

Евланов М. В.,
Сердюк Н. Н.

ФОРМИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Рассмотрена проблема формирования описания архитектуры информационных систем (ИС). Это описание должно отражать согласованные точки зрения на систему всех участников проекта по ее созданию. Рассмотрены основные особенности формирования и анализа требований к ИС управления безопасностью труда на предприятии, которые позволили бы упростить процесс синтеза архитектуры данной ИС.

Ключевые слова: формирование функциональных требований, иерархия фреймов, синтез архитектуры, управление безопасностью труда.

1. Введение

Современные подходы к созданию информационных систем (ИС) различного назначения основаны на процессах и работах, задекларированных стандартом ISO/IEC 15288 [1]. При этом наиболее емкими с точки зрения затрат времени являются процессы, связанные с формированием и анализом требований к создаваемой ИС, а также процесс синтеза архитектуры данной ИС. Стоит также отметить, что данные процессы являются наиболее важными с точки зрения минимизации ошибок, допускаемых в ходе выполнения работ этих процессов. Поэтому в подавляющем большинстве IT-проектов разработки ИС успех данных проектов определяется успешным проведением работ по формированию требований к ИС, анализу сформированных требований и синтезу архитектуры ИС.

Для описания архитектуры информационных систем стандарт ISO/IEC/IEEE 42010 устанавливает требования к формированию подобных описаний, из которых следует зависимость описания архитектуры ИС от точек зрения заинтересованных сторон и моделей, используемых для описания данных точек зрения [2]. Поэтому одной из главных проблем в ходе создания ИС является проблема формирования такого описания ее архитектуры, которая отражала бы согласованные точки зрения на данную систему всех участников проекта по ее созданию [3]. Решение данной проблемы позволяет получить описание функций ИС, входных и выходных данных, а также методов обработки данных этих функций на основе моделей различного рода, отражающих точки зрения отдельных участников проекта и особенности предметной области создаваемой ИС.

2. Анализ особенностей информационных систем управления безопасностью труда на предприятиях

Решение отмеченной выше проблемы является сложным наукоемким процессом. Особенно сильно данная сложность возрастает в ходе создания специа-

лизированных ИС, примером которых может служить ИС управления безопасностью труда на предприятии. Проведенный анализ современных систем и технологий управления условиями труда на предприятиях показал, что рынок ИС управления безопасностью труда ориентирован на разработку уникальных систем, отвечающих на конкретные потребности заказчика, или же систем документооборота отдела охраны труда и промышленной безопасности. Типовые ИС управления безопасностью труда практически полностью отсутствуют. Примерами ИС, используемых для автоматизации управления ОТ могут служить следующие продукты:

а) автоматизированная система «Труд-Эксперт» v.4.0 for Windows — универсальная система, предназначенная для автоматизации процессов аттестации рабочих мест по условиям труда [4];

б) автоматизированная информационная система «Здравтуд» — система, предназначенная для принятия управленческих решений, повышения эффективности расходования средств, снижения уровня травматизма и профзаболеваний, повышения квалификации специалистов по охране труда [5].

Рассмотренные ИС и другие аналогичные им системы ориентированы, прежде всего, на формирование и ведение различных видов отчетной документации. Большинство из них представляют собой разновидности специализированных систем электронного документооборота, при этом стандартные функции управления такого документооборота в рассмотренных системах представлены минимально [6].

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом данного исследования являются методы и способы формирования и анализа требований к ИС. Результаты проведенного анализа существующих ИС управления безопасностью труда на предприятии показывают, что ни одна из них не позволяет автоматизировать процесс формирования управляющих воздействий, направленных на повышение уровня безопасности труда. Главной причиной данного недостатка следует

признать изначальную неполноту моделей функциональных задач анализа и прогноза, на основе которых могут быть сформированы управляющие воздействия. Преобразование отдельных элементов этих моделей к виду, позволяющему отображать особенности структур данных и методов их обработки в рамках описания архитектуры ИС управления безопасностью труда, являются нерешенной до сих пор задачей.

Поэтому целью данной статьи является рассмотрение основных особенностей формирования и анализа требований к ИС управления безопасностью труда на предприятии, позволяющих упростить процесс синтеза архитектуры данной ИС.

Для достижения данной цели в статье рассматривается решение следующих задач:

- выявить основные функциональные требования к ИС управления безопасностью труда на предприятии;
- выделить из описаний сформулированных функциональных требований знания, позволяющие упростить синтез архитектуры ИС;
- получить описание архитектуры ИС управления безопасностью труда на предприятии в виде схемы данных.

4. Материалы и методы формирования и анализа требований к информационной системе управления безопасностью труда на предприятии

В ходе формирования и анализа требований к ИС управления безопасностью труда на предприятии предлагается базироваться на концепции представления требования к ИС, изложенной в [3]. Согласно данной концепции любое требование (в том числе функциональное требование) к ИС можно представить, базируясь на следующих положениях [7]:

- а) отказ от рассмотрения только множества сформулированных требований к ИС и изначальное представление требований к ИС как элементов универсума, включающего в себя как известные, так и неизвестные Поставщику, Потребителю или им обоим требования к ИС, а также методы формирования этих требований;
- б) изначальное многообразие представлений требований к ИС в виде данных, информации и знаний;
- в) процессный подход к описанию требований, определяющий минимальную процессную атрибутивную модель требования к ИС;
- г) подход к управлению требованиями к ИС, основанный на основном принципе управления требованиями [3].

В соответствии с данной концепцией множество сформулированных функциональных требований к ИС управления безопасностью труда на предприятии следует рассматривать как множества представлений данных требований на уровнях данных, информации и знаний. Однако, как показано выше, главная проблема формирования и анализа требований к ИС управления безопасностью труда на предприятии заключается в изначальной неполноте моделей функциональных задач анализа и прогноза данной ИС. Поэтому становится необходимым решить задачу формирования представлений требований на уровне информации и знаний, исходя из новых и модифицированных математических моделей подобных функциональных задач.

5. Результаты формирования и анализа требований к информационной системе управления безопасностью труда на предприятии

Рассмотрим пример формирования функциональных требований для информационно-аналитической системы (ИАС) управления безопасностью труда на предприятии, реализующей следующие функции:

- а) «Учет сведений о предприятии и его процессах»;
- б) «Учет сведений о сотрудниках предприятия»;
- в) «Формирование и ведение справочника вредных производственных факторов (ВПФ), действующих в ходе выполнения процесса предприятия»;
- г) «Учет результатов наблюдений»;
- д) «Прогноз воздействия ВПФ на организм сотрудника предприятия».

Приведенный выше набор функций позволяет пользователю ИС учитывать результат наблюдений за состоянием организма сотрудника предприятия и давать прогноз негативных изменений состояний этих сотрудников по результатам измерений комплекса ВПФ. Под пользователем ИС здесь и в дальнейшем будем рассматривать специалиста службы охраны труда, отвечающего [8]:

- а) за организацию проведения профилактических мероприятий, направленных на устранение ВПФ;
- б) за предотвращение несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний и других случаев угрозы жизни или здоровью работников;
- в) за содействие внедрению в производство достижений науки и техники, прогрессивных и безопасных технологий;
- г) за устранение или минимизацию рисков, воздействию которых могут подвергаться сотрудники и другие заинтересованные стороны в процессе их деятельности.

В случае если создание службы охраны труда является не обязательным и целесообразным (количество работающих менее 50 человек), вопрос о пользователе ИАС решается организацией внешней специальной службы или организации, осуществляющей аутсорсинг предприятия, т. е. аудит предприятия с точки зрения условий труда.

В ходе разработки данной ИС Заказчиком были выдвинуты следующие функциональные требования:

- а) «реализовать функцию учета сведений о предприятии и тех процессах (работах), которые выполняются на данном предприятии и в ходе выполнения которых возможно воздействие на сотрудников предприятия комплекса ВПФ»;
- б) «реализовать функцию учета данных о сотрудниках предприятия, минимально необходимых для принятия управленческих решений по обеспечению безопасности труда на предприятии»;
- в) «реализовать функцию формирования и ведения справочника ВПФ, которые действуют или могут действовать в ходе выполнения отдельных процессов или работ предприятия на организмы сотрудников, выполняющих эти процессы или работы»;
- г) «реализовать функцию учета результатов наблюдений воздействия каждого из ВПФ на организмы сотрудников, выполняющих процессы или отдельные работы на предприятии»;
- д) «реализовать функцию прогноза воздействия комплекса ВПФ на организм сотрудника предприятия, выполняющего отдельный процесс или работу на предприятии».

Из этих требований следует, что большинство функций ИС управления безопасностью труда на предприятии должны выполнять стандартные операции учета данных. Однако для реализации функции прогноза Разработчику необходимо знать математическую модель, которую предполагается использовать для прогноза, и методы решения данной задачи.

В соответствии с предложенным в [3] подходом из приведенных выше описаний функциональных требований были выделены представления функциональных требований к ИС управления безопасностью труда на предприятии на уровне информации. Результаты такого выделения для описаний требований а)-г) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Представления первых четырех функциональных требований к информационной системе управления безопасностью труда на предприятии на уровне информации

№ требования	Источник требования	Внешние объекты	Сущности данных	Процесс обработки данных
1	Специалист по безопасности труда	Отдел главного инженера (соответствующая функциональная задача); пользователь ИС	«Предприятие»; «процесс предприятия»; «работа процесса предприятия»	Стандартные операции учета (ввод, корректировка, просмотр, удаление)
2	Специалист по безопасности труда	Отдел кадров (соответствующая функциональная задача); пользователь ИС	«Сотрудник предприятия»; «предприятие»	Стандартные операции учета (ввод, корректировка, просмотр, удаление)
3	Специалист по безопасности труда	Специалист по безопасности труда; пользователь ИС	«ВПФ»; «процесс предприятия»; «работа процесса предприятия»; «сотрудник предприятия, выполняющий процесс/работу»	Стандартные операции учета (ввод, корректировка, просмотр, удаление)
4	Специалист по безопасности труда	Пользователь ИС	«ВПФ»; «процесс предприятия»; «работа процесса предприятия»; «сотрудник предприятия, выполняющий процесс/работу»; «результат наблюдения значения ВПФ, действующего в ходе выполнения процесса/работы на сотрудника»	Стандартные операции учета (ввод, просмотр)

Однако применить подобный подход для формирования представления пятого функционального требования к ИС на уровне информации затруднительно, поскольку в нем отсутствует описание модели и методов, которые следует применять для решения данной функциональной задачи.

В [9] предлагается в качестве базовой модели для задачи анализа и прогноза изменения состояния сотрудника предприятия рассматривать модель Гаммер-

штейна, которую для удобства расчетов разложили в ряд Тейлора:

$$\Gamma_2(\bar{\Phi}(t), 0, T) = \bar{w}(\tau_0) \cdot \int_0^T \bar{f}(\bar{\Phi}(t-\tau)) d\tau + \int_0^T \bar{R}(\tau, \bar{\tau}_0) \cdot \bar{f}(\bar{\Phi}(t-\tau)) d\tau, \quad (1)$$

где $\bar{w}(\tau_0)$ – векторная функция, определяющая внутреннее состояние организма человека в начальный момент времени τ_0 ; \bar{f} – вектор-функция преобразования входного воздействия вектор-функций вредных производственных факторов на реакцию организма человека; $\bar{\Phi}(t-\tau)$ – вектор-функция воздействия вредных производственных факторов, определяемых за время $t-\tau$; $\bar{R}(\tau, \bar{\tau}_0)$ – результат изменения состояния организма человека за определяемое время наблюдения в результате воздействия на него вредных производственных факторов.

Модели и метод определения состояния организма сотрудника предприятия подробно рассмотрены в [10].

Следует отметить, что работу по разработке математических моделей и методов решения задач анализа и прогноза (а также любых других задач, требующих математических расчетов) следует выполнять именно в ходе формирования и анализа требований к ИС, поскольку ее результаты могут серьезно изменить представления требований на уровне информации. Так, для пятого из выделенных выше функциональных требований такое представление будет иметь вид, показанный в табл. 2.

Для анализа сформулированных представлений требований к ИС управления безопасностью труда на предприятии в соответствии с предложенным в [3] подходом следует преобразовать рассмотренные представления функциональных требований к данной ИС на уровне информации в представлении этих же требований на уровне знаний. При этом следует отметить, что на уровне знаний для эффективного анализа функциональных требований к ИС следует выделять такие виды представлений:

а) представление функционального требований к ИС на уровне знаний с точки зрения Заказчика (Потребителя);

б) представление функционального требования к ИС на уровне знаний с точки зрения Разработчика (Поставщика);

в) общесистемное представление функционального требования к ИС на уровне знаний, формируемое в результате согласования точек зрения Заказчика (Потребителя) и Разработчика (Поставщика).

Представления требований к ИС на уровне знаний согласно [3] могут быть формально описаны как сеть фреймов и интерфейсов. В основе данной сети фреймов предлагается размещать иерархии фреймов, образующие детализированные описания понятий (концептов) предметной области, наследующие свойства базовых концептов, характерных для самых разных функций ИС различного назначения. Такой подход к формальному представлению функциональных требований к ИС на уровне знаний позволяет автоматизировать процесс анализа требований и выделения допустимых для вторичного использования компонентов, находящихся в распоряжении Разработчика (Поставщика).

Таблица 2

Представление пятого функционального требования к информационной системе управления безопасностью труда на предприятии на уровне информации

№ требования	Источник требования	Внешние объекты	Сущности данных	Процесс обработки данных
5	Специалист по безопасности труда	Пользователь ИС; специалист по безопасности труда	«Внутреннее состояние организма сотрудника в начальный момент времени»; «параметр сотрудника»; «диапазон изменения значений параметров»; «фактическое значение параметра»; «воздействие комплекса ВПФ на организм сотрудника»; «реакция организма сотрудника на воздействие комплекса ВПФ»; «результат изменения состояния организма сотрудника за определяемое время наблюдения в результате воздействия на него комплекса ВПФ»; «сотрудник предприятия»; «процесс предприятия»; «работа процесса предприятия»; «комплекс ВПФ, воздействующих на организм сотрудника предприятия»	«Определение внутреннего состояния организма человека в начальный момент времени»; «преобразование входного воздействия вектор-функций ВПФ на реакцию организма человека»; «воздействие ВПФ, определяемое за время $t - \tau$ »; «изменение состояния организма человека за определяемое время наблюдения в результате воздействия на него ВПФ»; «расчет прогноза изменения состояния сотрудника предприятия»

Применительно к рассмотренным выше функциональным требованиям с точки зрения Заказчика (Потребителя) можно выделить следующие иерархии фреймов:

а) «предприятие» → «процесс предприятия» → «работа процесса предприятия»;

б) «ВПФ» → «результат наблюдения значения ВПФ, действующего в ходе выполнения процесса/работы на сотрудника»;

в) «параметры сотрудника» → «диапазон изменения параметров»;

г) «параметры сотрудника» → «фактическое значение параметра».

Остальные фреймы, описывающие выделенные в табл. 1, 2 концепты предметной области ИС управления безопасностью труда на предприятии, иерархий не образуют и объединяются в сеть фреймов с помощью связей агрегации и композиции.

Однако с точки зрения Разработчика (Поставщика) подобная организация знаний не вполне эффективна, поскольку не позволяет использовать разработанные ранее решения. В ходе анализа функциональных требований

к ИС управления безопасностью труда на предприятии Разработчиком была выделена такая иерархия фреймов: «должность» → «история должности» → «функциональные обязанности». Эта иерархия позволяет использовать имеющиеся в распоряжении Разработчика результаты разработки функции учета кадрового состава организации.

Выделенные иерархии фреймов являются основой для синтеза сети фреймов, которая описывает общесистемные представления выделенных выше функциональных требований к ИАС на уровне знаний. Эта сеть фреймов формируется в результате согласования представлений на уровне знаний рассмотренных выше требований с точек зрения Заказчика (Потребителя) и Разработчика (Поставщика). Синтезированная сеть фреймов является основным описанием архитектуры ИАС, которое может быть основой для синтеза описаний отдельных видов обеспечений этой системы. На рис. 1 приведен результат преобразования синтезированной сети фреймов в схему хранимых данных ИС управления безопасностью труда на предприятии по технологии, рассмотренной в [11].

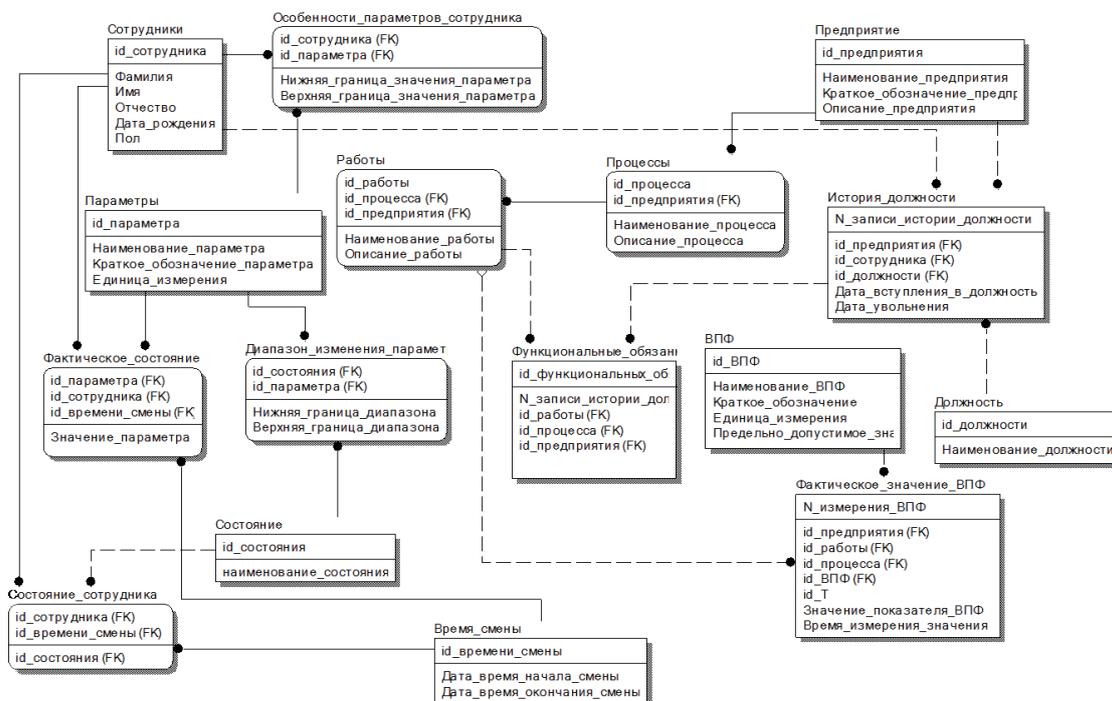


Рис. 1. Схема данных информационной системы управления безопасностью труда на предприятии

6. Обсуждение результатов формирования и анализа требований к информационной системе управления безопасностью труда на предприятии

Применение рассмотренной в [3] концепции представления требований к ИС управления безопасностью труда на предприятии позволило значительно упростить процессы формирования требований к данной ИС, анализа выдвинутых требований и синтеза архитектуры данной ИС.

Стоит отметить, что в подавляющем большинстве современных стандартов, фреймворков и методологий вопросы предпроектного обследования таких сложных объектов автоматизации, как предприятия или их бизнес-процессы, практически не рассматриваются. В лучшем случае эти стандарты, фреймворки и методологии предлагают рекомендации к выполнению общих способов сбора и обработки требований (интервью, анкетирование, наблюдение, прототипирование и т. п.).

Поэтому использование предлагаемой концепции предприятия требований к ИС и, особенно, рассмотренной в [3] информационной технологии ускоренной разработки ИС, основанной на данной концепции, позволяет ставить и решать вопросы разработки и сопровождения ИС, созданных по индивидуальным заказам на основе типовых решений, позволяет ИТ-компаниям перейти на принципиально-новый уровень технологической организации своей деятельности.

7. Выводы

В результате проведенной работы были выявлены и уточнены пять основных функциональных требований к ИАС управлению безопасностью труда на предприятии. Каждое из этих требований конкретизирует соответствующую функциональную задачу создаваемой ИАС.

В ходе работы с выявленными и уточненными функциональными требованиями к ИАС были разработаны описания функциональных требований на уровнях информации (табл. 1, 2). Эти описания были использованы для синтеза представлений этих требований на уровне знаний. Подобный подход позволил упростить и формализовать процессы анализа требований и синтеза архитектуры ИС.

Полученные результаты позволили упростить процесс синтеза описания архитектуры ИАС. Рассмотрены основные результаты выполнения данного процесса, представленные в виде схемы данных ИАС (рис. 1).

Практика апробации предложенного подхода к формированию и анализу требований к ИС указывает в качестве направлений дальнейших исследований разработку моделей и методов извлечения знаний из описаний требований к ИС различного рода (текстовое описание, описание в виде визуальных или математических моделей, описание требования в виде программного кода его прототипа и т. п.).

Литература

1. ГОСТ ИСО/МЭК 15288–2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем [Текст]. — Введ. 01.01.2007. — М.: Стандартинформ, 2006. — 57 с.
2. ISO/IEC/IEEE 42010 Website [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/index.html

3. Левыкин, В. М. Паттерны проектирования требований к информационным системам: моделирование и применение [Текст]: монография / В. М. Левыкин, М. В. Евланов, М. А. Керносов. — Х.: ООО «Компанія Сміт», 2014. — 320 с.
4. Автоматизированная информационная система «Здравтуд» [Электронный ресурс] / Научно-производственное предприятие «Этна — Информационные технологии». — Режим доступа: \www/URL: http://www.etna-it.ru/. — 22.06.2015.
5. Автоматизированная система «Труд-Эксперт» v.4.0 for Windows [Электронный ресурс] / Клинский институт условий и охраны труда. — Режим доступа: \www/URL: http://www.kiout.ru
6. Сердюк, Н. Н. Функциональная задача оценки влияния вредных производственных факторов на человека [Текст] / Н. Н. Сердюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — № 4/4(64). — С. 22–25. — Режим доступа: \www/URL: http://journals.urau.ua/eejet/article/view/16334/13845
7. Евланов, М. В. Концепция представления требований к информационной системе [Текст]: тезисы докладов / М. В. Евланов; отв. ред.: А. Д. Тевяшев // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные системы и технологии», Морское-Харьков, 22–29 сентября 2012 г. — Х.: НТМТ, 2012. — С. 34.
8. ДСТУ OHSAS 18001:2010. Система управління гігієною та безпекою праці [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: http://www.dnaor.com/html/34112/doc.%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_OHSAS_18001_2010
9. Сердюк, Н. Н. Модели типа Гаммерштейна для описания нелинейного воздействия группы факторов на организм человека [Текст] / Н. Н. Сердюк // Радиоэлектроника и информатика. — 2006. — № 1. — С. 111–113.
10. Евланов, М. В. Модели и метод определения состояния организма сотрудника предприятия [Текст] / М. В. Евланов, Н. Н. Сердюк // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». — 2015. — № 21 (1130). — С. 163–169.
11. Левыкин, В. М. Особенности отображения онтологий предметной области в описания элементов информационной системы [Текст] / В. М. Левыкин, М. В. Евланов, М. А. Керносов, М. Э. Керносова // Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. — 2014. — Вип. 5(88). — С. 83–91.

ФОРМУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Розглянута проблема формування опису архітектури інформаційних систем (ІС). Цей опис повинен відображувати злагожені точки зору на систему всіх учасників проекту по її створінню. Розглянуто основні особливості формування і аналізу вимог до ІС управління безпекою праці на підприємстві, які дозволили б спростити процес синтезу архітектури даної ІС.

Ключові слова: формування функціональних вимог, ієрархія фреймів, синтез архітектури, управління безпекою праці.

Евланов Максим Викторович, кандидат технических наук, доцент, кафедра информационных управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: iyc@kture.kharkov.ua.

Сердюк Наталья Николаевна, ассистент, кафедра охраны труда, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: natya@i.ua.

Евланов Максим Викторович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Сердюк Наталія Миколаївна, асистент, кафедра охорони праці, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Ievlanov Maksym, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: iyc@kture.kharkov.ua.

Serdyuk Natalia, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: natya@i.ua