

Интеллектуальная киберфизическая система с использованием гештальт-обработки*

Цель исследования. Целью исследования является создание и развитие современных киберфизических систем. Эволюция киберфизических систем (КФС) связана с развитием когнитивного подхода в рамках применения механизмов, используемых человеком для решения своих повседневных задач. При когнитивном подходе к работе с киберфизическими системами рассматривается гештальт, как один из способов решения современных задач в рамках новой технологии Industrie 4.0. При когнитивном подходе для киберфизических систем интернета вещей (CPS IoT) с обработкой гештальта рассматривается простая задача. При исследовании в такой задаче для несложной киберфизической системы можно будет использовать гештальт с простой структурой. Усложнение задачи и структуры гештальта может происходить по мере развития CPS IoT. В статье рассматривается интеллектуальная киберфизическая система интернета вещей с применением методов гештальт-обработки их состояний — картины мира, при решении различных задач интернета вещей.

Материалы и методы исследования. Для решения задач в рамках когнитивного подхода к построению и развитию киберфизических систем требуются новые методы и наработки специалистов в области интеллектуальных систем. В контексте технологий Industry 4.0, интернета вещей рассмотрена гештальт-обработка CPS IoT. В рамках когнитивного подхода используются чувственные образы, концепты-представления, концепты-сценарии, концепты-гештальты киберфизических систем для взаимодействия с реальным миром. Важным является использование концептов-гештальтов которые могут отражать CPS IoT с новыми эмерджентными свойствами. Под гештальтом CPS IoT понимается определенное состояние киберфизической системы и среды ее обитания, которое возникает при появлении какой-либо потребности и закрывается после удовлетворения этой потребности. Главной задачей гештальт-обработки для киберфизической системы является удовлетворение её потребности. Решение этой задачи включает: Организацию сбора и непосредственно сбор необходимых элементов для формирования гештальта, а в дальнейшем для

его закрытия; Формирование гештальта; Закрытие гештальта. Для накопления опыта, его использования и развития предполагается использовать методы машинного обучения. Результаты машинного обучения могут представляться в виде концептов-представлений, концептов-сценариев.

Результаты. Предложены, в рамках когнитивного подхода, концепты-гештальты CPS IoT, гештальт-обработка CPS IoT. В качестве основных этапов гештальт-обработки в статье выделяются: — подготовка исходных данных для формирования потребности CPS IoT; — формирование образного восприятия — картины мира, включающую текущее состояние CPS IoT и необходимое для закрытия гештальта; — формирование гештальта; — формирование исходных данных для планирования управляющих воздействий, необходимых для закрытия гештальта CPS IoT; — реализация управляющих воздействий для закрытия гештальта CPS IoT; — сохранение сценария гештальт-обработки для возможного повторного использования в будущем. Данные этапы гештальт-обработки относятся к CPS IoT любой природы и ориентированы на любые задачи интернета вещей. В демо-примере показано применение гештальт-обработки для CPS IoT с простой моделью без обучения.

Заключение. В статье рассмотрен когнитивный подход, связанный с использованием и развитием интеллектуальных киберфизических систем для интернета вещей и интернета всего. Предложен метод, связанный с гештальт-обработкой ситуаций CPS IoT, который позволяет осуществлять распознавание потребности, формирование гештальта. На основе сформированного гештальта CPS IoT планируются управляющие воздействия для закрытия гештальта CPS IoT. Реализация предложенного подхода, развитие и использование концептов-гештальтов позволит отражать CPS IoT с новыми эмерджентными свойствами.

Ключевые слова: киберфизическая система интернета вещей, когнитивный подход, гештальт-обработка, интернет вещей, концепты-гештальты.

Vasiliy M. Trembach¹, Alla S. Aleshchenko¹, Andrey A. Mikryukov²

¹ Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

² Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Intelligent Cybernetic System Using Gestalt Processing

Purpose of the study. The aim of the study is to create and develop modern cyber physical systems. The evolution of cyber physical systems (CPS) is associated with the development of a cognitive approach within the framework of the application of mechanisms used by humans to solve their daily tasks. In the cognitive approach to working with cyber physical systems, gestalt is considered as one of the ways of solving modern tasks within the framework of the new Industry 4.0 technology. In the cognitive approach a simple task is considered for cyber physical systems of the Internet of Things (CPS IoT) with gestalt processing. When investigating such a task for a simple cyber physical system, it will be possible to use a gestalt with a simple structure. The complication of the task and structure of gestalt can occur with the development of CPS

IoT. The article examines an intelligent cyber physical system of the Internet of Things using methods of gestalt processing of their states - a picture of the world, while solving various problems of the Internet of Things.

Materials and research methods. To solve tasks within the framework of a cognitive approach to the construction and development of cyber physical systems, new methods and developments of specialists in the field of intelligent systems are required. In the context of Industry 4.0 technologies, the Internet of Things the gestalt processing of CPS IoT is considered. Within the framework of the cognitive approach sensory images, concept-representations, concept-scenarios, concept-gestalts of cyber physical systems are used to interact with the real world. It is important to

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты № 19-07-01137; 20-07-00926.

use concept gestalts that can reflect CPS IoT with new emergent properties. CPS IoT gestalt refers to a certain state of the cyber physical system and its habitat, which occurs when a need arises and closes after the need is satisfied. The main task of gestalt processing for a cyber physical system is to satisfy its needs. The solution to this problem includes: the organization of the collection and the direct collection of the necessary elements for the formation of the gestalt, and later for its closure; the formation of the gestalt; the closure of the gestalt. For the accumulation of experience, its use and development, it is proposed to use machine learning methods. Machine learning results can be presented in the form of concept representations, concept scenarios.

Results. The concepts-gestalts of CPS IoT, gestalt processing of CPS IoT are proposed within the framework of the cognitive approach. As the main stages of gestalt processing, the article highlights: - preparation of initial data for the formation of the need for CPS IoT: - formation of an imaginative perception - a picture of the world, including the current state of CPS IoT and necessary for the closure of the gestalt; - formation of gestalt; - formation of initial

data for planning the control actions necessary for closing the CPS IoT gestalt; - implementation of control actions to close the CPS IoT gestalt; - saving the gestalt processing scenario for possible reuse in the future. These stages of gestalt processing relate to IoT CPS of any nature and are focused on any tasks of the Internet of Things. The demo example shows the use of gestalt processing for CPS IoT with a simple model without training.

Conclusion. The article discusses the cognitive approach that refers to the use and development of intelligent cyber physical systems for the Internet of things and the Internet of everything. A method related to the gestalt processing of CPS IoT situations is proposed, which allows recognizing a need, and forming of a gestalt. Based on the generated CPS IoT gestalt, control actions are planned to close the CPS IoT gestalt. The implementation of the proposed approach, development and use of gestalt concepts will allow to reflect CPS IoT with new emergent properties.

Keywords: cyber physical system of the Internet of Things, cognitive approach, gestalt processing, Internet of Things, gestalt concepts.

Введение

Дальнейшее развитие научно-технического прогресса связано с технологиями, появившимися в рамках технической революции Industry 4.0 [1, 2]. Одним из значимых направлений области информационных технологий является использование и развитие КФС.

Специалистами, исследователями и разработчиками дано одно из определений [7, 8, 9, 10]: Киберфизическая система — КФС (Cyber Physical Systems — CPS) — комплексная система из вычислительных и физических элементов, которая постоянно получает данные из окружающей среды и использует их для дальнейшей оптимизации процессов управления. КФС используются для решения таких задач как: «умная бытовая техника», «умное здание», «умное производство», «умные счетчики», «умные сети» и др.

Термин КФС был введен в 2006 году директором по встроенным и гибридным системам Национального научного фонда США Хелен Джилл. С его помощью обозначались комплексы, включающие природные объекты, искусственные подсистемы и контроллеры. Киберфизические системы построены на модульной логике встраиваемых систем Встроенные системы послужили осно-

вой для решения важнейшей проблемы модернизации производства и экономики.

В развитии киберфизических систем кроме технических предпосылок, связанных с развитием встроенных систем, определенное влияние оказал и человеческий фактор. Это связано с зависимостью успешного внедрения от восприятия новых технологий пользователями.

Следует отметить использование мобильных устройств, называемых «носимыми технологиями», которые способствуют скорейшему восприятию среды пользователями за счет применения смартфонов, умных часов, фитнес-трекеров, которые широко используются пользователями в повседневной жизни. Интерфейсы виртуальной реальности, дополненной реальности расширяют свое использование в киберфизических системах и функциональные возможности самих КФС. Применение киберфизических систем, в настоящее время, покрывает практически все области человеческой деятельности.

В начале прошлого столетия группа психологов, Макс Вертгеймер, Вольфганг Кёллер и Курт Коффка, занималась исследованием особенностей человеческого восприятия реального мира. Итогом их работы стало новое направление — гештальтпсихология [11,

12]. Гештальтпсихология — это учение о целостности психологической структуры человека. Целостная психологическая (гештальт) структура может быть представлена как набор признаков, действий, категорий, которые характеризуют ситуацию в целом.

В 1950-х годах появилось одно из направлений в психотерапии — гештальт-терапия, основанное на экспериментально-феноменологическом и экзистенциальном подходах [13]. Следует отметить, что гештальт-терапия не является прикладной отраслью гештальтпсихологии.

Первичными данными психологии являются целостные структуры — «гештальты». Гештальт — это целостный образ определенной ситуации, а более точно — это целостная структура, возникающая в ходе взаимодействия человека и окружающей его среды в интервале времени между возникновением потребности и ее удовлетворением. (закрытием).

Наработки данных направлений в психологии могут успешно использоваться для новых технологий Индустрия 4.0 в рамках интернета вещей (Internet of Things, IoT) и интернета всего (internet of everything, IoE). Применение новых технологий возможно для планирования действий киберфизическими устройствами на основе восприятия,

интерпретации и анализа информации о возникающих ситуациях в окружающем мире.

Эволюция связана с развитием когнитивного подхода в рамках применения механизмов, используемых человеком для решения своих повседневных задач. При когнитивном подходе к работе с КФС могут использоваться чувственные образы, концепты-представления, концепты-сценарии и гештальты. В данный момент можно рассматривать гештальт как один из подходов к решению современных задач в новой технологии Индустрия 4.0 (Industry 4.0). Использование гештальтов КФС, предполагает применение не одного из этапов жизненного цикла работы с ними, а рассмотрение полной обработки от возникновения, до закрытия гештальта.

Современные киберфизические системы активно используют технологии интернета вещей (IoT), промышленного интернета вещей (IIoT). Понятие интернета вещей появилось в 1999 году, когда Кевин Эштон, представил руководству компании Procter&Gamble свой доклад «Интернет вещей». Этот доклад был посвящен RFID-меткам и тому, как они могут повлиять на некоторые рынки и окружающую ИТ среду. Если в то время рассматривались относительно простые объекты, то в настоящий момент их эволюция, а в итоге нарастающее усложнение, требует дополнительных ресурсов для восприятия и использования. Это является одной из причин применения подхода к их изучению и развитию, начиная с простой модели поведения.

Использование простой модели упрощает работу с гештальтом КФС, а в ходе развития КФС может происходить их усложнение. Простая модель КФС отражает минимальный набор признаков и действий необходимых для организации целенаправленного по-

ведения. Считается, что такая КФС имеет простую структуру. Примером КФС с простой моделью может служить система поддержания заданной температуры в помещении.

Целостный подход к учету картины мира присутствует в рассмотрении простейшей модели гештальта КФС. Если же рассматривать современные модели, то на них могут оказывать влияние ряд факторов эволюционного развития КФС и их гештальтов. Одними из основных факторов являются методы машинного обучения, особенно связанных с обучением КФС при помощи нейронных сетей, начиная от классических до нейронных сетей глубокого обучения. В этом случае представление целостной картины окружающего мира может быть очень сложным или даже невозможным из-за большого числа нелинейных вычислений. Для человека эти ситуации все же рассматриваются и одним из подходов является использование гештальтов. Поэтому целесообразно перенести эти технологии, применяемые человеком, для использования в работе КФС с простой моделью, без обучения.

Основной областью использования КФС является интернет вещей. Усложнение картины использования гештальт-обработки связано с непростой задачей, которую решают психотерапевты для такого сложного «объекта» как человек. Поэтому для изучения КФС интернета вещей рассматриваются пока относительно простые объекты. Эта ситуация связана с нестыковкой и отсутствием некоторых известных понятий в этой области, которые окончательно воспринимаются однозначно не всеми специалистами. Для первых шагов желательно применять простой объект, представляющий КФС с простой моделью для целенаправленного поведения.

Цель гештальт-обработки, ее технический смысл, заключается в использовании для КФС интернета вещей (CPS IoT) тех подходов и технологий, которые используют психотерапевты для «работы» с объектом «человек». В ходе достижения этой цели следует ожидать развитие подхода, который учитывает образ гештальта CPS IoT во всех возможных аспектах. В первую очередь это связано с вопросами взаимодействия CPS IoT с пользователем. В роли пользователя следует ожидать: человека, человеко-машинную CPS IoT, автономную CPS IoT. Большой интерес должен проявляться к взаимодействию CPS IoT друг с другом, т.к. с их развитием будут все сильнее проявляться свойства эмерджентности CPS IoT, т.е. появление у системы свойств, не присущих её элементам в отдельности. В этой ситуации и должны проявиться особенности гештальт-обработки, связанные с использованием целостного образа – гештальта CPS IoT.

В статье рассматривается интеллектуальная киберфизическая система с применением методов гештальт-обработки их состояний – картины мира, при решении задач интернета вещей по закрытию гештальта CPS IoT.

1. Когнитивный подход к развитию интернета вещей на основе гештальт-обработки

При когнитивном подходе для киберфизической системы (КФС) целесообразно рассматривать простую задачу. В работе под простой модельной задачей авторами понимается задача по переводу киберфизической системы из текущего состояния S_0 в требуемое S_{tr} на основе обработки ограниченного числа признаков ситуаций и формирования управляющих субъектом, КФС, воздействий, в контексте достижения по-

ставленной цели. Для многих случаев решение простой задачи по переводу киберфизической системы из текущего состояния в требуемое можно представить в общем виде следующим образом

$$W = P(x, q, u) \quad (1)$$

где W — результат решения задачи,
 P — оператор получения результата решения задачи,
 x — входная информация для планирования управляющих воздействий,
 q — возмущения, влияющие на решение задачи,
 u — управляющие воздействия, обеспечивающие результат решения задачи.

При исследовании в такой задаче для несложной киберфизической системы можно будет использовать гештальт с простой структурой. Усложнение задачи и структуры гештальта может происходить по мере развития киберфизической системы.

Дальнейшая эволюция киберфизических систем в рамках когнитивного подхода предполагает использование чувственных образов, концептов, гештальтов для взаимодействия с реальным миром.

Чувственный образ предмета или явления (сущности) — ЧОС, есть отображение реальности (действительности) на уровне восприятия данных (перцепции). Чувственные образы (сущности) представляются множеством признаков, отражающих рассматриваемую ситуацию и взвешенные связи между ними.

Концепты-представления предмета или явления являются обобщенными чувственными образами разных предметов и явлений [14, 15]. Они являются более высокими по степени абстрактности, по сравнению с действительностью через конкретно-чувственные образы. Концепты-представления отражают множество наиболее наглядных, внеш-

них признаков предмета или явления. Структура концепта-представления, на начальных этапах своего формирования, во многом совпадает со структурой чувственного образа. Формирование концептов-представлений является возможностью обобщения чувственных образов предметов и явлений. Примером чувственного образа может служить «телевизор с диагональю 32"», а концептом-представлением может служить просто «телевизор».

При необходимости обобщения действий на основе чувственных образов объектов и явлений могут использоваться концепты-сценарии. Концепт-сценарий [16] является динамически представленным фреймом и состоит из последовательности этапов, эпизодов. Для простой модельной задачи, по Дж. Лакоффу, «... сценарию соответствует следующая онтология: начальное состояние, последовательность событий, конечное состояние. Для более сложных задач в онтологию сценария могут включаться люди, вещи, свойства, отношения. Входящие в онтологию элементы часто связываются отношениями определенных типов: причинными отношениями, отношениями тождества и т.д.» [16].

Если рассматривать в качестве примера концепт-сценарий для ситуации «Принести модуль А», то он будет иметь следующий вид:

начальное состояние — модуль А рядом;

последовательность событий — обнаружить модуль А, захватить модуль А, доставить модуль А;

конечное состояние — модуль А доставлен.

При использовании интегрированного метода представления знаний структура концепта-сценария, на начальных этапах его формирования, имеет общие элементы со структурами описания чув-

ственного образа и концепта представления [14]. Отличительными элементами структуры концепта-сценария являются [15, 17] содержание концепта-сценария и объем концепта-сценария. Содержание концепта-сценария отражает множество существенных признаков (состояний, событий) концепта-сценария. Объем концепта-сценария включает множество ситуаций для которых используется этот сценарий.

Содержанием концепта-сценария для примера «Принести модуль А» могут быть ситуации:

модуль А рядом; обнаружить модуль А; захватить модуль А; доставить модуль А; модуль А доставлен.

Объемом концепта-сценария могут быть ситуации:

собрать узел С; упаковать модуль А; распаковать модуль А и т.д.

2. Введение в гештальт-обработку КФС интернета вещей

Дальнейшим развитием интернета вещей может служить эволюция киберфизических систем в рамках когнитивного подхода для решения новых задач. В этом направлении важным является использование концептов-гештальтов которые могут отражать CPS IoT с новыми эмерджентными свойствами.

Для киберфизической системы интернета вещей, под гештальтом понимается определенное состояние киберфизической системы и среды ее обитания, которое возникает при появлении какой-либо потребности и закрывается после удовлетворения этой потребности. Примером потребности для робота-уборщика может служить необходимость его подзарядки, а закрытие гештальта, в нашем примере, произойдет после зарядки его аккумуляторной батареи — АБ.

Для использования и развития КФС необходимо раскрыть содержание понятия гештальт-обработки.

Главной задачей гештальт-обработки для киберфизической системы является удовлетворение её потребности. Потребности могут находиться практически в любой области географического положения, функционирования КФС. Удовлетворение потребности предполагает закрытие гештальта. Решение этой задачи включает:

1. Организацию сбора и непосредственно сбор необходимых элементов для формирования гештальта, а в дальнейшем для его закрытия. В качестве необходимых элементов, для примера с роботом-уборщиком, могут выступать:

признаки — уровень заряда и координаты зарядного устройства;

действия — переместиться к зарядному устройству подключить к зарядному устройству.

2. Формирование гештальта. Возникновение потребности, проверка состояния необходимых элементов и при определенных условиях запуск процедуры решения задачи. В приводимом примере проверка уровня зарядки АБ и при нарушении этого уровня переход в решение задачи поиска подзарядки. Для робота-уборщика в качестве возникшей потребности будет необходимость зарядки АБ; проверка состояния необходимых элементов может показать низкий заряд АБ и отсутствие в зоне досягаемости зарядного устройства; выявление условий удовлетворения потребности (закрытия гештальта) — поиск зарядного устройства и зарядка. Формирование гештальта будет связано с необходимостью зарядки АБ.

3. Закрытие гештальта. Данная ситуация разрешается после удовлетворения возникшей потребности, т.е. зарядки АБ робота-уборщика. Закрытие

гештальта связано с зарядкой АБ. Решение этой задачи требует решения другой задачи — поиска зарядного устройства, после этого возможно перейти к процессу закрытия гештальта.

В дальнейшем для гештальт-обработки будем применять обозначение — CPS IoT. При гештальт-обработке используется опыт деятельности CPS IoT. Данный опыт позволяет эволюционировать гештальт-ориентированным CPS IoT. Опыт по результатам гештальт обработки может накапливаться и использоваться с применением чувственных образов, концептов-представлений, концептов-сценариев и гештальтов CPS IoT.

Для накопления опыта, его использования и развития предполагается использовать методы машинного обучения. Результаты машинного обучения могут представляться в виде концептов-представлений, концептов-сценариев.

3. Содержание основных этапов гештальт-обработки

Современная CPS IoT, для решения простой задачи содержит:

- сенсоры и исполнительные устройства;
- встраиваемое оборудование;
- необходимое для работы оборудования программное обеспечение;
- человеко-машинный интерфейс;
- модуль взаимодействия с другими системами.

В качестве основных этапов гештальт-обработки в статье выделяются:

1. Подготовка исходных данных для формирования потребности CPS IoT.

2. Формирование образного восприятия — картины мира, включающую текущее состояние CPS IoT и необходимое (требуемое) для закрытия гештальта.

3. Формирование гештальта.

4. Формирование исходных данных для управляющих воздействий, необходимых для закрытия гештальта CPS IoT.

5. Реализация управляющих воздействий для закрытия гештальта CPS IoT.

6. Сохранение сценария гештальт-обработки для возможного повторного использования в будущем.

Данные этапы гештальт-обработки относятся к CPS IoT любой природы и ориентированы на любые задачи интернета вещей.

С учетом такой структуры CPS IoT основные этапы гештальт-обработки можно представить следующим образом:

1. Подготовка исходных данных для формирования потребности CPS IoT. Данный этап возникает с момента появления какой-либо потребности CPS IoT и включает фиксацию появления потребности и признаков, которые ее отражают в картине мира CPS IoT.

Под потребностью CPS IoT понимается нехватка чего-либо в данный момент в зависимости от ситуационных факторов, признаков. У каждой CPS IoT они могут отличаться.

Момент потребности определяется исходными данными:

- ментальными, формируются информационными процессами CPS IoT, происходящими внутри КФС;
- реальными (от датчиков, телеметрической системы — ТМС).

Эти данные связаны с потребностью контекстом, который возникает после появления потребности. После формирования контекста потребности на его основе формируются ментальные (от информационных устройств) и реальные (от ТМС CPS IoT) исходные данные.

2. Формирование картины мира, включающую текущее состояние CPS IoT и требуемое для закрытия гештальта, происходит с использованием

ментальных и реальных исходных данных. Картина мира включает признаки и их значения:

— ментальные — вычисленные в CPS IoT и других системах,

— реальные — сформированные датчиками TMC CPS IoT.

Картина мира CPS IoT для решения простой задачи, включает текущее состояние CPS IoT, внешнюю среду и требуемое состояние для закрытия гештальта.

В простейшем случае признак имеет два значения: 1 — присутствует, 0 — отсутствует

Под требуемым состоянием CPS IoT — Стр_КФС , для простой задачи, понимается множество признаков с их заданными значениями, характеризующими то состояние, которое необходимо достичь, т.е.:

$$\text{Стр_КФС} = \{\text{И_ПР}_i, \text{ЗНЧ_ПР}_i\}, \text{ где}$$

И_ПР_i — имя i -го признака;
 ЗНЧ_ПР_i — значение i -го признака требуемого состояния;
 i — индекс для нумерации признаков Стр_КФС , $i = 1, \dots, n$;
 n — количество признаков, необходимых для описания требуемого состояния.

Под текущим состоянием CPS IoT — Стек_КФС , для простой задачи, понимается множество признаков с их значениями, которые являются актуальными на данный момент времени.

$$\begin{aligned} \text{Стек_КФС} = & \{\text{И_ПР}_l, \text{ЗНЧ_ПР}_l\} - \\ & \{\text{И_ПР}_r, \text{ЗНЧ_ПР}_r\} = \\ & \{\text{И_ПР}_j, \text{ЗНЧ_ПР}_j\}, \text{ где} \end{aligned}$$

l — индекс для нумерации всех признаков КФС, $l = 1, \dots, k$;
 k — количество всех признаков КФС;

r — индекс для нумерации признаков, которые не используются для рассматриваемой ситуации, $r = 1, \dots, p$;

p — количество признаков, которые не используются для рассматриваемой ситуации;

j — индекс для нумерации признаков Стек_КФС , $j = 1, \dots, m$;
 m — количество признаков, необходимых для описания текущего состояния.

Для текущего состояния значения признаков могут поступать с датчиков телеметрической системы CPS IoT, с вычислительных элементов CPS IoT, через Интернет и т.д.

Для требуемого состояния значения признаков могут поступать из базы знаний, или от пользователя, или от других CPS IoT.

3. Формирование гештальта. Принимая для простой задачи то, что гештальт является образом CPS IoT и отражает определенное состояние CPS IoT и среды ее обитания, которое возникает при появлении какой-либо потребности, в гештальте необходимо отражать следующие элементы:

— текущее состояние CPS IoT — Стек_КФС ;

— текущее состояние среды обитания CPS IoT — Стек_СО ;

— текущую потребность CPS IoT — П_КФС .

С учетом этих базовых элементов гештальт CPS IoT для простой задачи (Г_КФС), может быть представлен в виде:

$$\text{Г_КФС} = \langle \text{Стек_КФС}, \text{Стек_СО}, \text{П_КФС} \rangle, \quad (2)$$

где Стек_КФС — множество признаков с их значениями для текущего состояния CPS IoT, которые являются актуальными для CPS IoT на данный момент времени;

Стек_СО — множество признаков с их значениями для текущего состояния среды обитания, которые являются актуальными для представления среды обитания CPS IoT на данный момент времени;

П_КФС — потребность CPS IoT, представленная множеством признаков с их значениями, которые являются актуальными для CPS IoT на данный момент времени. П_КФС для простой задачи совпадает с Стр_КФС .

Структура гештальта (2) справедлива для простых задач CPS IoT и методов целенаправленного поведения интеллектуальных систем с целевым состоянием — отражающим удовлетворение текущей потребности.

4. Формирование исходных данных для управляющих воздействий, необходимых для закрытия гештальта CPS IoT.

Закрытие гештальта связано с удовлетворением потребности П_КФС — достижения Стр_КФС . Для этого необходимо сформировать соответствующие управляющие воздействия УПР_В . Для описания УПР_В необходимы следующие дополнительные обозначения:

Стр_КФС_0 — описание требуемого состояния, которое должно сформироваться в процессе закрытия гештальта;

Стр_КФС_i — описание требуемого состояния, которое должно сформироваться в процессе отработки УПР_В , спланированных на i -м шаге;

Спер_КФС_i — описание различий между требуемым и текущим состояниями CPS IoT для i -го шага планирования;

Стек_КФС_i — описание текущего состояния, которое фиксируется к началу i -го шага планирования;

i — номер шага планирования.

Процесс гештальт-обработки CPS IoT происходит следующим образом:

1. В киберфизическую систему поступает состояние Стр_КФС_0 , которое необходимо достичь. Устанавливается первый шаг планирования i ($i = 1$). Выполняется фиксация описания требуемого состояния для первого шага планирования $\text{Стр_КФС}_i = \text{Стр_КФС}_0$.

2. Описание текущего состояния, которое должно соответствовать началу i -го шага планирования. По именам признаков из Стр_КФС_i запрашиваются их текущие значения, т.е. формируется Стек_КФС_i .

3. Сравнение $Str_КФС_i$ и $Stek_КФС_i$. Формирование из признаков, текущие значения которых не совпали со значениями признаков из описания $Str_КФС_i$.

4. Если $Sper_КФС_i = \emptyset$, то перейти к п.8.

5. Выбор УПР_В содержащих в постусловиях такие признаки с их значениями, как в $Sper_КФС_i$.

6. Из предусловий, выбранных УПР_В, сформировать описание требуемого состояния $Str_КФС_{i+1}$ для следующего шага планирования.

7. Установить следующий шаг планирования $i := i + 1$. Перейти к п.2.

8. Конец планирования.

5. Реализация управляющих воздействий для закрытия гештальта КФС.

После окончания планирования, если выполнять выдачу управляющих воздействий начиная с последнего шага планирования, то после выдачи управляющих воздействий, спланированных на первом шаге, требуемое состояние будет достигнуто.

В ходе реализации спланированных управляющих воздействий достижение требуемого состояния произойдет при безошибочной отработке управляющих воздействий, а также при отсутствии внешних возмущений

6. Сохранение сценария гештальт-обработки.

Основными операциями могут быть операции формирования концептов-сценариев [17, 18]. Изначально концепт-сценарий представляется как чувственный образ конкретных управляющих воздействий (операций). По мере накопления опыта формируются концепты-представления операций. Далее идет развитие формируемой структуры концептов операций. Это происходит за счет добавления операций, предшествующих рассматриваемой операции, и (или) добавления к рассматри-

ваемой операции тех действий, которые будут выполняться следующими [15, 17].

3. Демо-пример гештальт-обработки CPS IoT

Основной целью демо-примера является демонстрация применения гештальт-обработки для CPS IoT с простой моделью без обучения. В демо-примере рассматривается гипотетическая задача: имеется CPS IoT, которая управляет роботом-уборщиком, питающимся от АБ (аккумуляторной батареи) и в ее распоряжении имеются датчики:

Д1 — зарядная станция найдена,

Д2 — АБ заряжена,

Д3 — потребность зарядить АБ — есть,

Д4 — гештальт закрыт,

Д5 — робот запущен в работу,

Д6 — робот остановлен,

Д7 — накануне был рабочий день, нужна основательная уборка,

Д8 — накануне был нерабочий день, нужна незначительная уборка,

Д9 — низкий уровень заряда АБ.

CPS может управлять действиями робота с использованием команд:

КМД1 — запустить робота,

КМД2 — проверить заряд АБ (наличие потребности),

КМД3 — найти зарядную станцию,

КМД4 — зарядить АБ (реализовать потребность),

КМД5 — закрыть гештальт. Данная CPS IoT включает элементы:

Объект,

Субъект,

Внешняя среда.

Объект (робот-уборщик) содержит датчики Д2, Д3, Д4, Д5, Д6 и команды КМД1, КМД2, КМД3, КМД4 и КМД5. Условия применения команд представлены в таблице 1.

Для восприятия внешней среды имеются датчики Д1 — зарядная станция найдена, Д7 — накануне был рабочий день, нужна основательная уборка и Д8 — накануне был нерабочий день, нужна незначительная уборка. Для понимания контекста используются датчики Д7 — накануне был рабочий день, нужна основательная уборка и Д8 — накануне был нерабочий день, нужна незначительная уборка, задаваемые вручную.

Субъект в лице CPS IoT оценивает сам объект, внешнюю среду и принимает решение по выбору условий комфортной работы объекта — в нашем случае, чтобы вовремя зарядить АБ.

Актуализировав информацию о ситуации CPS IoT приступила к формированию управляющих воздействий для

Таблица 1 (Table 1)

Команды, управляющие воздействия робота
Commands that control the action of the robot

Код операции	Состояние до выполнения СДВ		Состояние после выполнения СПВ		Содержание
	Имя параметра	Значение	Имя параметра	Значение	
КМД1	Д6	1	Д5	1	Запустить робота
КМД2	Д5	1	Д3	1	Определить потребность (Проверить заряд АБ)
	Д9	1			
КМД3	Д3	1	Д1	1	Найти зарядную станцию
КМД4	Д1	1	Д2	1	Зарядить АБ
	Д3	1			
КМД5	Д3	0	Д4	1	Закрыть гештальт
	Д2	1			

закрытия гештальта в ситуации, когда накануне был рабочий день, нужна основательная уборка и необходимо по потребности найти зарядную станцию и зарядить АБ, чтобы закрыть возникший гештальт.

Ниже представлены основные этапы гештальт-обработки для демо-примера с исходными данными о CPS IoT у которой имеются датчики Д1÷Д8, и могут выполняться операции КМД1, КМД2, КМД3, КМД4 и КМД5.

1. Формирование исходных данных.

Для описанной задачи считаем, что возникла потребность П_КФС «зарядить АБ». Эта ситуация будет отражаться текущим значением датчика Д3 — «1» (ДА). Такая потребность может быть представлена в следующем виде:

$$П_КФС = (Д3, 1;).$$

2. Формирование картины мира.

Картина мира CPS IoT для демо-примера включает текущее состояние CPS IoT с внешней средой и требуемое состояние Стр_КФС:

Стек_КФС_i = (Д1, 0; Д2, 0; Д3, 1; Д4, 0; Д5, 0; Д6, 1; Д7, 1; Д8, 0;);

$$Стр_КФС = (Д4, 1;).$$

3. Формирование гештальта.

Гештальт CPS IoT содержит элементы, указанные в зависимости (2):

$$\begin{aligned} Г_КФС &= \langle \text{Стек_КФС}, \\ &\text{Стек_СО}, П_КФС \rangle = \\ &= \langle (Д2, 0; Д4, 0; Д5, 1;); (Д1, \\ &0; Д7, 1; Д8, 0;); (Д3, 1) \rangle \end{aligned}$$

4. Формирование исходных данных для управляющих воздействий, необходимых для закрытия гештальта CPS IoT.

Для закрытия гештальта используется планировщик управляющих воздействий, фрагмент базы знаний которого представлен на рисунке 1.

5. Реализация управляющих воздействий для закрытия гештальта CPS IoT

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-16"?>
<AIBase>
  <concept comments="зарядная станция найдена" name="д1"/>
  <concept comments="АБ заряжена" name="д2"/>
  <concept comments="потребность зарядить АБ - есть" name="д3"/>
  <concept comments="гештальт закрыт" name="д4"/>
  <concept comments="робот запущен в работу" name="д5"/>
  <concept comments="робот остановлен" name="д6"/>
  <concept comments="накануне был рабочий день" name="д7"/>
  <concept comments="накануне был нерабочий день" name="д8"/>
  <concept comments="низкий уровень заряда АБ" name="д9"/>
  <concept comments="запустить робота" name="кмд1">
    <PRDU>
      <element name="д5" ODZname="0" w="1.00000"/>
      <element name="д6" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PRDU>
    <PSTU>
      <element name="д5" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PSTU>
  </concept>
  <concept comments="Определить потребность" name="кдм2">
    <PRDU>
      <element name="д5" ODZname="1" w="1.00000"/>
      <element name="д9" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PRDU>
    <PSTU>
      <element name="д3" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PSTU>
  </concept>
  <concept comments="Найти зарядную станцию" name="кдм3">
    <PRDU>
      <element name="д3" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PRDU>
    <PSTU>
      <element name="д1" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PSTU>
  </concept>
  <concept comments="Зарядить АБ" name="кдм4">
    <PRDU>
      <element name="д1" ODZname="1" w="1.00000"/>
      <element name="д3" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PRDU>
    <PSTU>
      <element name="д2" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PSTU>
  </concept>
  <concept comments="Закрыть гештальт" name="кдм5">
    <PRDU>
      <element name="д2" ODZname="1" w="1.00000"/>
      <element name="д3" ODZname="0" w="1.00000"/>
    </PRDU>
    <PSTU>
      <element name="д4" ODZname="1" w="1.00000"/>
    </PSTU>
  </concept>
</AIBase>
```

Рис. 1. Фрагмент базы знаний для планирования управляющих воздействий

Fig. 1. Fragment of the knowledge base for planning control actions

После окончания планирования если выполнять выдачу управляющих воздействий начиная с последнего шага планирования, то после выдачи управляющих воздействий, спланированных на первом шаге, требуемое состояние — закрытие гештальта — будет достигнуто.

В ходе реализации спланированных управляющих воздействий закрытие гештальта произойдет при отработке управляющих воздействий без ошибок, а также при отсутствии внешних возмущений.

Рассмотренный демопример показывает возможности

интеллектуальной CPS IoT для гештальт-обработки в области интернета вещей [18,19], для формирования потребности CPS, закрытия гештальта.

Используемые потребности являются простейшими, но могут усложняться по мере развития CPS IoT. Следующим шагом развития используемых потребностей могут быть — расширение архитектуры CPS IoT, расширение функциональных возможностей, использование возможностей других CPS IoT, использование потребностей объединённых CPS IoT и др.

Формирование гештальта является сложной задачей, т.к. в нем могут использоваться разные, в том числе и сложные составляющие CPS IoT, от простейших признаков до представлений модулей, подсистем и даже отдельных устройств и систем.

Для формирования управляющих воздействий могут использоваться системы формирования управляющих воздействий. В демо-примере использован планировщик, в основу которого заложены когнитивные механизмы, которые были описаны Аристотелем более 2300 лет тому назад [20]. Аристотелем приведены рассуждения о рациональных действиях и предложен алгоритм который реализован Ньюэллом и Саймоном в программе GPS [20]. Применение такого когнитивного механизма столько времени подтверждает правильность его использования.

Заключение

Рассмотрена киберфизическая система главной задачей которой является гештальт-обработка — закрытие гештальта. Основными этапами гештальт-обработки показаны:

1. Сбор необходимых сведений для формирования гештальта, а в дальнейшем для его закрытия.

2. Формирование картины мира, включающую текущее состояние CPS и необходимое для закрытия гештальта.

3. Формирование гештальта для простой задачи,

4. Формирование управляющих воздействий для закрытия гештальта CPS. Закрытие гештальта связано с удовлетворением потребности CPS.

5. Реализация управляющих воздействий для закрытия гештальта.

6. Сохранение сценария гештальт-обработки может быть реализовано с помощью формирования концептов-сценариев.

нариев.

Все рассмотренные этапы гештальт-обработки относятся к CPS любой природы и ориентированы на любые задачи интернета вещей.

На основе использования основных этапов гештальт-обработки был реализован демо-пример решения киберфизической системой простой задачи. Полученные результаты показывают возможность использования гештальт-обработки для закрытия гештальта киберфизической системы интернета вещей.

При развитии киберфизических систем могут использоваться методы машинного обучения [21, 22], методы когнитивного подхода для формирования обобщённых представлений статических и динамических объектов [18], методы нечеткой логики [22], использование CPS для развития цифровых двойников [23] и эмоций киберфизических систем [24, 25].

Литература

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция / пер. с англ. М.: Эксмо, 2016.

2. Kagermann H., Lukas W. and W. Wahlster W. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution // VDI nachrichten. 2011. № 13.

3. Ли П. Архитектура интернета вещей / пер. с англ. М. А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2019. 454 с.

4. Wolf W. Cyber-physical systems // Computer. 2009. № 3. С. 88–89.

5. Lee J. et al. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment // Manufacturing Letters. 2013. Т. 1. № 1. С. 38–41.

6. Lee E.A. Cyber physical systems: Design challenges // 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC). 2018. С. 363–369.

7. Lee E. The Past, Present and Future of Cyber-Physical Systems: A Focus on Models. Sensors. 2015. № 15(3). С. 4837–69. 26 Feb. 2015. DOI :10.3390/s150304837.

8. Giusto D., Iera A., Morabito G. and L. Atzori L. The Internet of Things. Springer-Verlag New York, 2010. 442 с.

9. Kagermann H., Wahlster W. and Helbig J. Recommendations for implementing the strategic

initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. 2013.

10. A.R. Al-Ali, Ragini Gupta, Ahmad Al Nabulsi. Cyber physical systems role in manufacturing technologies // AIP Conference Proceedings 1957. 2018. DOI: 10.1063/1.5034337.

11. Koffka K. Principles of Gestalt psychology. N.Y., 1935.

12. Kohler W. Gestalt psychology. N. Y., 1947 (revised ed.).

13. Джойс Ф., Силлс Ш. Гештальт-терапия шаг за шагом: Навыки в гештальт-терапии. М.: Институт Общегуманитарных Исследований, 2010. 352с. (Серия: «Современная психология: теория и практика»).

14. Солодов А.А., Трембач Т.Г. Использование когнитивных технологий для формирования моделей управления речевым диалогом // Открытое образование. 2019. № 23(6). С. 13–21. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-6-13-21.

15. Трембач В. М. Интеллектуальная система с использованием концептов-представлений для решения задач целенаправленного поведения // Открытое образование. 2018. № 22(1). С. 28–37. DOI: 10.21686/1818-4243-2018-1-28-37.

16. Lakoff J. Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. Chicago: University of Chicago Press, 1987.

17. Микрюков А., Трэмбач В.М., Данилов А.В. Модули организационно-технических систем для решения задач адаптации в быстроменяющейся внешней среде // Открытое образование. 2020. № 24(5). С. 82–90. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-5-82-90.

18. Солодов А.А., Трэмбач В.М. Разработка и использование модели когнитивной системы для решения задач целенаправленного поведения // Статистика и Экономика. 2019. № 16 (6). С. 77–86. DOI: 10.21686/2500-3925-2019-6-77-86.

19. Трэмбач В.М. Модульная архитектура интеллектуальной системы для решения задач интернета вещей // Открытое образование. 2019. № 23(4). С. 32–43. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-4-32-43.

20. Рассел, Стюарт, Норвиг, Питер. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2007. 1408 с.

21. Саттон Р.С., Барто Э.Г. Обучение с подкреплением. пер. с англ. М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2011. 399 с.

22. Воронина В. В., Михеев А. В., Ярушкина Н. Г., Святков К. В. Теория и практика машинного обучения: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2017. 290 с.

23. Negri E. A, Fumagalli L., Macchi M. review of the roles of Digital Twin in CPS-based production systems // Procedia Manufacturing. 2017. № 11. С. 939–948.

24. Солодов А.А., Трэмбач Т.Г. Стохастическая динамика эмоциональных характеристик когнитивных систем // Статистика и Экономика. 2020. № 17(5). С. 59–67. DOI: 10.21686/2500-3925-2020-5-59-67.

25. Карпов В.Э., Карпова И.П., Кулинич А.А. Социальные сообщества роботов: эмоции и темперамент роботов; общение роботов; модели контактного, подражательного и агрессивного поведения роботов; командное поведение роботов и образование коалиций; пространственная память анимата. М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2019. 349 с. (Сер. «Науки об искусственном»; № 19).

References

1. Shvab K. Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya / per. s angl. = The fourth industrial revolution / tr. from Eng. Moscow: Eksmo; 2016. (In Russ.)

2. Kagermann H., Lukas W. and W. Wahlster W. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution. VDI nachrichten. 2011: 13.

3. Li P. Arkhitektura interneta veshchey / per. s angl. M. A. Raytmana = Architecture of the Internet of Things / tr. from Eng. M.A. Raitman. Moscow: DMK Press; 2019. 454 p. (In Russ.)

4. Wolf W. Cyber-physical systems. Computer. 2009; 3: 88-89.

5. Lee J. et al. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. Manufacturing Letters. 2013; 1: 38-41.

6. Lee E. A. Cyber physical systems: Design challenges. 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC). 2018: 363-369.

7. Lee E. The Past, Present and Future of Cyber-Physical Systems: A Focus on Models. Sensors. 2015; 15(3): 4837–69. 26 Feb. 2015. DOI :10.3390/s150304837.

8. Giusto D., Iera A., Morabito G. and L. Atzori L. The Internet of Things. Springer-Verlag New York; 2010. 442 p.

9. Kagermann H., Wahlster W. and Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. 2013.

10. A.R. Al-Ali, Ragini Gupta, Ahmad Al Nabulsi. Cyber physical systems role in manufacturing technologies. AIP Conference Proceedings 1957. 2018. DOI: 10.1063/1.5034337.

11. Koffka K. Principles of Gestalt psychology. N.Y., 1935.

12. Kohler W. Gestalt psychology. N. Y., 1947 (revised ed.).

13. Dzhoys F., Sills SH. Geshtal't-terapiya shag za shagom: Navyki v geshtal't-terapii = Step by Step Gestalt Therapy: Skills in Gestalt Therapy. Moscow: Institute of Humanitarian Research, 2010. 352p. (Series: "Contemporary Psychology: Theory and Practice"). (In Russ.)

14. Solodov A.A., Trembach T.G. The use of cognitive technologies for the formation of models of speech dialogue management. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2019; 23(6): 13-21. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-6-13-21. (In Russ.)

15. Trembach V. M. Intellectual system using concept-representations for solving the tasks of purposeful behavior. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2018; 22(1): 28-37. DOI: 10.21686/1818-4243-2018-1-28-37. (In Russ.)

16. Lakoff J. Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. Chicago: University of Chicago Press; 1987.

17. Mikryukov A., Trembach V.M., Danilov A.V. Modules of organizational and technical systems for solving adaptation problems in a rapidly changing environment. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2020; 24(5): 82-90. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-5-82-90. (In Russ.)

18. Solodov A.A., Trembach V.M. Development and use of the cognitive system model for solving the tasks of purposeful behavior. Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2019; 16(6): 77-86. DOI: 10.21686/2500-3925-2019-6-77-86. (In Russ.)

19. Trembach V.M. Modular architecture of an intelligent system for solving problems of the Inter-

net of things. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2019; 23(4): 32-43. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-4-32-43. (In Russ.)

20. Russel, Styuart, Norvig, Piter. Iskusstvennyy intellekt: sovremennyy podkhod, 2-ye izd. Per. s angl. = Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2nd ed. Tr. from Eng. Moscow: Williams; 2007. 1408 p. (In Russ.)

21. Sutton R.S., Barto E.G. Obucheniye s podkrepleniym. per. s angl. = Reinforcement learning. Tr. from Eng. M.: BINOM Laboratory of Knowledge; 2011. 399 p. (In Russ.)

22. Voronina V. V., Mikheyev A. V., Yarushkina N. G., Svyatov K. V. Teoriya i praktika mashinno-go obucheniya: uchebnoye posobiye = Theory and practice of machine learning: a tutorial. Ulyanovsk: UISTU; 2017. 290 p. (In Russ.)

23. Negri E. A., Fumagalli L., Macchi M. review of the roles of Digital Twin in CPS-based production systems. Procedia Manufacturing. 2017; 11: 939–948.

24. Solodov A.A., Trembach T.G. Stochastic dynamics of emotional characteristics of cognitive systems. Statistika i Ekonomika = Statistics and Economics. 2020; 17(5): 59–67. DOI: 10.21686/2500-3925-2020-5-59-67. (In Russ.)

25. Karpov V.E., Karpova I.P., Kulinich A.A. Sotsial'nyye soobshchestva robotov: emot-sii i temperament robotov; obshcheniye robotov; modeli kontagioznogo, podrazhatel'nogo i agressivnogo povedeniya robotov; komandnoye povedeniye robotov i obrazovaniye koalitsiy; prostranstvennaya pamyat' animate = Social communities of robots: emotions and temperament of robots; communication between robots; models of contagious, imitative and aggressive behavior of robots; team behavior of robots and the formation of coalitions; the spatial memory of the animat. Moscow: URSS: LENAND; 2019. 349 p. (Ser. "Science of the artificial"; No. 19). (In Russ.)

Сведения об авторах

Василий Михайлович Трембач

К.т.н., доцент, доцент кафедры 304
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
«МАИ», Москва, Россия
Эл. почта: trembach@yandex.ru

Алешенко Алла Степановна

К.т.н., доцент, доцент кафедры 304
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
«МАИ», Москва, Россия
Эл. почта: assaleh@mail.ru

Андрей Александрович Микрюков

К.т.н., доцент, доцент кафедры
Прикладной информатики и информационной
безопасности
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл. почта: mikrukov.aa@rea.ru

Information about the authors

Vasiliy M. Trembach

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Associate Professor of the Department 304
Moscow Aviation Institute,
Moscow, Russia
E-mail: trembach@yandex.ru

Aleshchenko Alla

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Associate Professor of the Department 304
Moscow Aviation Institute,
Moscow, Russia
E-mail: trembach@yandex.ru

Andrey A. Mikryukov

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Applied
Mathematics, Computer Science and Information
Security
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: mikrukov.aa@rea.ru