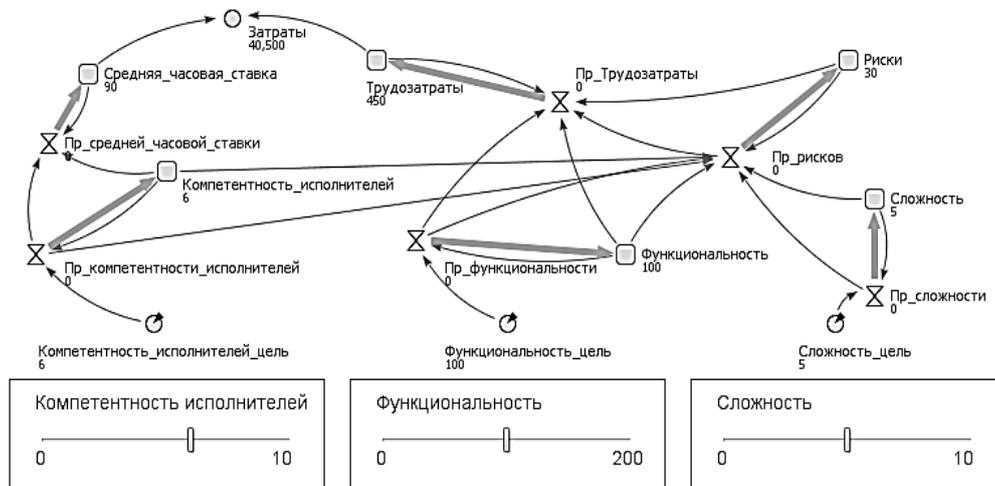


Рис. 2 – Имитационная модель IT-проекта

Переменные, которые относятся к "когнитивной" части модели задаются как накопители, что позволяет синхронизировать темпы их изменения. Аналитические зависимости моделируются обычными переменными.

Для проведения сценарного анализа, для входных переменных определяются параметры, задающие их целевые (необходимые) значения. В нашем случае к ним относятся Компетентность\_исполнителей\_цель, Функциональность\_цель и Сложность\_цель. Изменяя эти параметры в режиме простого эксперимента, можно анализировать последствия возможных проектных решений.

Так, например, можно оценить стоимость проекта при делении его на два подпроекта (или этапа) – рис. 3. Для этого уменьшим параметр Функциональность\_цель со 100% до 50%. При этом получим стоимость порядка 13 000 у.е. вместо ожидаемой 20 250 у.е. (40 500 у.е. / 2). Это достигается за счет сокращения рисков проекта.

Рис. 4 иллюстрирует, что если в результате неправильной оценки сложности проекта выясняется, что она сейчас занижена, можно после увеличения ее в модели попытаться компенсировать возросшие риски за счет увеличения компетентности персонала и отказа от части функциональности. Видно, что сложность

возросла с 5 до 6 баллов. Для возврата к первоначальному бюджету можно повысить квалификацию персонала с 6 до 8 баллов и отказаться от 5% функционала. При этом трудоемкость снизится с 450 до 346 часов.

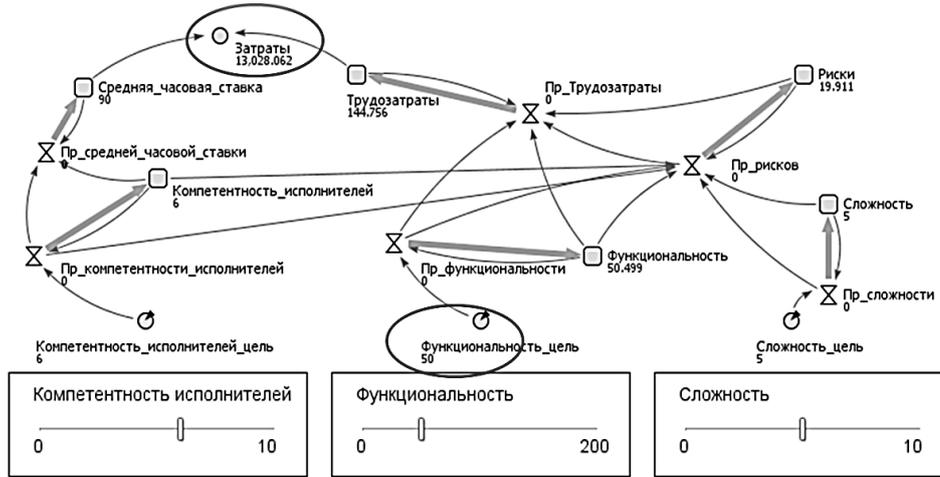


Рис. 3 – Параметры проекта при сокращении функциональности в 2 раза

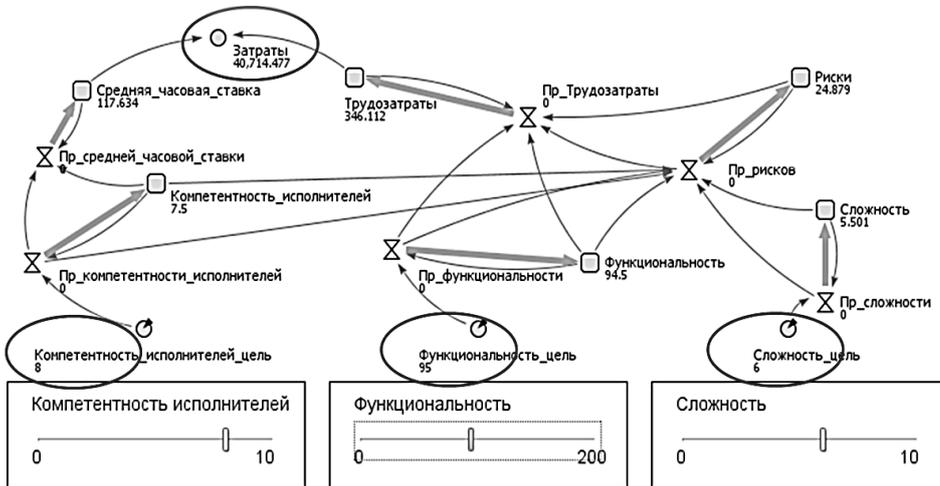


Рис. 4 – Компенсация возросшей сложности проекта за счет компетентности персонала и отказа от части функциональности продукта

На рис. 5 представлен другой вариант решения – стоимость останутся неизменными (не получим отказаться от 8% функциональности без изменения эффекта сокращения длительности). компетентности команды. При этом бюджет и

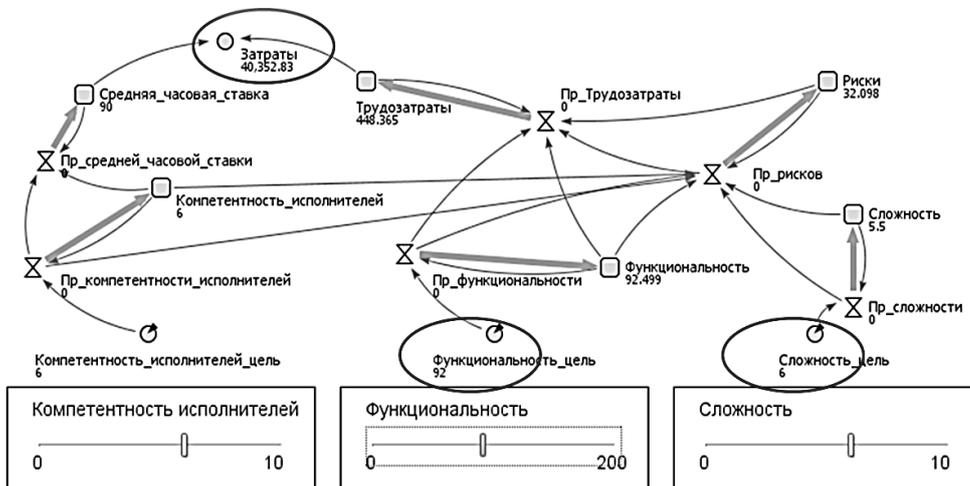


Рис. 5 – Компенсация возросшей сложности проекта только за счет отказа от части функциональности продукта

С помощью оптимизационных экспериментов которых результаты моделирования наиболее точно можно найти значения параметров модели, при соответствуют заданным данным (рис. 6).

*Calibration Experiment*

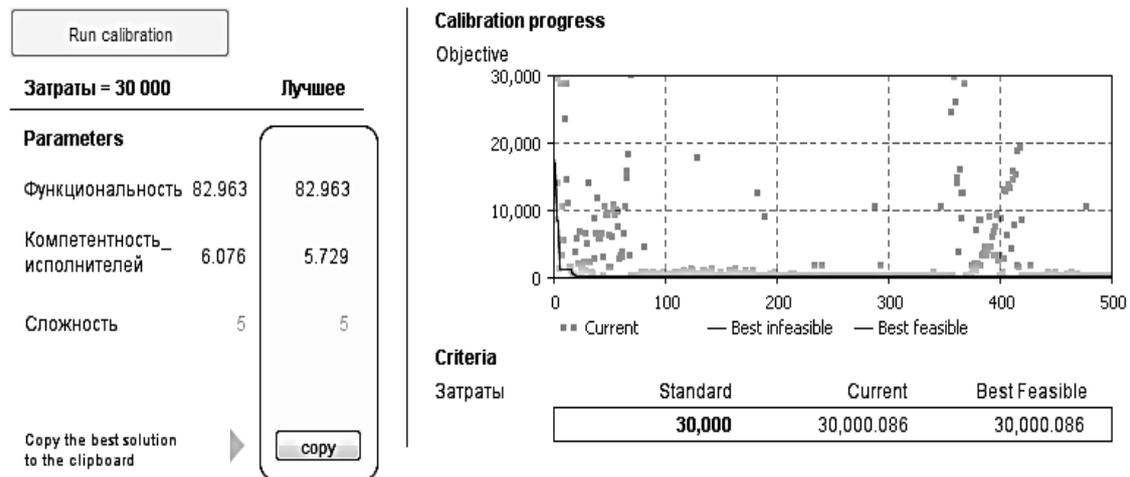


Рис. 6 – Параметры модели при ограничении бюджета проекта в 30 000 у.е.

**Varied Parameters**

Функциональность      80.018  
Компетентность\_исполнителей      5.235  
Сложность      5

**Charts**

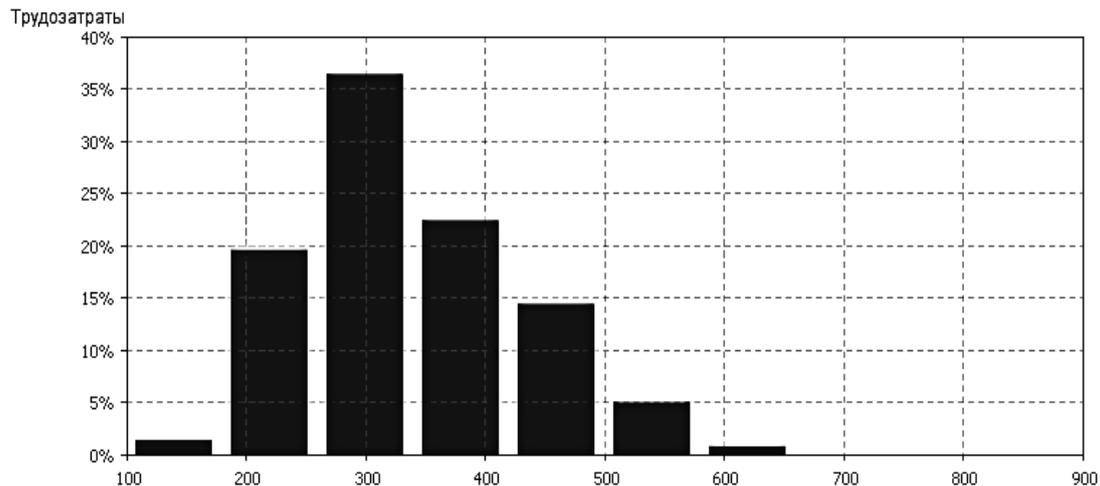


Рис. 7 – Плотность распределения вероятности величины трудоемкости проекта

Эксперимент Монте-Карло реализует метод статистических испытаний и показывает плотность распределения вероятности величины затрат проекта и величины трудозатрат проекта при варьировании функциональности и квалификации в пределах:

- функциональность – [70;100];
- компетентность – [4;9].

На рис. 7 представлен профиль распределения вероятности величины трудоемкости проекта для этих значений. Аналогично получаем профиль для величины затрат проекта.

**Выводы.** 1. На основании статистики успешности IT-проектов, а также анализа влияющих на нее

факторов построена имитационная модель проекта, сочетающая в себе системно-динамический и когнитивный подходы.

2. Проведен ряд простых экспериментов с моделью, реализующих различные сценарии принятия проектных решений, направленных на балансировку значений ключевых показателей проекта.

3. Проведен оптимизационный эксперимент, направленный на решение обратной задачи нахождения значений параметров проекта, для достижения целевого значения определенного показателя.

4. Проведены эксперименты по методу Монте-Карло, позволяющие оценить разброс значений показателей проекта в условиях неопределенности.

**Список литературы:** 1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) [Text] – Fifth Edition. USA : PMI, 2013. 2. The Standish Group International, The CHAOS Manifesto 2013 [Электронный ресурс] / The Standish Group International. – Режим доступа : <http://www.standishgroup.com/>. – Дата обращения : 20 ноября 2015. 3. Возный, А. М. Имитационное моделирование ИТ-проектов на основе сетей Петри [Текст] / А. М. Возный, К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Вісник НТУ «ХП». Сер. Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х., 2015. – № 1 (1110). – С. 24–28. 4. Управление ресурсами распределенных проектов и программ [Текст]: монография / В. Н. Бурков, С. Д. Бушуев, А. М. Возный [и др.]. – Николаев: издатель Торубара В. В., 2015. – 386 с. 5. Кошкин, К. В. Оценка сценариев развития организационных систем на основе модельных экспериментов [Текст] / К. В. Кошкин, А. М. Возный, Н. Р. Кнырик // Вісник ХТУ «ХПП». – Харьков: ХТУ «ХПП», 2014. – № 2 (1045). 6. Кравченко, Т. К. Управление требованиями при реализации ИТ-проектов [Текст] / Т. К. Кравченко // Бизнес-информатика. – 2013. – № 3 (25). – С. 63–71. 7. Виссия, Х. Технология выполнения ИТ-проектов коллективами распределенных исполнителей [Текст] / Х. Виссия, В. В. Краснопрошин, А. Н. Вальвачев // Искусственный интеллект. – 2008. – № 3. 8. Соколовская, З. Н. Прикладное имитационное моделирование как аналитическая основа принятия управленческих решений [Текст] / З. Н. Соколовская, Н. В. Яценко // Бизнесинформ. – 2013. – № 6. – С. 69–76.

**References:** 1. Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) Fifth Edition*, 14 Campus Blvd., Newtown Square, PA 19073-3299 USA:

Project Management Institute. 2. The Standish Group International. The CHAOS Manifesto 2013. *standishgroup.com*. Retrieved from <http://www.standishgroup.com>. 3. Voznyi, O. M., Koshkin, K. V., & Knyrik, N. R. (2015). Imitacionnoe modelirovanie IT-proektov na osnove setej Petri [Simulation modeling of IT projects based on Petri nets]. *Visnyk NTU «HPI» – Bulletin NTU «KhPI»*, 1, 24–28 [in Russian]. 4. Burkov, V. N., Bushuyev, S. D., Voznyi, O. M., Gaida, A. Y., Grygorian, T. G., Ivanova, A. A. «et al.» (2015). *Upravlenie resursami raspredelennyh proektov i programm [Management of the distributed projects and programs resources]*. Nikolaev: izdatel' Torubara V. V, 386 [in Russian]. 5. Koshkin, K. V., Voznyi, A. M. & Knyrik, N. R. (2014). Otsenka stseneriyev razvitiya organizatsionnykh sistem na osnove model'nykh eksperimentov [Scenario assessment of organizational systems development based on a model experiments]. *Visnyk NTU «HPI»*. – *Bulletin NTU «KhPI»*, 2, 24–28 [in Russian]. 6. Kravchenko, T. K. (2013). Upravlenie trebovaniyami pri realizacii IT-proektov [Requirements management in the implementation of IT projects]. *Biznes-informatika*. – *Biznes-informatika*, 3, 63–71 [in Russian]. 7. Vissija, H., Krasnoprosin, V. V., & Val'vachev, A. N. (2008). Tehnologija vypolnenija IT-proektov kolektivami raspredelennyh ispolnitelej [Technology implementation IT project teams distributed performers] *Iskusstvennyy intellekt*. – *Artificial Intelligence*, 3, 63–69 [in Russian]. 8. Sokolovskaja, Z. N., & Jacenko, N. V. (2013). Prikladnoe imitacionnoe modelirovanie kak analiticheskaja osnova prinjatija upravlencheskih reshenij [Application simulation as an analytical basis for management decision-making] *Biznesinform*. – *Biznesinform*, 6, 69–76. [in Russian].

Поступила (received) 15.11.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Кошкин Константин Викторович** – доктор технических наук, профессор, директор института компьютерных и инженерно-технологических наук Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова, заведующий кафедрой информационных управляющих систем и технологий, тел. : +38 (0512) 42-44-70, e-mail: [kkoshkin@ukr.net](mailto:kkoshkin@ukr.net).

**Koshkin Konstantin Viktorovich** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Director of the Institute of Computer Engineering and Technological Sciences of National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Head of the Department of Information Control Systems and Technologies, tel.: +38 (0512) 42-44-70, e-mail: [kkoshkin@ukr.net](mailto:kkoshkin@ukr.net).

**Возный Александр Михайлович** – кандидат технических наук, доцент, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, доцент кафедры управления проектами, тел. : +38 (093) 396-93-34, e-mail: [oleksandr.voznyi@nuos.edu.ua](mailto:oleksandr.voznyi@nuos.edu.ua).

**Voznyi Oleksandr Myhailovych** – Candidate of Technical Sciences, Docent, National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Associate Professor at the Project Management Department, tel.: +38 (093) 396-93-34, e-mail: [oleksandr.voznyi@nuos.edu.ua](mailto:oleksandr.voznyi@nuos.edu.ua).

**Кнырик Наталья Ромуальдовна** – Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, старший преподаватель кафедры информационных управляющих систем и технологий, тел. : +38 (097) 270-86-89, e-mail: [nknyrik@gmail.com](mailto:nknyrik@gmail.com).

**Knyrik Natalia Romualdivna** – National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Senior Lecturer at the Department of Information Control Systems and Technologies, tel.: +38 (097) 270-86-89, e-mail: [nknyrik@gmail.com](mailto:nknyrik@gmail.com).