

ISSN 2518-1092

НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

RESEARCH RESULT. INFORMATION TECHNOLOGY

6(3) 2021

16+

Сайт журнала:
rinformation.ru
сетевой научный рецензируемый журнал
online scholarly peer-reviewed journal



Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл. № ФС77-69101 от 14 марта 2017 г.

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor)
Mass media registration certificate El. № FS 77-69101 of March 14, 2017



Том 6, № 3. 2021

СЕТЕВОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2016 г.

ISSN 2518-1092



Volume 6, № 3. 2021

ONLINESCHOLARLYPEER-REVIEWED JOURNAL

First published online: 2016

ISSN 2518-1092

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Черноморец А.А., доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: Жихарев А.Г., кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и робототехнических систем Белгородского государственного национального исследовательского университета.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: Болгова Е.В., кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

РЕДАКТОР АНГЛИЙСКИХ ТЕКСТОВ СЕРИИ: Ляшенко И.В., кандидат филологических наук, доцент

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Басов О.О., доктор технических наук (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), г. Санкт-Петербург)

Белов С.П., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Волчков В.П., доктор технических наук, профессор (Московский технический университет связи и информатики, г. Москва)

Дмитриенко В.Д., доктор технических наук, профессор (Харьковский национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков, Украина)

Иващук О.А., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Калмыков И.А., доктор технических наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь)

Корсунов Н.И., заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Коськин А.В., доктор технических наук, профессор (Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, г. Орел)

Ломазов В.А., доктор физико-математических наук, профессор (Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, г. Белгород)

Маторин С.И., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Рубанов В.Г., заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород)

Таранчук В.Б., доктор физико-математических наук, профессор, (Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь)

EDITORIAL TEAM:

EDITOR-IN-CHIEF: Andrey A. Chernomorets, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Belgorod State National Research University
DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF: Zhikharev A.G., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State National Research University
EXECUTIVE SECRETARY: Evgeniya V. Bolgova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State National Research University
ENGLISH TEXT EDITOR: Igor V. Lyashenko, Ph.D. in Philology, Associate Professor

EDITORIAL BOARD:

Oleg O. Basov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Sergey P. Belov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Valery P. Volchikov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Valery D. Dmitrienko, Doctor of Technical Sciences, Professor (Ukraine)
Olga A. Ivaschuk, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Igor A. Kalmykov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Nikolay I. Korsunov, Honoured Science Worker of Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Alexander V. Koskin, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Vadim A. Lomazov, Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor (Russia)
Sergey I. Matorin, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Vasily G. Rubanov, Honoured Science Worker of Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)
Valery B. Taranchuk, Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor (Belarus)

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
Издатель: НИУ «БелГУ». Адрес издателя: 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85.
Журнал выходит 4 раза в год

Founder: Federal state autonomous educational establishment of higher education
«Belgorod State National Research University»
Publisher: Belgorod State National Research University
Address of publisher: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia
Publication frequency: 4/year

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

INFORMATION SYSTEM AND TECHNOLOGIES

Лаушкина А.А., Басов О.О. Применение методов генеративного дизайна с использованием мультимодальных данных в сфере архитектуры и градостроительства	3	Laushkina A.A, Basov O.O. Application of generative design methods using multimodal data in the field of architecture and urban planning	3
Кузьминых Е.С., Маслова М.А. Методы удаленной работы и способы ее защиты	11	Kuzminykh E.S., Maslova M.A. Methods of remote work and ways to protect IT	11
Воронина А.А. Скрипина И.И. Предупреждение инцидентов нарушения информационной безопасности данных	20	Voronina A.A. Skripina I.I. Preventing information security incidents	20
Феськова М.И. Разработка программной системы рейтингования достижений студентов высших учебных учреждений	26	Feskova M.I. Development of a software system for rating the achievements of students of higher educational institutions	26
Вьющенко О.О., Маслова М.А. Об обеспечении безопасности в сфере интернета вещей	33	Viushchenko O.O., Maslova M.A. About ensuring security in the field of the internet of things	33

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DECISION MAKING

Леонов А.С., Осмулькевич Н.Е., Самигулин Т.Р. Выбор программно-аппаратных средств определения психоэмоционального состояния пользователей при разработке адаптивной системы освещения	40	Leonov A.S., Osmulkevich N.E., Samigulin T.R. The choice of software and hardware for determining the psychoemotional state of users in the development of an adaptive lighting system	40
---	-----------	--	-----------

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

COMPUTER SIMULATION

Мигулина Д.С., Зайцева Т.В. Реинжиниринг бизнес-процессов ООО «ТЭТА ФУД»	51	Migulina D.S., Zaitseva T.V. Reengineering of business processes TETA FOOD LLC	51
Резников Н.Г., Жихарев А.Г. Применение системно-объектного подхода для имитационного моделирования преобразования сырьевых компонентов в портландцементный клинкер	58	Reznikov N.G., Zhikharev A.G. Application of the system-object approach to simulation of the conversion of raw materials into a portlandcement clinker	58

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ
INFORMATION SYSTEM AND TECHNOLOGIES**

УДК 004.852

DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-1

Лаушкина А.А.
Басов О.О.**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ДАННЫХ
В СФЕРЕ АРХИТЕКТУРЫ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Кронверкский пр., д. 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия

e-mail: nastasjalausckina@mail.ru, oobasov@mail.ru

Аннотация

Настоящая работа посвящена исследованию применения генеративного моделирования в проектировании: это итерационный процесс, при котором происходит генерация нескольких выходных данных с учетом определенных ограничений входных параметров. Генеративный дизайн может предложить преимущества традиционному проектированию, поскольку ещё на стадии концептуальной разработки учитываются специально установленные критерии. Цель работы состояла в исследовании существующих методов и алгоритмов генеративного дизайна при городском планировании с учетом изменения характеристик окружающей среды. Первым шагом было определение входных данных для проектирования городской структуры. Вторым этапом выступал анализ существующих решений. В заключении был сделан вывод о различных ограничениях, с которыми сталкиваются разработчики, а именно: необходимость внесения изменений в пользовательском режиме накладывает ограничения по применению подобных систем. Также установлено, что на данный момент отсутствует четкая логика, по которой генеративные системы могли бы выявлять противоречия в наборе мультимодальных данных и принимать решение о соответствии полученного результата динамически изменяющимся параметрам.

Ключевые слова: генеративный дизайн, проектирование, анализ данных, система, архитектура, машинное обучение.

Для цитирования: Лаушкина А.А., Басов О.О. Применение методов генеративного дизайна с использованием мультимодальных данных в сфере архитектуры и градостроительства // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №3, 2021. – С. 3-10. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-1

Laushkina A.A.
Basov O.O.**APPLICATION OF GENERATIVE DESIGN METHODS USING
MULTIMODAL DATA IN THE FIELD OF ARCHITECTURE AND
URBAN PLANNING**

Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
49 Kronverkskiy prospekt, St. Petersburg, 197101, Russia

e-mail: nastasjalausckina@mail.ru, oobasov@mail.ru

Abstract

This paper is devoted to the study of generative modeling in design used: this is an iterative process that generates several output data with consideration to certain restrictions of the input parameters. Generative design can offer advantages to traditional design as specifically defined criteria are taken into account early as the conceptual design stage. The purpose of the work was to study the existing methods and algorithms of generative design in urban planning, taking into

account changes in environmental characteristics. The first step was to determine the input data for the design of the urban structure. The second stage was the analysis of existing solutions. In conclusion, it was The conclusion was made about the various constraints faced by developers, namely: the requirement to make changes in the user mode imposes restrictions on the use of such systems. It is also established that at the moment there is no clear logic by which generative systems can identify contradictions in a set of multimodal data and make a decision on the correspondence of the obtained result to dynamically changing parameters.

Keywords: generative design, planning, data analysis, system, architecture, machine learning.

For citation: Laushkina A.A., Basov O.O. Application of generative design methods using multimodal data in the field of architecture and urban planning // Research result. Information technologies. – Т.6, №3, 2021. – P. 3-10. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-1

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование на основе алгоритмического подхода (computational design, CD) берет свое начало в 70-х годах 20 века. CRAFT [7] была одной из первых систем, автоматизирующих процедуры проектирования с использованием методов оптимизации. С развитием технологий были введены понятия, описывающие различные подходы к проектированию на основе CD (рис. 1):

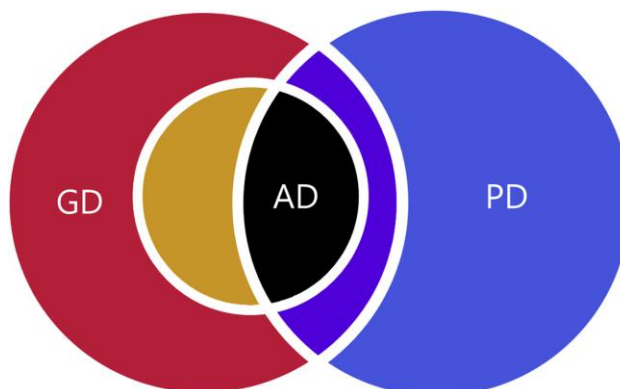


Рис. 1. Концептуальное представление понятий, описывающие различные подходы к проектированию, относительно парадигмы CD

Fig. 1. A conceptual representation of definitions describing various approaches to design relative to the CD paradigm

1. **Generative Design (GD)** – это подход к проектированию, который использует алгоритмы для создания проектов. Подход основан на правилах различных процессов, которые генерируют множественные решения;

2. **Algorithmic design (AD)** – это подход GD, характеризующийся идентифицируемой корреляцией между алгоритмом и его результатом.

3. **Parametric Design (PD)** – это подход к проектированию, основанный на алгоритмическом мышлении, который позволяет управлять или изменять параметры и переменные, которые определяют и формируют взаимосвязь между изначальной целью проектирования и конечным результатом проекта [14].

Взаимосвязь между терминами, указанными на рис. 1, подразумевает, что AD является подмножеством GD, то есть подход AD всегда является генеративным. Подходы GD или AD могут быть параметрическими или использовать методы PD, но есть примеры PD, которые не полагаются на генеративные подходы.

Целью генеративного дизайна является создание нового результата. Для увеличения эффективности генеративного проектирования используются методы искусственного интеллекта, такие как метаэвристические алгоритмы поиска, чтобы "обнаружить" новые и высокоэффективные результаты. Вследствие этого методы генеративного дизайна нашли широкое применение в различных отраслях: строительство, робототехника, медицина и пр.

Искусственный интеллект в генеративном дизайне играет первостепенную роль, а именно методы машинного обучения. Данные методы применимы к большому спектру задач классификации и прогнозирования на основе показателей предметной области с учетом изменения факторов окружающей среды и заданных условий. При достаточно большом и качественном объеме данных, используемых для обучения модели, может быть достигнута высокая точность прогнозов и реализовано множество объектов.

В общем случае при генеративном архитектурном проектировании рабочий процесс включает следующие последовательные этапы:

- **Этап разработки:** варианты генерируются системой с использованием алгоритмов и параметров, заданных проектировщиком;
- **Этап анализа:** варианты, созданные на предыдущем этапе, измеряются и/или анализируются в соответствии с целями, определенными разработчиком;
- **Этап классификации:** варианты сортируются на основе результатов анализа;
- **Этап ранжирования:** процесс ранжирования вариантов дизайна для определения направления последующей разработки проекта;
- **Этап исследования:** автор сравнивает и анализирует созданные проекты, проверяя как геометрию, так и выведенные системой результаты оценки.
- **Этап интеграции:** выбирается предпочтительный вариант дизайна и интегрируется в более крупный проект или среду (рис. 2) [6].

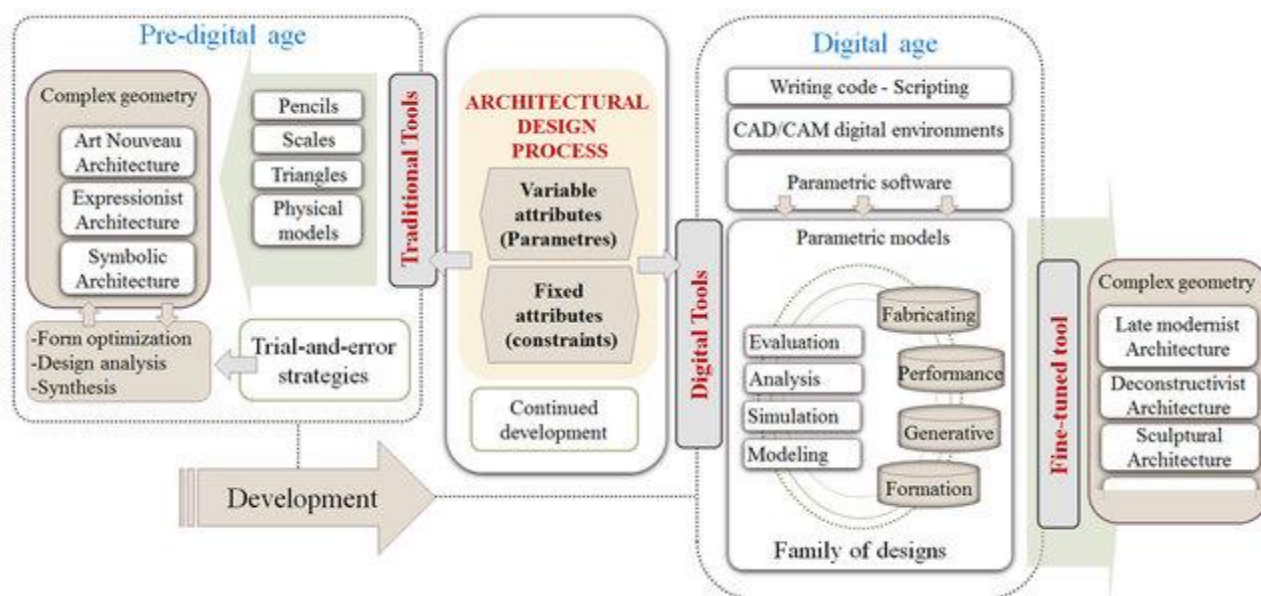


Рис. 2. Концептуальная структура процесса архитектурного проектирования [14]

Fig. 2. The conceptual structure of the architectural design process [14]

В области традиционного градостроительного подхода проектировщики используют накопленный практический опыт и теорию городского планирования для проектирования объектов городской среды [11]. Однако, этот процесс сопровождается некоторым числом ошибок в оценке территории застройки из-за отсутствия или неполноты входной информации о характеристиках проектируемой зоны. До сих пор большинство генеративных исследований в области архитектуры и дизайна сосредоточены, в основном, на формообразовании [15], оптимизации фасада, а также функциональном зонировании ограниченной территории [11].

Вследствие всего вышесказанного, данная статья направлена на изучение существующих решений генеративного моделирования в сфере дизайна и архитектуры с учетом изменения характеристик окружающей среды. Основной задачей является анализ предлагаемых подходов к разработке топологических структур (включая освещение), которые представлены в ряде научных исследований и на данный момент применяются в таких сферах рынка, как градостроительный

сегмент, дизайн и архитектура. Данная работа предполагает выявление необходимости использования генеративного дизайна в проектировании с выявлением достоинств и недостатков такого метода, а также дальнейшие области применения методов GD.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ предметной области был проведен на основе статей о существующих методах и средствах проектирования градостроительной структуры в целом и архитектурных объектов в частности. Были определены следующие критерии тематического исследования:

1) область применения методов GD, частные случаи (реставрация зданий и сооружений, проектирование участков территории, моделирование и проверка деталей физических систем в соответствии требованиям ГОСТ и СНИП и т.д.);

2) входные данные, необходимые для реализации процесса генерации;

3) алгоритмическая структура;

4) программное взаимодействие.

С тех пор, как в начале 2000-х были выпущены инструменты 3D моделирования и проектирования, было относительно небольшое, но активно развивающееся число проектов, использующих генеративный дизайн как инструмент исследования и реконструкции зданий и сооружений. К примеру, авторы [18] изучали процесс генерации геометрии сводов на основе правил с помощью Grasshopper: с помощью лазерного сканера Faro Focus был произведен сбор информации, которая дала ключевую информацию о параметрах собора. Данные о двумерных планах, радиусах отдельных ребер сводов собора, высоте вершин и расстояниях между центрами дуг от уровня импоста были объединены в единую гомогенизированную модель с последующим экспортированием в Rhinoceros 3D для генераций решений. Данная модель имитировала средневековые методы проектирования. Исходная трассировка собора была сопоставлена с генеративными моделями для выявления геометрических пропорций собора с последующим выявлением несоответствий при проектировании реального объекта. Данный подход позволяет увеличить скорость моделирования и проследить процесс изменения правил в проектировании, оставляя при этом исследователям больше времени для проведения анализа объекта изучения.

В большинстве существующих исследований применяются технологии информационного моделирования зданий (BIM¹) с использованием языка программирования Python и определенных алгоритмов генерации в зависимости от поставленных задач [6, 7, 11].

Например, совсем недавно GD был применен в области механики для разработки, ориентированного на повышение производительности и улучшение характеристик изделий [1, 5, 16]. В этом случае исследования были сосредоточены на разработке инструментов искусственного интеллекта для решения задач структурной оптимизации.

В статье [9] рассматривается вопрос функционирования программного обеспечения, а также его характеристики, при создании части захватного устройства. Авторы использовали платформу для трехмерного проектирования Autodesk Fusion 360. Анализ соответствия устройства заданным требованиям проводился с помощью встроенных инструментов. Данный подход является оправданным в том случае, когда у проектировщика недостаточно навыков для учета всех ограничений при интегрировании разрабатываемой части в общую структуру проекта. Необходимо отметить, что работа с данным программным обеспечением является достаточно трудоемкой, поскольку требует от проектировщика специальных навыков в области программирования.

В статье [8] рассматривается система искусственного интеллекта, основанная на многоагентном алгоритме. Система воспроизводит процесс анализа, который используется инженерами при проектировании городов. В этом процессе учитываются особенности данных

¹ BIM – процесс, основанный на использовании интеллектуальных 3D-моделей

окружающей среды и настраиваются параметры модели в соответствии с функциональным зонированием и используются следующие методы:

1. Создание топологической сетки городской территории с учетом ее особенностей (рельеф);
2. Присвоение веса каждой точке участка для количественной оценки характеристик территории (высотные точки, прибрежные территории и водоемы, уклон местности, инсоляция, видовые точки, функциональное зонирование).

Для решения поставленных задач авторы использовали динамический алгоритм оптимизации MAS (Multy-agent System, рис. 3). Каждая точка сетки является агентом, в то время как категория функционального зонирования является ее состоянием. При определенных условиях агенты воспринимают изменения в окружающей среде и принимают решения о будущем поведении модели на основе этих изменений. При реализации использовались следующие инструменты:

1. Formit для базового проектирования;
2. Revit для моделирования в среде BIM;
3. Dynamo для адаптации таблиц с данными о вершинах, графиках и кастомизации для Python;
4. Refinery для реализации оптимизации с помощью метаэвристического алгоритма NSGA-II.

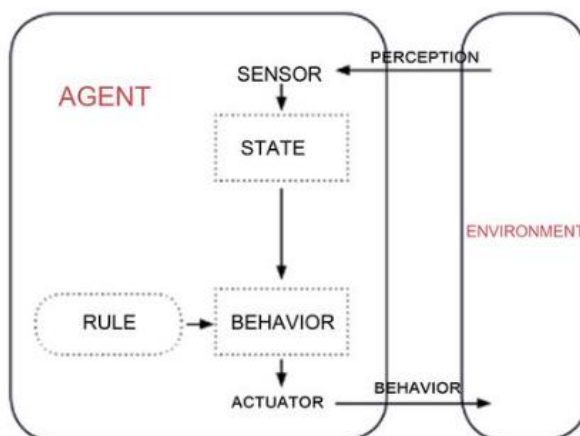


Рис. 3. Алгоритм оптимизации MAS [12]

Fig. 3. Multi-agent System optimization algorithm [12]

В результате анализа статьи [8] было выявлено, что разработанная система не является достаточно “общей”. Таким образом, когда система применяется к другому городу или участку, остается необходимость ручной настройки входных и выходных параметров на всех этапах работы, таких как функциональное зонирование или других процессах городского планирования, которые зависят от особенностей территории. Кроме того, стоит отметить, что отсутствует четкая логика, по которой система могла бы судить о соответствии сгенерированного решения конечной цели.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Несмотря на рост интереса к подходам GD, эта область все еще мало изучена [12, 17]. В существующих исследованиях в области архитектуры представлены работы, которые направлены на решение вопросов энергоэффективности [10], разработку прототипов (аналогов существующего объекта в 3D представлении) [3] или процесс проектирования [4].

Следовательно, существует потребность в создании фреймворка и программных инструментов, ориентированных на процесс создания генеративной системы для комплексного

архитектурного проектирования. В ходе анализа статей было определено, что в большинстве существующих исследований применяются технологии BIM с использованием языка программирования Python, а также L-системы, клеточные автоматы, генетические алгоритмы, метод «роевой интеллект» и shape grammars («грамматика формы») [13].

Несмотря на существование различных методов, можно также утверждать, что их использование в некоторых случаях ограничено требованиями к знаниям пользователя, вычислительной мощностью или ограничениями по времени - все эти факторы следует принимать во внимание. Необходимо отметить, что более простые методы, такие как случайная выборка, эффективны для задач концептуального проектирования. Подход со случайной выборкой, базирующийся на генераторах псевдослучайных чисел, формирует случайный набор решений из числа предложенных и оставляет принятие решения за человеком. Использование случайной выборки накладывает несколько ограничений, поскольку она не обусловлена четко определенными измеримыми целями. То есть ответственность за представление проекта лежит на пользователе, что означает включение качественных оценок и возможное искажение достоверной информации. Это означает, что необходима разработка методов выявления противоречий в наборе мультимодальных данных с использованием инструментов генеративного дизайна.

Таким образом, необходимы дальнейшие исследования, в которых изучаются методы генеративного проектирования в контексте архитектуры и строительства, которые предоставляют дополнительные результаты для формирования базы знаний генеративного дизайна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на непрерывное развитие программных средств структурной оптимизации, навыки пользователя всегда будут являться ключевым элементом при проектировании. Способность выявлять проблемы в процессе проектирования и определять критерии, играющие первостепенную роль в достижении качественного результата, остаются прерогативой человека, которую невозможно заменить инструментами искусственного интеллекта. Т.е. необходимо рассматривать выходные данные при использовании методов GD как исходные данные, которые требуют дальнейшего анализа, всякий раз, когда:

- 1) набора навыков проектировщика/дизайнера недостаточно, чтобы на этапе концепции определить оптимальное представление объекта;
- 2) объект/компонент системы должен быть интегрирован в систему, имеющую другие ограничения.

Область генеративного дизайна и его применение в архитектуре является многообещающим и потенциально может стать частью инструментария будущего проектировщика. Однако необходимы дальнейшие исследования, чтобы расширить знания о том, как и когда генеративный дизайн является наиболее применимым, когда речь идет о том для каких типов задач он подходит, а также о том, какие типы методов использовать (применять).

Список литературы

1. 6 Examples of Generative Design in Manufacturing, 2019. URL: <https://www.autodesk.com/redshift/generative-manufacturing/> Autodesk (дата обращения: 12.08.2021).
2. Шмагин В.С., Маслова М.А. Обзор и анализ развития искусственного интеллекта // Научный результат. Информационные технологии. – Т.5, №4, 2020. – С. 3-8. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-1.
3. Abrishami S., Goulding J., Rahimian F. Generative BIM workspace for AEC conceptual design automation: Prototype development // Engineering, Construction and Architectural Management. 2020.
4. Abrishami S., Goulding J., Rahimian F.P., Ganah A. Virtual generative BIM workspace for maximizing AEC conceptual design innovation: A paradigm of future opportunities // Construction Innovation. 2015. №15. P. 24–41.
5. Arias-Rosales A., Osorio-Gomez G. Albatros Create: an interactive and generative tool for the design and 3D modeling of wind turbines with wavy leading edge // International Journal on Interactive Design and Manufacturing. 2020. №14. P. 631-650.

6. Bukhari F.A. A Hierarchical Evolutionary Algorithmic Design (HEAD) system for generating and evolving building design models: Ph.D. thesis. The Australia. 2011. P. 343.
7. Caetano I., Santos L., Leitão A. Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design // *Frontiers of Architectural Research*. 2020. Том 9. №2. P. 287-300.
8. Generative Design for project optimization / Di Filippo A., Lombardi M., Marongiu F., Lorusso A., Santaniello D. 2021. P 110-115.
9. Generative Design: An Explorative Study / Buonamici F., Carfagni M., Furferi R., Volpe Y., Governi L. // *Computer-Aided Design and Applications*. 2020. №18. P. 144-155.
10. Gerber D.J., Lin S.H.E. Designing in complexity: Simulation, integration, and multidisciplinary design optimization for architecture // *Simulation*. 2014. №90. P. 936–959.
11. Guo G.H., Li L.B. and Tang T.P. An Exploration Of Rule-Based Generative Design Method Of Urban Design // *Proceedings of the 22nd International Conference*. 2017. P. 45-67.
12. Krish S. A practical generative design method // *Computer Design*. 2011. №43. P. 88–100.
13. Mukkavaara J., Sandberg M. Architectural Design Exploration Using Generative Design: Framework Development and Case Study of a Residential Block // *Buildings*. 2020. №10(11).
14. Naglaa A. Megahed. Digital Realm: Parametric-enabled Paradigm in Architectural Design Process // *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*. 2015. № 4(3). P. 174-183.
15. Peng C.P., Yang Y.Y., Bao F.B. Computational Network Design from Functional Specifications // *NLPR-CASIA*. 2016. №69.
16. Plocher J., Panesar A. Review on design and structural optimization in additive manufacturing: Towards next-generation lightweight structures // *Materials and Design*. 2019. №183.
17. Virtual generative BIM workspace for maximizing AEC conceptual design innovation: A paradigm of future opportunities / Abrishami S., Goulding J., Rahimian F.P., Ganah A. // *Construction Innovation*. 2015. №15. P. 24–41.
18. Webb N., Buchanan A. Digitally aided analysis of medieval vaults in an English cathedral, using generative design tools // *International Journal of Architectural Computing*. 2019. №17(3). P. 241-259.

References

1. 6 Examples of Generative Design in Manufacturing, 2019. URL: <https://www.autodesk.com/redshift/generative-manufacturing/> Autodesk (дата обращения: 12.08.2021).
2. Shmagin V.S., Maslova M.A. Review and analysis of the development of artificial intelligence // *Research result. Information technologies*. – Т.5, №4, 2020. – P. 3-8. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-1.
3. Abrishami S., Goulding J., Rahimian F. Generative BIM workspace for AEC conceptual design automation: Prototype development // *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2020.
4. Abrishami S., Goulding J., Rahimian F.P., Ganah A. Virtual generative BIM workspace for maximizing AEC conceptual design innovation: A paradigm of future opportunities // *Construction Innovation*. 2015. №15. P. 24–41.
5. Arias-Rosales A., Osorio-Gomez G. Albatros Create: an interactive and generative tool for the design and 3D modeling of wind turbines with wavy leading edge // *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*. 2020. №14. P. 631-650.
6. Bukhari F.A. A Hierarchical Evolutionary Algorithmic Design (HEAD) system for generating and evolving building design models: Ph.D. thesis. The Australia. 2011. P. 343.
7. Caetano I., Santos L., Leitão A. Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design // *Frontiers of Architectural Research*. 2020. Том 9. №2. P. 287-300.
8. Generative Design for project optimization / Di Filippo A., Lombardi M., Marongiu F., Lorusso A., Santaniello D. 2021. P 110-115.
9. Generative Design: An Explorative Study / Buonamici F., Carfagni M., Furferi R., Volpe Y., Governi L. // *Computer-Aided Design and Applications*. 2020. №18. P. 144-155.
10. Gerber D.J., Lin S.H.E. Designing in complexity: Simulation, integration, and multidisciplinary design optimization for architecture // *Simulation*. 2014. №90. P. 936–959.
11. Guo G.H., Li L.B. and Tang T.P. An Exploration Of Rule-Based Generative Design Method Of Urban Design // *Proceedings of the 22nd International Conference*. 2017. P. 45-67.
12. Krish S. A practical generative design method // *Computer Design*. 2011. №43. P. 88–100.
13. Mukkavaara J., Sandberg M. Architectural Design Exploration Using Generative Design: Framework Development and Case Study of a Residential Block // *Buildings*. 2020. №10(11).

14. Naglaa A. Megahed. Digital Realm: Parametric-enabled Paradigm in Architectural Design Process // International Journal of Architecture, Engineering and Construction. 2015. № 4(3). P. 174-183.
15. Peng C.P., Yang Y.Y., Bao F.B. Computational Network Design from Functional Specifications // NLPR-CASIA. 2016. №69.
16. Plocher J., Panesar A. Review on design and structural optimization in additive manufacturing: Towards next-generation lightweight structures // Materials and Design. 2019. №183.
17. Virtual generative BIM workspace for maximizing AEC conceptual design innovation: A paradigm of future opportunities / Abrishami S., Goulding J., Rahimian F.P., Ganah A. // Construction Innovation. 2015. №15. P. 24–41.
18. Webb N., Buchanan A. Digitally aided analysis of medieval vaults in an English cathedral, using generative design tools // International Journal of Architectural Computing. 2019. №17(3). P. 241-259.

Лаушкина Анастасия Александровна аспирант, инженер Национального центра когнитивных разработок
Басов Олег Олегович доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник, профессор факультета цифровых трансформаций

Laushkina Anastasia Alexandrovna Postgraduate Student, Engineer, National Center for Cognitive Development
Basov Oleg Olegovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Faculty of Digital Transformation, Senior Scientific Researcher of ITMO University

УДК 004.056.53

DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-2

Кузьминых Е.С.
Маслова М.А.

МЕТОДЫ УДАЛЕННОЙ РАБОТЫ И СПОСОБЫ ЕЕ ЗАЩИТЫ

Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, д. 33, г. Севастополь, 299053, Россия

e-mail: egor2014ru@mail.ru, mashechka-81@mail.ru

Аннотация

Тема удаленной работы с приходом пандемии являлась необычным способом работы для многих компаний и организаций, но время идет, а она продолжает становиться все более актуальной и даже становится более удобной и применимой для разных сфер деятельности. Данная форма организации работы принесла множество новшеств как в работе, так и в организации защиты обрабатываемой и передаваемой информации в процессе работы. Как обычные рабочие, так и руководители столкнулись с множеством проблем, но и приобрели множество позитивных моментов. Проанализируем отрицательные и положительные стороны «удаленной работы» и методы защиты обрабатываемой информации в данном процессе.

Ключевые слова: удаленная работа, пандемия, контроль, безопасность, денежные затраты, риски, уязвимости.

Для цитирования: Кузьминых Е.С., Маслова М.А. Методы удаленной работы и способы ее защиты // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №3, 2021 – С. 11-19. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-2

Kuzminykh E.S.
Maslova M.A.

METHODS OF REMOTE WORK AND WAYS TO PROTECT IT

Sevastopol state University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, 299053, Russia

e-mail: egor2014ru@mail.ru, mashechka-81@mail.ru

Abstract

The topic of remote work with the arrival of the pandemic was an unusual way of working for many companies and organizations, but as time goes on, it continues to become more and more relevant and even becomes more convenient and applicable for different fields of activity. This form of organization of work has brought many innovations both in the work and in the organization of the protection of processed and transmitted information in the process of work. Both ordinary workers and managers faced a lot of problems, but also acquired a lot of positive moments. We will analyze the negative and positive aspects of "remote work" and methods of protecting the processed information in this process.

Keywords: remote work, pandemic, control, security, monetary costs, risks, vulnerabilities.

For citation: Kuzminykh E.S., Maslova M.A. Methods of remote work and ways to protect IT // Research result. Information technologies. – Т.6, №3, 2021. – P. 11-19. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-2

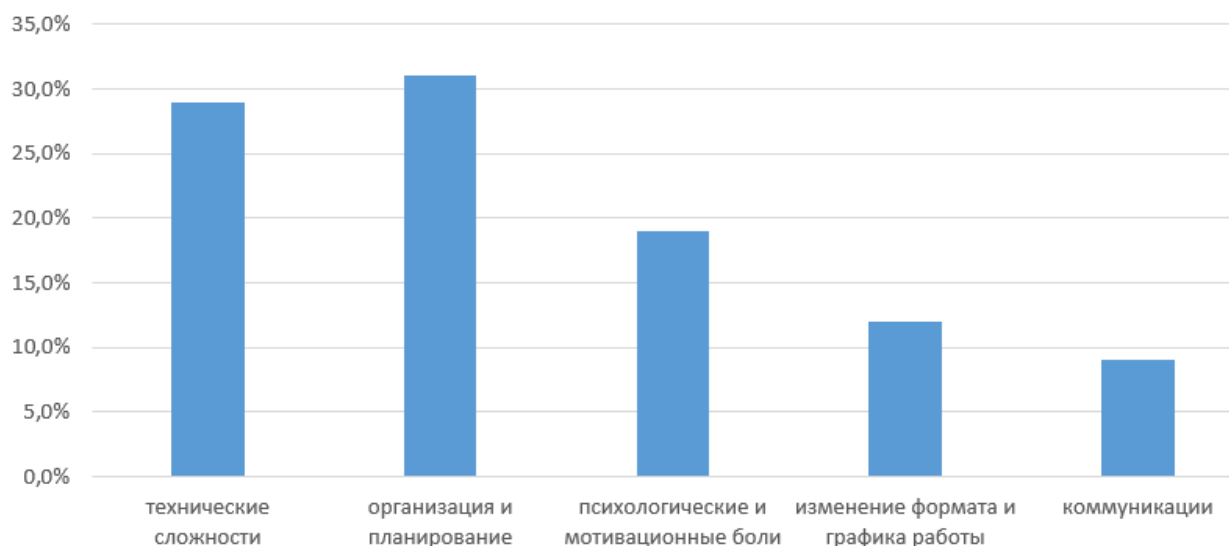
ВВЕДЕНИЕ

В период пандемии в большинстве стран мира многим руководителям пришлось переводить своих сотрудников на удалённую работу, чтобы минимизировать физический контакт между людьми, чтобы избежать любой возможности заразиться и при этом не стать банкротами. Этот метод работы для многих был новым витком и вот уже за полтора года такой работы сформировались определенные правила, методы работы, выявлены основные плюсы и минусы, существующие риски и уязвимости. Рассмотрим основные из них. Для руководителей одним из

минусов являлся контроль за сотрудниками во время рабочего времени. Непонятно было как же контролировать чем они заняты в данный момент, соблюдают ли график работы и самое главное, как контролировать защиту информации, которую они обрабатывают и после передают через интернет друг другу или в офис. Так же необходимо было понять кого надо оставлять на рабочем месте, а кого можно перевести на удаленную работу. Понятно, что те, кто работает целый день за компьютером, обрабатывая информацию в сети - их стоит перевести на удалённую работу (по статистике это 80% сотрудников), так как это не принесет значительных убытков. Конечно есть профессии которые от перехода на удаленную работу ничего не потеряют, например разработчики ПО, программисты, журналисты и т.д. Главное, чтоб была выполнена работа в рабочее время и тогда кардинально ничего не поменяется, т.е. необходимо создать рабочую среду полностью похожую на ту, которая была в офисе, что бы сотрудники могли общаться между собой по различным вопросам, имели возможность проводить совещания, работать с общими документами, выполнять все поставленные руководством задачи и помнить, что защита информации должна быть на высшем уровне [10, 12].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

К основным проблемам удаленной работы и способам ее организации можно отнести большие денежные затраты и то, что в основном руководители рассматривают административные проблемы, а физические проблемы и способы реализации затрагивают поверхностно, из-за чего большинство из проблем остаются все также актуальными, а сотрудники малоквалифицированными. Ключевые трудности – это технические сложности, организация и планирование, психологические и мотивационные «боли», изменение формата и графика работы, коммуникации (рис.1) [8, 3].



*Рис. 1. Ключевые трудности удаленной работы
Fig. 1. Key difficulties of remote work*

Если сравнивать 2019 (30000 чел.) год, середину 2020 г. (июнь 2020 г – 200000 чел.), конец 2020 (ноябрь 2020 г. – 370000 чел), то число сотрудников, перешедших на удалённую работу, увеличилось в 110 раз и это число продолжает расти, приблизительно на данный момент 2021 года число превосходит 5 млн. человек (рис. 2) [5].

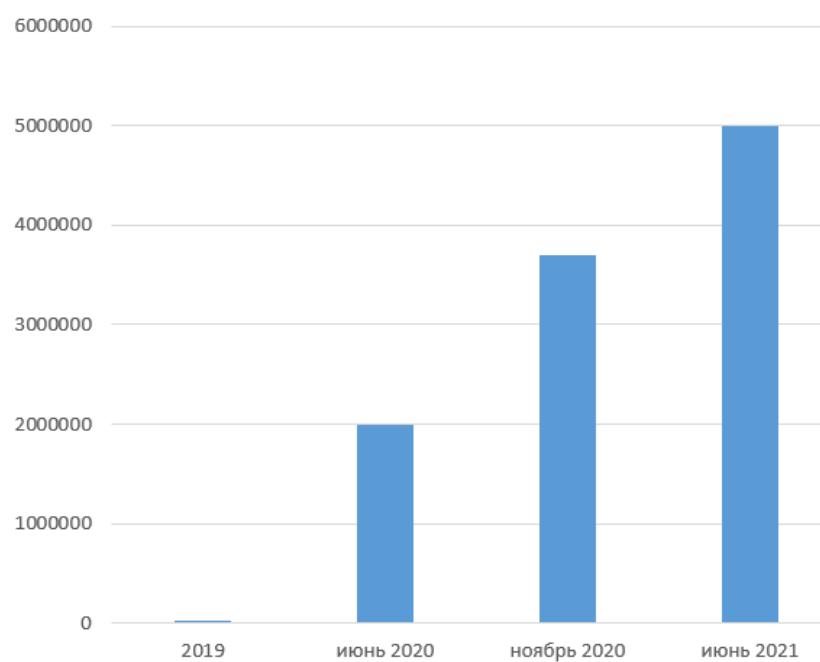


Рис. 2. Число людей, работающих удаленно
Fig. 2. The number of people working remotely

Райффайзенбанк провел опрос, среди сотрудников, работающих удаленно, на удовлетворенность в такой работе: 88% удаленная работа нравится и 12% не очень, выявив ее основные недостатки: постоянно перерабатывают – 35%, отвлекают домашние заботы – 30%, не хватает физической активности – 50%, не хватает общения с коллегами – 42%, и преимущества: экономия времени на дорогу – 78%, сокращение расходов – 49%, стали больше проводить времени с семьей – 49%, совмещают работу и хобби – 36%, привлекает возможность работать из другого города или страны – 33%.

Видно, что люди стали привыкать к удаленной работе и плюсов в ней появилось намного больше, чем минусов, что не было изначально при переходе на такой метод работы. И если проанализировать, то и от существующих минусов можно тоже избавиться в той или иной мере, например:

- сделать график строгим и тогда после конкретно установленного времени - сотрудники спокойно пойдут отдыхать, без переработки;
- нехватку физической активности заменить бегом или спортом в домашних условиях;
- нехватку общения с коллегами - установить определенное время между работой для общения по интернету (видеосвязь), либо чаще проводить собрания коллектива, например, раз в неделю, или несколько раз, также по видео связи.

Но также опрос показал, что 70% работников хотели бы изменить свой график и вернуться в офис, хотя бы на несколько дней (рис. 3):

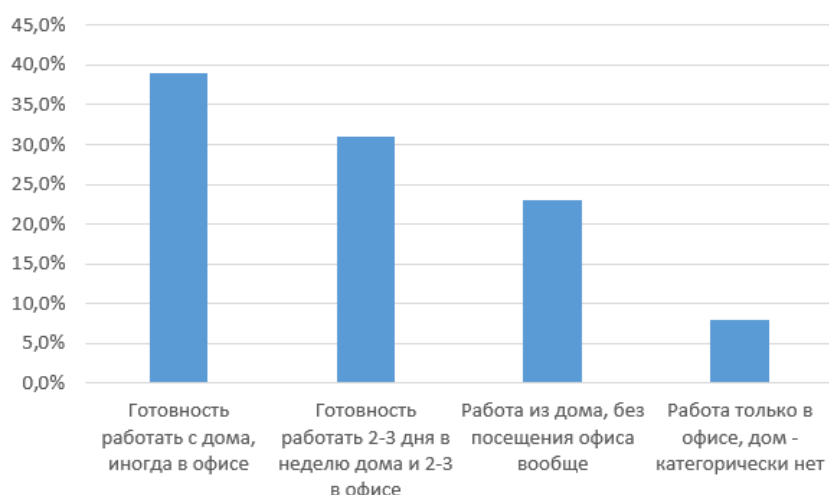


Рис. 3. Работа в офисе и дома
Fig. 3. Work in the office and at home

Благодаря удаленной работе во время пандемии, многие люди освоили множество новых навыков в жизни (рис. 4): 1 - Ничего нового не освоил во время пандемии, 2 - Освоил цифровую видеосвязь, коммуникации, повысил цифровую грамотность, 3 - Научился экономить, готовить, делать ремонт и т.д., 4- Наоборот даже утратил некоторые навыки, 5 - Освоил новую профессию, чтобы зарабатывать, 6 - Освоил школьную программу своих детей.

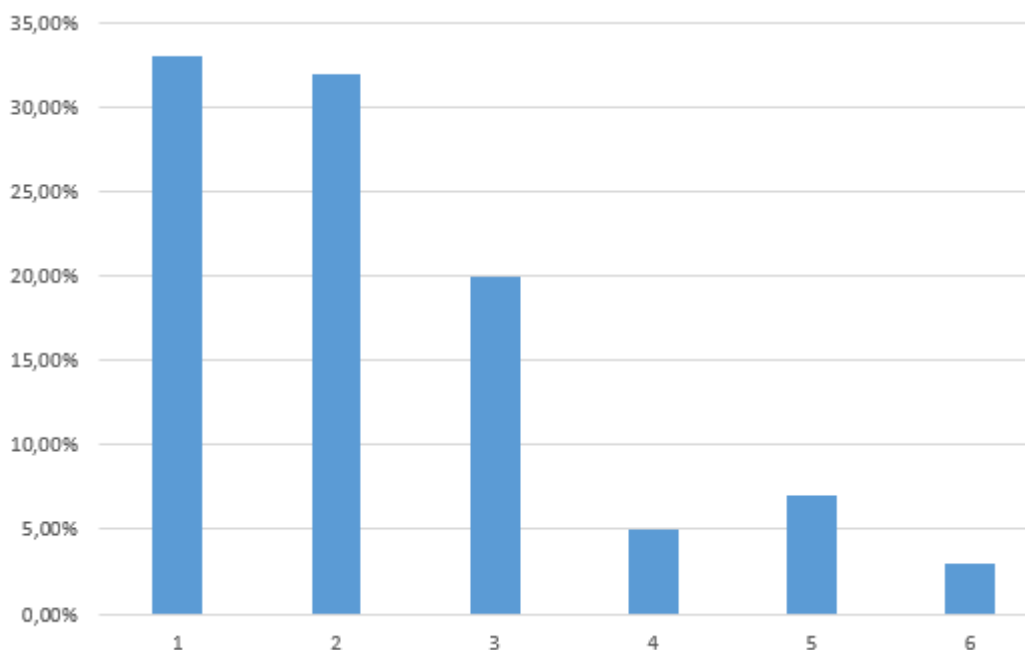


Рис. 4. Навыки, освоенные во время пандемии
Fig. 4. Skills learned during the pandemic

Существуют некоторые мифы об удаленной работе. Рассмотрим на сколько они правдивы, например:

- Миф №1: Люди, работающие удаленно, лежат с ноутбуком в шезлонге на пляже, но опрос показывает, совершенно другие данные (рис.5).

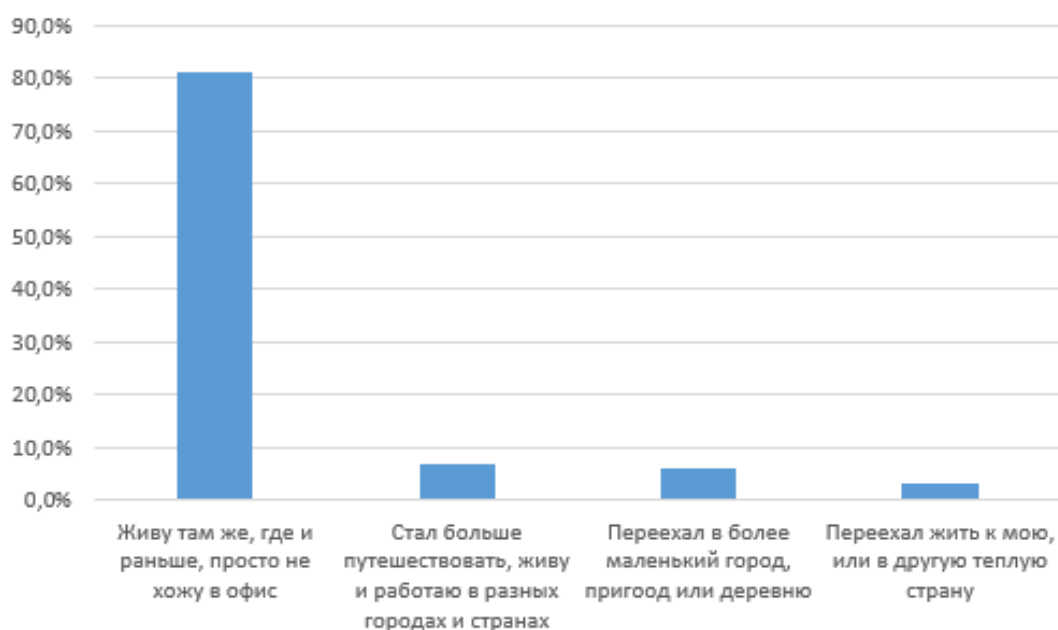


Рис. 5. Место жительства людей, работающих удаленно

Fig. 5. The place of residence of people working remotely

- Миф №2: «Все удаленные разработчики работают пару часов в день, а так смотрят сериалы, играют в игры», результат показывает другое (рис. 6).

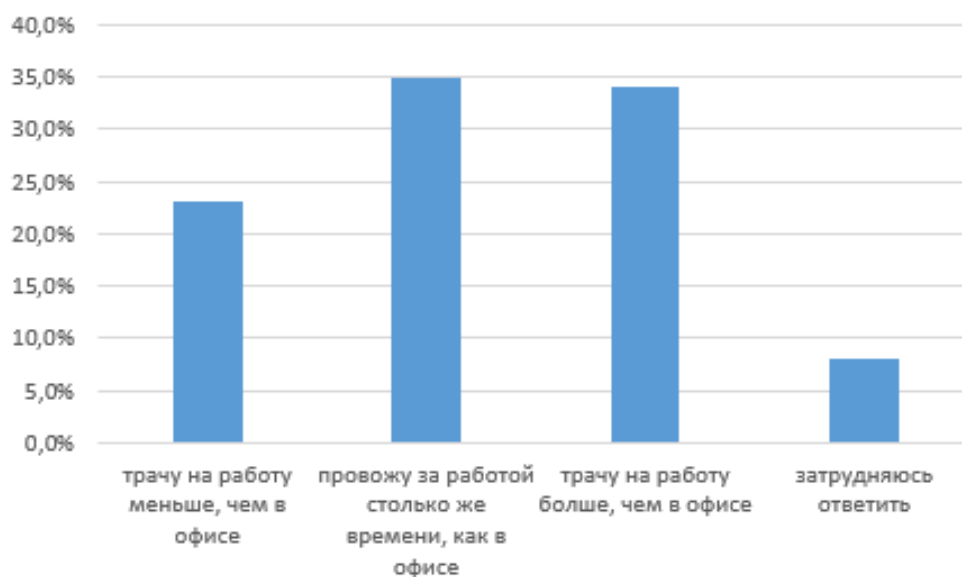


Рис. 6. Затраты времени при удаленной работе

Fig. 6. Time spent on remote work

- Миф №3: «Все удаленные разработчики, когда хотят – работают, когда хотят – отдыхают». В реальности же планирование рабочего графика состоит из:

- есть часы, когда нужно быть онлайн и на связи, остальные часы работы можно планировать, как удобно – 49%;

- работают, когда хочется, главное уложится в дедлайны и присутствовать на назначенных встречах – 29%;

- придерживаться фиксированного графика, рабочие дни и часы работы жестко зафиксированы – 21%.

Как видно из рисунков 4-6 большинство из опрашиваемых работников тратит на работу столько же времени, или даже больше. Некоторые сами планируют свой график, когда им отдохнуть, а когда сделать работу, при этом им нужно быть всегда на связи, и уехать так же проблематично, т.к. в любой момент может понадобится посетить офис [11].

Так же после опрашиваемые составили список большинства плюсов и минусов удалённой работы, значимые для них (рис. 7):

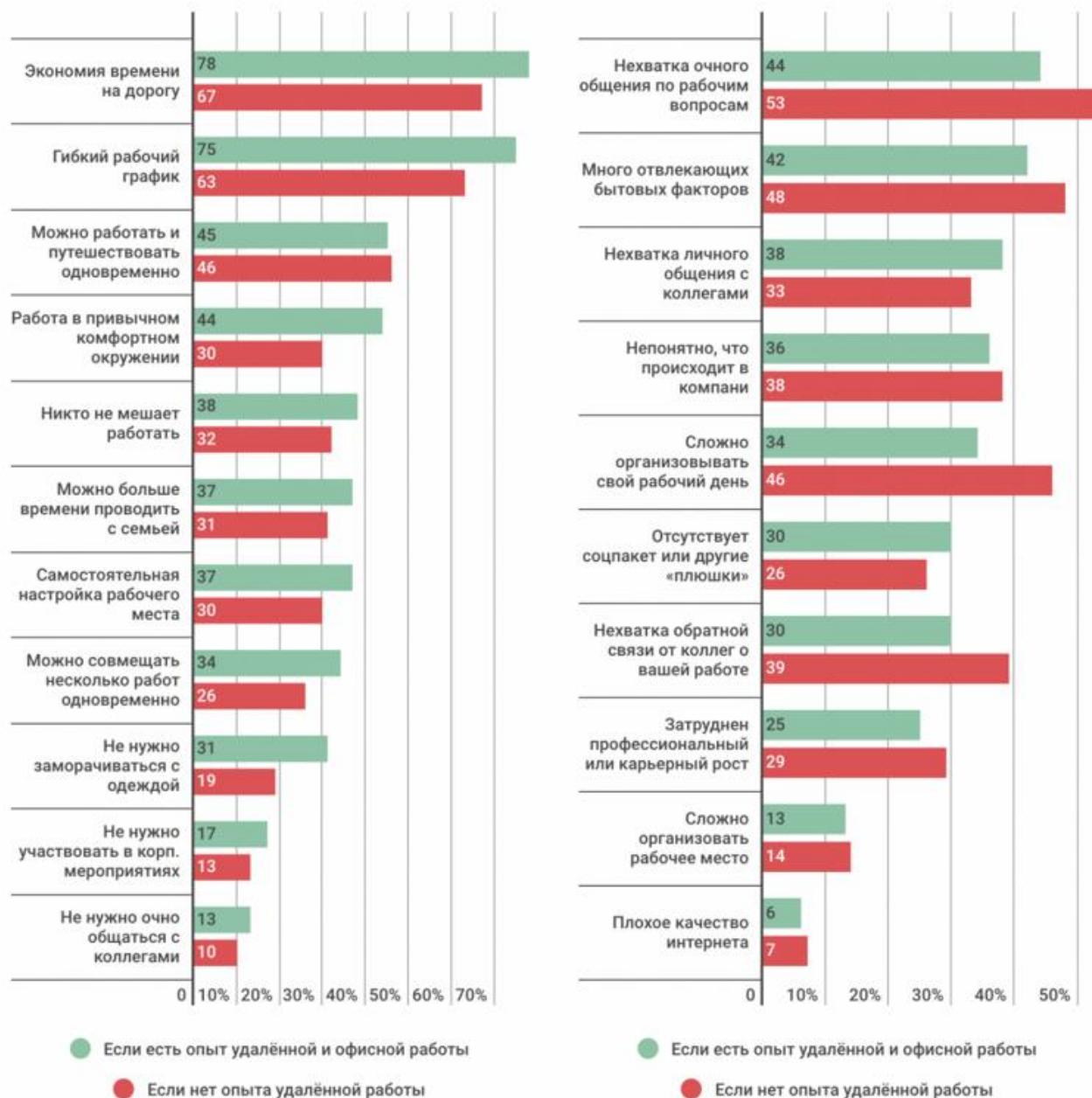


Рис. 7. Положительные и отрицательные стороны удаленной работы
Fig. 7. Positive and negative aspects of remote work

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Но вся удаленная работа может привести к большим растратам, утратам и потерям, если обрабатываемую и передаваемую информацию не контролировать и вовремя не защитить. Работа удаленно, в основном, происходила либо на собственных технических ресурсах (что не имеет

никакой защиты), либо техника привозилась сотрудникам домой из офисов и подключалась к сети предприятия через VPN.

Например, подключение через VPN имело свои преимущества и недостатки. Преимущества: не требуется настраивать лишние приложения на компьютере; нет необходимости использовать личный компьютер, сотрудник работает точно так же, как и в офисе, а системные администраторы по-прежнему имеют удалённый доступ ко всем компьютерам. Недостатки: добавление расходов на логистику и дополнительные затраты на транспортировку техники к работникам на дом, постоянный контроль за правильностью работы и подключение приборов, служба ИТ должна заранее настроить сеть VPN и сделать резервные каналы.

При использовании техники в офисе, она должна быть постоянно включена во время рабочего времени, сотрудники же подключаются к компьютерам при помощи удалённого доступа и выполняют необходимые им задачи. Преимущества: не нужно перемещать технику и не возникает лишних затрат; не нужно ничего больше предпринимать, сотрудники работают точно так же, как и в офисе. Недостатки: двойная работа для всего ИТ отдела, помимо того, что их не смогут перевести на удалённую работу, им придётся постоянно следить за работой сотрудников и поддерживать функционирование компьютеров; необходимо следить, за работой всех, при этом им будут постоянно звонить сотрудники с одной и той же проблемой, что у них не получается подключиться, но из-за различных проблем, например работник мог что-то не то нажать, или у него мог выключиться интернет, а такие с одной стороны простые проблемы для ИТ превратятся в большую «головную боль». Следующая проблема состоит в том, что все эти приложения, через которые сотрудники будут подключаться дистанционно, имеют свои сервера, а это значит, что сотрудники ИБ не смогут гарантировать безопасность информации. Можно создать свои сервера, но это опять же приведет к большим затратам как времени, так и денег [2].

Рассмотрим концепцию Bring Your Own Device — принести своё устройство. Одна из популярных тенденций в сфере ИТ, когда сотрудники приносят свои устройства и подключаются к корпоративной сети. Сотрудники работают дома на своих личных компьютерах, которые используются как терминалы удалённого доступа, вся работа проходит на общем сервере компании. Все необходимые приложения для работы устанавливаются на сервере терминала, а работу организывает специальный агент, который контролирует весь процесс.

Преимущества:

- вся работа происходит в одном месте, едином центре, который можно легко контролировать агенту.
- вся информация, собранная агентом, остаётся в локальной сети компании и не уходит в интернет.
- на личном ПК сотрудника не сохраняется никакая информация, т.к. ПК используется как терминал удалённого доступа.

Недостатки:

- при нагрузке большого количества пользователей, требуется серьёзное ПО, чтобы оно выдерживало такую нагрузку,
- обязательно должны быть лицензионные специальные программы для контроля и защиты терминала,
- должны быть установлены специальные программы для работы обычных сотрудников.

Также на утечку информации влияет человеческий фактор. Например, инсайдеры – это работники, которые по своему служебному положению владеют какой-то конфиденциальной информацией. Проблема состоит в том, что они продают, или же сливают информацию из организаций, в которых работают, на них могут надавить, или купить, или же они могут просто разозлиться на руководство и начать продавать информацию или просто проговориться при общении с другими людьми. Таких людей очень сложно вычислить, особенно если в организации не очень опытный сотрудник ИБ, а чаще всего его вообще не существует [7, 6, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существует множество способов предотвратить утечку информации. Но для обеспечения качественной и постоянной защиты информации необходимо обеспечить комплексную защиту сети, чтобы у нее было как можно меньше уязвимостей. От человеческого фактора необходимо защищаться так же очень тщательно: необходимо ограничивать права работающего; выдавать доступ только к той информации, которая им необходима непосредственно для их работы. При работе многочисленных работников, имеющих равные права к информации или базе данных необходимо: устанавливать специальные программы для защиты и контроля; установить и настроить DLP системы; обязывать подписывать договор о неразглашении информации, либо большим штрафом при ее разглашении или несение уголовного наказания.

Подводя итоги можно выделить, что удалённая работа с одной стороны очень удобная, особенно для обычных сотрудников: можно не тратить много времени на дорогу, экономить время для сна и семьи, своевременно обедать, но это все ведет к дополнительным действиям ИТ сотрудников, которым необходимо придумывать различные способы, как обеспечить удобный, менее затратный вид работы для сотрудников с постоянным его контролем от рисков, утечек, атак и уязвимостей.

Не все сферы жизни человека могут перейти на удаленную работу, но некоторые направления могут сделать это безболезненно и с дополнительными плюсами, например, уменьшением пробок в городе на дорогах, меньшим загрязнением планеты выхлопными газами, уменьшением вырубки лесов за счет снижения использования бумажных работ, снижения растрат на транспорт и проезды до работы. Но в свою очередь это добавит дополнительных проблем и затрат в сфере безопасности и уязвимости неграмотных или доверчивых людей [1, 4].

Список литературы

1. Маслова М.А., Лагуткина Т.В. Анализ и выявление положительных и отрицательных сторон внедрения дистанционного обучения // Научный результат. Информационные технологии. 2020. Т. 5. № 2. С. 54-60. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-2-0-8.
2. Орлов В.Б., Бураншина Е.И. Удаленная работа как новая реалья трудовых отношений: Анализ факторов предрасположенности к удаленной работе // Вестник югорского государственного университета, 4(35), 2014, С.40-46.
3. Федорова Н.В., Минченкова О.Ю., Макеева В.Г. Особенности работы менеджеров в условиях перевода сотрудников на удаленную форму работы // Наука и искусство управления / Вестник института экономики, управления и права российского государственного гуманитарного университета. №1/2, 2020 г. С. 32-43.
4. Шамсетдинов А.Д. Анализ принципов удаленной работы виртуальной организации // Вестник университета. М.: 2009, С. 235-238.
5. Дома работники: число россиян на удаленке выросло за год в 110 раз, 2020 г. // <https://iz.ru/1091278/maksim-khodykin/> (дата обращения: 10.06.2021).
6. Как организовать безопасную удаленную работу во время карантина, 2020 г. URL: <https://www.anti-malware.ru/practice/solutions/How-to-organize-secure-remote-work-during-quarantine> (дата обращения: 15.06.2021).
7. Случай из практики: выявление инсайдера в отделе продаж удалённого филиала, 2020 г. URL: <https://www.anti-malware.ru/practice/solutions/identify-insider-in-remote-branch> (дата обращения: 12.06.2021).
8. Удаленная работа в государственных органах и ТАРМ чиновника // <https://tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 10.06.2021).
9. Уроки удалённой работы: как защита от утечек данных адаптировалась в период карантина, 2020 г. URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/Data-Leak-Prevention-during-covid19-quarantine (дата обращения: 12.06.2021).
10. Удаленная работа – это надолго, 2020 г. URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/Remote-work-for-long-time (дата обращения: 10.06.2021).

11. Удалённая работа в цифрах и диаграммах, 2017 г. https://habr.com/ru/company/habr_career/blog/330076/ (дата обращения: 12.06.2021).

16 фактов об удалённой работе в 2020 году. URL: <https://vc.ru/hr/129692-16-faktov-ob-udalennoy-rabote-v-2020-godu>.

References

1. Maslova M.A., Lagutkina T.V. Analysis and identification of positive and negative aspects of distance learning implementation // Research result. Information technologies. 2020. Т. 5. № 2. P. 54-60.

2. Orlov V.B., Buranshina E.I. Remote work as a new reality of labor relations: Analysis of the factors of predisposition to remote work // Bulletin of the Ugra State University, 4(35), 2014, S.40-46.

3. Fedorova N.V., Minchenkova O.YU., Makeeva V.G. Features of the work of managers in the conditions of transferring employees to a remote form of work // Science and art of management / Bulletin of the Institute of Economics, Management and Law of the Russian State University for the Humanities. №1/2, 2020. P. 32-43.

4. Shamsetdinov A.D. Analysis of the principles of remote work of a virtual organization // Bulletin of the University. M.: 2009, P. 235-238.

5. Home workers: the number of Russians working remotely has grown 110 times over the year, 2020. // <https://iz.ru/1091278/maksim-khodykin/> (data access: 10.06.2021).

6. How to organize safe remote work during quarantine, 2020 g. URL: <https://www.anti-malware.ru/practice/solutions/How-to-organize-secure-remote-work-during-quarantine> (data access: 15.06.2021).

7. Case from practice: identification of an insider in the sales department of a remote branch, 2020. URL: <https://www.anti-malware.ru/practice/solutions/identify-insider-in-remote-branch> (data access: 12.06.2021).

8. Remote work in government agencies and TARM officials // <https://tadviser.ru/index.php/> (data access: 10.06.2021).

9. Lessons from remote work: how data leak protection adapted during the quarantine period, 2020. URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/Data-Leak-Prevention-during-covid19-quarantine (data access: 12.06.2021).

10. Remote work is for a long time, 2020. URL: https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/Remote-work-for-long-time (data access: 10.06.2021).

11. Remote work in numbers and diagrams, 2017. https://habr.com/ru/company/habr_career/blog/330076/ (data access: 12.06.2021).

12. 16 facts about telecommuting in 2020. URL: <https://vc.ru/hr/129692-16-faktov-ob-udalennoy-rabote-v-2020-godu>.

Кузьминых Егор Сергеевич, студент первого курса кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Маслова Мария Александровна, старший преподаватель кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Kuzminykh Yegor Sergeevich, First-year Student of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

Maslova Maria Alexandrovna, Senior Lecturer of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

УДК 004.9

DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-3

Воронина А.А.
Скрипина И.И.**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ИНЦИДЕНТОВ НАРУШЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДАННЫХ**

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, ул. Вавилова, д.1, п. Майский,
Белгородский р-н, Белгородская обл., 308503, Россия

e-mail: voronina.anastasia@internet.ru, skripina@bsu.edu.ru

Аннотация

Информация становится очень важным ресурсом и начинает превышать по своей значимости даже материальные активы. В связи со стремительным развитием важности информации в современном мире стали расти и посягательства на информационные ресурсы. Проанализированы средства по защите информации, предотвращающие несанкционированные доступы к ней или ее элементам. Данная группа средств определяется как термин «информационная безопасность». Стоит отметить, что важны именно предупредительные меры для обеспечения безопасности информации, а не устранение последствий данных проблем. В ходе своей работы разработчик может случайно допустить ошибку, вследствие которой в данном пункте может образоваться будущая уязвимость. Уязвимость – слабое место программы или программного обеспечения, обнаружив это место злоумышленник может легко нанести вред информации. Если обнаружена угроза, то применяют методы по обеспечению безопасности информации. В данной статье рассмотрены меры защиты информации.

Ключевые слова: информационная безопасность, информация, угрозы безопасности.

Для цитирования: Воронина А.А. Скрипина И.И. Предупреждение инцидентов нарушения информационной безопасности данных // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №3, 2021. – С. 20-25. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-3

Voronina A.A.
Skripina I.I.**PREVENTING INFORMATION SECURITY INCIDENTS**

Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 1 Vavilova St., item Mayskiy, Belgorodsky district,
Belgorod region, 308503, Russia

e-mail: voronina.anastasia@internet.ru, skripina@bsu.edu.ru

Abstract

Information is becoming a very important resource and begins to exceed even tangible assets in importance. In connection with the rapid development of the importance of information in the modern world, encroachments on information resources began to grow. A group of information security tools was developed to prevent unauthorized access to it or its elements. This group of tools is defined as the term "information security". It should be noted that it is precisely the preventive measures to ensure the security of information that are important, and not the elimination of the consequences of these problems. In the course of his work, the developer may accidentally make a mistake as a consequence of which a future vulnerability may be formed at this point. Vulnerability is a weak point of a program or software; having discovered this point, an attacker can easily harm information. If the threat came out deliberate, then there are methods to ensure the security of information. This article discusses information protection measures.

Keywords: information security, information, security threats.

For citation: Voronina A.A. Skripina I.I. Preventing information security incidents // Research result. Information technologies – Т.6, №3, 2021. – P. 20-25. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-1

ВВЕДЕНИЕ

Один из самых динамичных, стремительно формирующихся рынков в мировой экономике – рынок информационных технологий. Раскрывается степень важности исследования в данной ситуации – сила информационных технологий проникает буквально во все сферы человеческой деятельности: информационные технологии внедряются в повседневную жизнь людей, бизнес-процессы компаний и механизмы управления государством. Помимо традиционных материальных, природных и энергетических ресурсов, в условиях усложнения инфраструктуры рынка информационных технологий, формируется еще один стратегический ресурс – информация.

Информация – это уже самостоятельный актив, и она давно преобладает над материальным капиталом. Значительное повышение ценности информации требует внимательного отношения к задаче ее защиты от посягательств. Защитой информации занимается информационная безопасность [1].

Предупреждение возможных информационных атак обеспечивается специальными методами и средствами: от технических средств и программных обеспечений, до нормативных средств защиты в виде документов, правил и мероприятий.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассматривая термин «информационная безопасность» в широком понимании, можно сказать, что это средства защиты информации, или чаще всего – группа средств защиты информации, которые предназначены для предотвращения несанкционированного доступа к ней или ее важным элементам [2]. Важно заметить, что правильным подходом к созданию системы информационной безопасности является именно принятие предупредительных мер по обеспечению конфиденциальности, а не устранение последствий [3, 4].

Цепь модификации информации вследствие возможного нарушения безопасности:

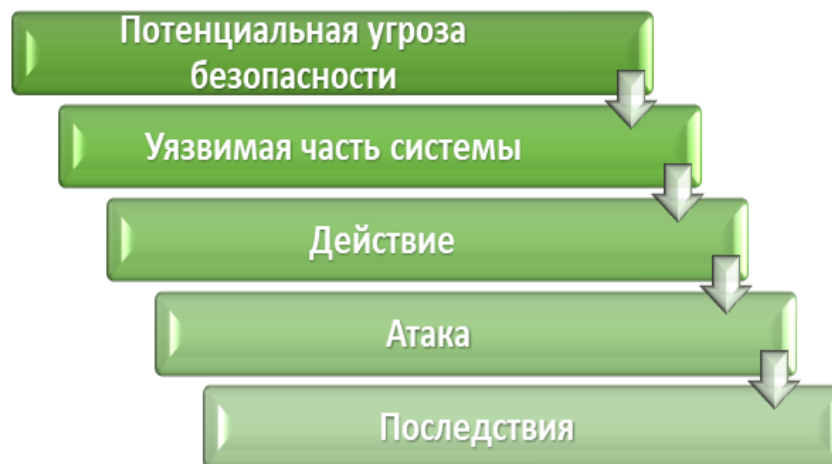


Рис. 1. Модель возможной трансформации информации
Fig. 1. The model of possible transformation of information

Злоумышленники могут использовать полученную конфиденциальную информацию при написании вирусов. Например, один из первых интернет – червей или Morris worm, который был создан Робертом Моррисом, использовал известные уязвимости безопасности для распространения между компьютерами. В следствие было поражено около 10% узлов Арпанета, прототипа современного Интернета. По итогу были введены жесткие нормативы компьютерной безопасности. Данная «эпидемия» наглядно проявила опасность полного доверия компьютерным сетям [5].

В настоящее время по данным крупного портала по теме корпоративной информатизации «TADVISER. Государство. Бизнес. ИТ» в статье об утечке информации указано, что Россия один

из мировых лидеров по количеству умышленных утечек информации – 79,7%. В этом же Интернет-ресурсе отмечено, что около 59% россиян замечали свою персональную информацию в свободном доступе хотя бы единожды [6].

Уязвимости и распространенные виды уязвимостей

При разработке программного обеспечения программисты могут на любом этапе жизненного цикла ПО допустить ошибку, которая в последствие станет уязвимостью данной программы. Появившаяся уязвимость может позволить злоумышленникам завладеть доступом к функциям и данным системы. Устойчивость к несанкционированному доступу, а также предотвращение возможного появления уязвимости программы, обеспечивает безопасное программирование [7].

Любая программа на компьютере – предположительная цель для злоумышленников. Далее их назначение – найти уязвимость информационной системы, возможную угрозу безопасности, находящейся в ней информации. Существует специальный открытый стандарт CVSS (Common Vulnerability Scoring System), предназначение которого – оценочный расчет уязвимости в безопасности ИС по балльной системе [8].

В стандарте CVSS существует система метрик, позволяющая разделить приоритеты для исправления уязвимостей, всего метрик три, и каждая относится к определенному смысловому разделу.

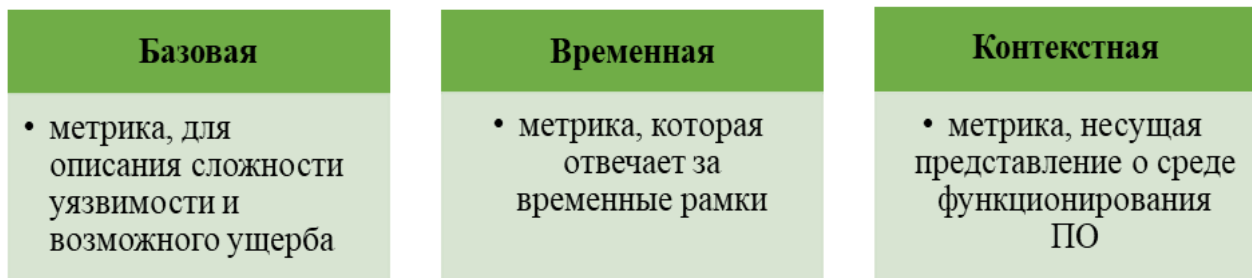


Рис. 2. Метрики, разделяющие приоритеты над уязвимостями
Fig. 2. Metrics that share priorities over vulnerabilities

Рассмотрим в таблице распространенные уязвимости, которые подвергают угрозе безопасность информационных систем:

Ошибки, ставящие под угрозу безопасность данных

Таблица 1

Table 1

Errors that compromise data security

Номер по порядку	Ошибка	Описание ошибки
1	SQL-кодинг	При работе с базами данных необходимо учитывать уязвимости, при которых происходит внедрение SQL в запрос, например, «изменить/добавить данные», при этом злоумышленник может получить доступ к локальным файлам и выполнению команд на взломанном сервере.
2	Переполнение буфера	Некое явление, при котором объем информации, записанной в ячейку памяти, превышает

Номер по порядку	Ошибка	Описание ошибки
		выделенный, что в итоге наносит возможную угрозу данным.
3	Арифметическое переполнение	Ситуация, при которой вследствие каких-либо арифметических действий размер результата превышает максимально возможное значение переменной.
4	Состояние гонки (конкуренция)	Ошибка, в результате которой работа приложения будет зависеть от порядка частей кода. Также к данному понятию можно применить термин неопределённость параллелизма.
5	Слабые пароли	В большинстве случаев пользователи не придают особое значение паролям, используя простые и предсказуемые комбинации.
6	Соккрытие трафика	Различные зашифрованные туннели в виде Tor, VPN и т.д. могут служить инструментами для сокрытия трафика. Использование данных туннелей приводит к занижению средств защиты.
7	Неудачный выбор алгоритма шифрования	Каждый алгоритм шифрования будет иметь свои плюсы и минусы. Необходимо использовать симметричное шифрование в группе с ассиметричным.

В настоящее время список уязвимостей пополняется ежедневно, поэтому указать абсолютно все известные уязвимости просто невозможно. Вышеприведенный список уязвимостей включает в себя самые популярные ошибки, последствия которых могут быть трагичными.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ОШИБОК И УЯЗВИМОСТЕЙ

Важным элементом защиты от ошибок и уязвимостей является постоянный контроль и проверка входных данных.

Рассмотрим ошибку, связанную с переполнением буфера, наилучшим вариантом защиты от превышения выделенных размеров памяти – проверка, что данные действительно не превышают объемов буфера.

В проверке нуждаются данные, которые будут отправлять в БД, для защиты от атаки внедрения SQL – кода. Однако, если проводить излишнее число проверок, это может усложнить разработку исходного кода и привести к новым ошибкам. Поэтому, стратегию контроля и проверки данных следует совмещать с другими стратегиями.

Компиляторы тоже могут выступать в качестве различных механизмов для защиты от уязвимости. Microsoft Visual C++ – компилятор, предназначенный для разработки на языке C++, позволяет еще находясь на этапе компиляции проверить данные на арифметическое переполнение.

В помощь контролю процесса исполнения программы может вступить и операционная система. Существует специальная технология рандомизации схемы адресного пространства, она может быть применима в тех случаях, когда исходный код неизвестен. Данная технология предотвращает запуск произвольного кода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно отметить, что обеспечение информационной безопасности является важной частью работы над программным продуктом и при разработке приложений, программных обеспечений и информационных систем уделяют немаловажное значение уязвимостям. Принято считать, что во избежание ошибок и потерь данных необходимо проводить тщательный анализ возможных уязвимостей. Однако, не стоит полагаться только на один способ защиты, всегда необходимо руководствоваться случаями в конкретной ситуации и действовать комплексными подходами, следует изучить наиболее опасные уязвимости и быть готовыми к возможной атаке, если злоумышленникам все же удалось нарушить процесс безопасности - необходимо зафиксировать случай уязвимости, чтобы избежать их в дальнейшем.

Список литературы

1. Зубкова Т.М. Технология разработки программного обеспечения: учебное пособие; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: 1 ОГУ, 2017. 468 с.
2. Зенков А.В. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие для вузов / А.В. Зенков. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. 104 с.
3. Величко М.С., Маслова М.А. Информационная безопасность как услуга в новом дистанционном мире // Научный результат. Информационные технологии. Т.5. №4, 2020. – С. 31-36. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-5.
4. Нестеренко В.Р., Маслова М.А. Современные вызовы и угрозы информационной безопасности публичных облачных решений и способы работы с ними // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №1, 2021. – С. 48-54. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-1-0-6.
5. Теория информационной безопасности и методология защиты информации / Гатчин Ю.А., Сухостат В.В., Куракин А.С., Донецкая Ю.В. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 100 с.
6. Ибодуллаева З., Нурметова Б.Б. Информационная безопасность: угрозы и методы защиты // Студенческий: электрон. научн. журн. 2019. № 20(64). URL: <https://sibac.info/journal/student/64/143596> (дата обращения: 13.08.2021).
7. Артюхин Д.Р. Информационная безопасность предприятий // Студенческий электрон. научн. журн. 2020. № 31(117). URL: <https://sibac.info/journal/student/117/188433> (дата обращения: 12.08.2021).
8. ЛК сопоставляет опасения российских компаний со статистикой реальных утечек, 2020 г. URL: <https://www.anti-malware.ru/news/> (дата обращения 08.08.2021)

References

1. Zubkova TM Software development technology: a tutorial; Orenburg state un-t. – Orenburg: 1 OSU, 2017. 468 p.
2. Zenkov, A.V. Information security and information protection: a textbook for universities / A.V. Zenkov. – Moscow: Yurayt Publishing House, 2021.104 p.
3. Velichko M.S., Maslova M.A. Information security as a service in the new remote world // Research result. Information technologies. – Т.5. №4, 2020. – P. 31-36. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-5.
4. Nesterenko R.V., Maslova M.A. Modern challenges and threats information security public cloud making and methods of work with them // Research result. Information technologies. – Т.6, №1, 2021. – P. 48-54. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-1-0-6.
5. Information security theory and information protection methodology / Gatchin Yu.A., Sukhostat V.V., Kurakin A.S., Donetskaya Yu.V. – 2nd ed., Rev. and add. – SPb: ITMO University, 2018. – 100 p.
6. Ibodullaeva Z., Nurmetova B.B. Information security: threats and protection methods // Student: electron. scientific. zhurn. 2019. No. 20 (64). URL: <https://sibac.info/journal/student/64/143596> (date access: 13.08.2021).
7. Artyukhin D.R. Information security of enterprises // Student electronic scientific journal. 2020. No. 31(117). URL: <https://sibac.info/journal/student/117/188433> (date access: 12.08.2021).
8. LK compares the fears of Russian companies with statistics of real leaks, 2020. URL: <https://www.anti-malware.ru/news/> (date access: 08.08.2021)

Воронина Анастасия Александровна, студентка кафедры математики, физики, химии и информационных технологий

Скрипина Ирина Ивановна, преподаватель кафедры математики, физики, химии и информационных технологий

Voronina Anastasia Aleksandrovna, Student of the Department of Mathematics, Physics, Chemistry and Information Technologies

Skripina Irina Ivanovna, Lecturer of the Department of Mathematics, Physics, Chemistry and Information Technologies

УДК 004.4

DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-4

Феськова М.И.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ РЕЙТИНГОВАНИЯ
ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

ООО «Сайнер», пер. Харьковский д.36, г. Белгород, 308012, Россия

*e-mail: 1249125@bsu.edu.ru***Аннотация**

В статье рассматривается рейтингование студентов высших учебных учреждений как способ представления данных в компактной и емкой форме для сбора и учета информации об их достижениях по различным видам деятельности. Так же в статье представлена разработка программной системы рейтингования достижений студентов на языке программирования C#, которая позволит снизить временные затраты на определение лидеров и отстающих.

Ключевые слова: рейтингование, разработка, информационная система, C#, Windows Forms.

Для цитирования: Феськова М.И. Разработка программной системы рейтингования достижений студентов высших учебных учреждений // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №3, 2021. – С. 26-32. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-4

Feskova M.I.

**DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SYSTEM FOR RATING THE
ACHIEVEMENTS OF STUDENTS OF HIGHER EDUCATIONAL
INSTITUTIONS**

ООО «Sciener», 36 alleyway kharkovskiy, Belgorod, 308012, Russia

*e-mail: 1249125@bsu.edu.ru***Abstract**

The article considers the rating of students of higher educational institutions as a way of presenting data in a compact and capacious form for collecting and recording information about their achievements in various types of activities. The article also presents the development of a software system for rating students' achievements in the C# programming language, which will reduce the time spent on identifying leaders and laggards.

Keywords: rating, development, information system, C#, Windows Forms.

For citation: Feskova M.I. Development of a software system for rating the achievements of students of higher educational institutions // Research result. Information technologies. – Т.6, №3, 2021. – P. 26-32. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-1

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе, для успешной деятельности предприятия, необходимо владеть качественной, оперативной и достоверной информацией.

Процесс обработки информации раньше занимал много времени, был утомительным и не исключал ошибки. Теперь на помощь приходят программные продукты, которые помогают ускорить и автоматизировать этот процесс, упростить работу сотрудников, а также исключить вероятность появления ошибок.

РЕАЛИЗАЦИЯ

Ведение данных о деятельности студентов чаще всего выполняется на бумажных носителях [1]. Для сбора, учета и контроля этих данных необходимо создать и внедрить информационную систему рейтингования студентов, которая автоматизирует процесс работы сотрудников учебного заведения [5].

Автором было разработано клиент-серверное приложение [2] с использованием Windows Forms [4] на языке программирования С# [3]. Вся информация о студентах хранится в базе данных, что позволяет обрабатывать большие массивы данных. Далее представлены режимы работы программы. На рисунке 1 представлено приложение после запуска.

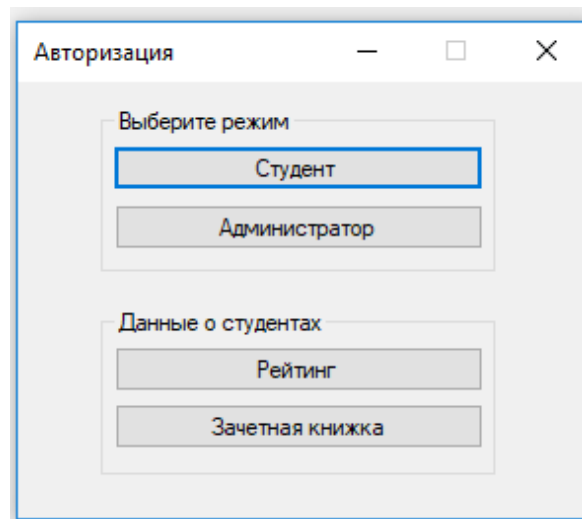


Рис. 1. Авторизация пользователя
Fig. 1. User authorization

Режим «Студент» позволяет заполнить карточку студента, а именно его достижения по различным видам деятельности. Для того, чтобы открыть карточку необходимо зарегистрироваться в системе: ввести номер группы и свой идентификационный номер [8]. Для добавления нового достижения необходимо выбрать мероприятие из уже представленного списка, ввести название, указать дату, когда награда была получена и нажать кнопку «Добавить». После добавления новое достижение окажется в списке «Выбранные награды» (рис. 2). После заполнения данных необходимо нажать кнопку «Зарегистрироваться», после ее нажатия информация о студенте обновляется.

Рис. 2. Карточка студента
Fig 2. Student Card

Рассмотрим режим администратора, который необходим для редактирования базы [7], добавления данных в справочники: награды, информации о студентах, баллы за награды, а также выставление весов (баллов) за достижения [9]. У данного пользователя есть полный доступ ко всем данным. Выбрав данный режим, необходимо ввести логин и пароль. Если пользователь введет неправильно логин или пароль, или же такого администратора не существует, выдается сообщение об ошибке.

Если пользователь ввел все данные правильно, то отрывается новое окно, где прописано, под каким именем зашел администратор в верхней панели приложения. Первое, что увидит администратор, это таблица «Обновление баллов». Данная таблица нужна для выставления балла (веса) за определенную награду. На рисунке 3 можно увидеть, что если студент является победителем всероссийской олимпиады за научную деятельность, то ему будет присвоено 5 баллов [11], в случае если у студента имеется благодарность на муниципальном уровне за общественную деятельность, то он получит всего лишь 1 балл [10]. Таким образом, когда пользователь вбивает награды в режиме студента, то происходит суммирование проставленных администратором баллов.

На рисунке 3 представлена таблица, где администратор может редактировать каждую из таблиц, добавлять и удалять сведения, как о наградах, так и о студентах (рис. 3).

Студенты	Рейтинг	Перечень наград	Категория	Тип награды	Степень	Вид награды	Институт	Факультет	Кафедра	Специальность	Группа	Степень образования	Награды студентов
Марина											12001705	Бакалавриат	
Феськова Мария И...			3								12001705	Бакалавриат	
Дмитрий Золотов			3								12001705	Бакалавриат	
Шатилов Валентин			3								12001705	Бакалавриат	
Мигулина Дарья			3								12001705	Бакалавриат	
Неговора Диана			3								12001705	Бакалавриат	
Суворов Иван			3								12001705	Бакалавриат	
Мария			4								12001705	Бакалавриат	
Молчанов Артем			2								12001705	Бакалавриат	
Лейченко Дарья			3								02011703	Бакалавриат	
Николенко Виктория			3								02011703	Бакалавриат	
Эмев Станислав			2								02011703	Бакалавриат	
Иванов Иван			4								04001608	Специалитет	
Буковцова Елизаве...			2								12001806	Специалитет	
Петр Молчанов			2								02011703	Магистратура	

Рис. 3. Таблица «Студенты»
Fig. 3. Table «Students»

Рассмотрим режим работы «Зачетная книжка», стоит отметить, что редактировать зачетную книжку может только администратор. Поэтому при нажатии кнопки выдается окно регистрации с логином и паролем. После авторизации пользователя необходимо выбрать студента, у которого необходимо отредактировать данные в зачетной книжке.

После успешного ввода данных выдается новая форма с указанием ФИО студента, пользователь может просматривать каждый семестр, добавлять, удалять и обновлять данные (рис. 4). Также есть возможность рассчитать средний балл студента.

1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр

Рис. 4. Зачетная книжка студента
Fig.4. Student's credit book

Режим «Рейтинг» на главной форме позволяет посмотреть рейтинг по каждому студенту (рис. 5).

Студент	Учебная д-ть	Спортивная д-ть	Научная д-ть	Общественная д-ть	Итого
Марина	4,5	20	8	0	32,5
Феськова Мария Ивановна	4,9	13	4	0	21,9
Иванов Иван	4,3	0	2	1	7,3
Неговора Диана	4,3	14	2	0	20,3
Суворов Иван	4	4	0	1	9
Николенко Виктория	4,2	5	2	1	12,2
Буковцова Елизавета	4,1	8	0	3	15,1
Мария	4,8	5	4	2	15,8
Эмев Станислав	4,5	0	2	0	6,5
Молчанов Артем	4	9	0	0	13

Фильтры

- Средний балл за учебу
- Период
- Баллы за спорт
- Баллы за науку
- Баллы за обществ. деят.

Период
01.09.2020-01.09.2021

Выгрузить данные в Excel

Рис. 5. Сформированный рейтинг студентов
Fig. 5. Generated student rating

Если пользователя интересует какой-то определённый вид деятельности, то ему необходимо отфильтровать представленную таблицу. Также стоит отметить, что пользователь может выбрать период, за который необходимо сформировать рейтинг, например, год, полгода, семестр.

Для того, чтобы выгрузить данные необходимо выбрать нужный формат и нажать кнопку «Выгрузить данные в Excel», после чего откроется файл с выгруженными данными.

Выбрав определенного студента, можно посмотреть его карточку (Рис. 6). В верхней панели написано, чья это карточка, далее написана информация о студенте, справа выведены все его достижения и награды.

Карточка студента: Феськова Мария Ивановна

Фамилия: Феськова Мария Ивановна

Институт: Институт инженерных и цифровых технологий

Кафедра: Прикладная информатика и информационные

Направление подготовки: Прикладная информатика

Группа: 12001705 Курс: 3

Номер телефона: 89103245007

Дата рождения: 06.06.1999

Степень образования: Бакалавриат

Зачетная книжка

Умник, 11.11.2020 - Муниципальная Конкурсы. Призер
Пегас, 26.11.2020 - Всероссийская Олимпиада, Победитель
Баскетбол, 05.09.2020, Муниципальная Конкурсы, Призер
Форум молодых ученых, 05.12.2020, Региональная Грамота, Лауреат
WorldSkills, 15.10.2020, Региональная Грамота, Лауреат

Рис. 6. Просмотр карточки студента
Fig. 6. Viewing a student's card

В системе также имеется возможность просмотра зачетной книжки, для этого необходимо нажать кнопку «Просмотр», в данном режиме можно только просмотреть данные и рассчитать средний балл, кнопки редактирования заблокированы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, внедрение информационной системы в организацию будет весьма эффективно. Одним из преимуществ внедрения системы является то, что теперь не нужно будет осуществлять проверку портфолио вручную, а также собирать экспертную комиссию и осуществлять оценку всех документов и выявлять лидеров и отстающих, так как система это делает за считанные минуты.

Список литературы

1. Ахметжанова, Г.В. К вопросу о методах оценивания личностных достижений во внеучебной деятельности студентов образовательных организаций [Текст] / Г.В. Ахметжанова, Д.А. Писаренко // БГЖ. – 2017. – №3. – С. 48.
2. Голицына О.Л., Партыка Т.Л., Попов И.И. Основы проектирования баз данных: учеб. Пособие [Текст] / О.Л. Голицына, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017. – 416 с.
3. Гуриков, С. Р. Введение в программирование на языке Visual C#: учебное пособие [Текст] / С.Р. Гуриков. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2020. – 447 с.
4. Дубровин, В.В. Программирование на C#: учебное пособие: в 2 ч. [Текст] / В.В. Дубровин. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – Ч. 1. – 81 с.
5. Исакова, Т.Б. Портфолио как средство оценивания уровня сформированности самостоятельности, способности к самоорганизации и 49 самообразованию студентов [Текст] / Т.Б. Исакова // Общепрофессиональные компетенции студентов в условиях модернизации образования: опыт формирования и оценивания: сб. науч. тр. – Самара: Офорт, 2016. – С. 157–166.
6. Кайбушева, П.М. Использование балльно-рейтинговой системы как метода оценки результатов обучения студентов [Текст] / П.М. Кайбушева // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2016. – 50(1). – С. 47.
7. Наумов Р.К., Самылкин М.С., Копейкин М.В. Способы интеллектуального анализа данных средствами СУБД // Научный результат. Информационные технологии. – Т. 6, №3, 2021. – С. 32-40. DOI: 10.18413/2518-1092-2021- 6-2-0-5
8. Рочев, К.В. Взаимодействие высшей школы, бизнеса и государства при формировании систем оценки достижений и мотивации, обучающихся [Текст] / К.В. Рочев // Азимут исследований: педагогика и психология. – 2016. – 3(28). – С. 101.
9. Семенова, О.С. Рейтинговая система оценки знаний студента и его внеучебной работы [Текст] / О.С. Семенова, Т.К. Шкваро // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – № 7. – С. 123.
10. Средства оценивания результатов обучения студентов вуза [Текст]: метод. рекомендации / Сост. Е.Ю. Игнатьева. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2016. – С. 101.
11. Черненко, Ю.В. Балльно-рейтинговая система – инновационная методика оценки академической успеваемости и практической подготовки студентов [Текст] / Ю.В. Черненко // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2015. – 2(15). – С. 471.

References

1. Akhmetzhanova, G.V. To the question about the methods of assessment of personal achievements in extracurricular activities of students of educational institutions [Text] / G.V. Akhmetzhanova, D.A. Pisarenko // BGR. – 2017. – No. 3. – S. 48.
2. Golitsyna O.L., Partyka T.L., Popov I.I. Fundamentals of database design: proc. Manual [Text] / O.L. Golitsyna, T.L. Partyka, I.I. Popov. – Moscow: FORUM: INFRA-M, 2017 – 416 p.
3. Gurikov, S.R. Introduction to programming in Visual C#: a textbook [Text] / S.R. Gurikov. – Moscow: FORUM: INFRA-M, 2020 – 447 p.
4. Dubrovin, V.V. Programming in C#: textbook: in 2 hours [Text] / V.V. Dubrovin. – Tambov: Tambov State Technical University (TSTU), 2017. – Part 1 – 81 p.
5. Isakova, T.B. Portfolio as a means of assessing the level of formation of independence, the ability to self-organization and self-education of students [Text] / T.B. Isakova // General professional competencies of students in the conditions of modernization of education: the experience of formation and evaluation: collection of scientific tr. – Samara: Etch, 2016. – pp. 157-166.

6. Kaibusheva, P.M. The use of a point-rating system as a method of evaluating the results of students' training [Text] / P. M. Kaibusheva // Psychology and pedagogy: methods and problems of practical application. – 2016. – 50(1). – P. 47.

7. Rochev, K.V. Interaction of higher school, business and the state in the formation of systems for evaluating achievements and motivation of students [Text] / K.V. Rochev // Azimut of research: pedagogy and psychology. – 2016. – 3(28). – P. 101.

7. Naumov R.K., Samylkin M.S., Kopeikin M.V. Methods of data mining by means of a DBMS // Scientific result. Information Technologies. – Vol. 6, No. 2, 2021. – p. 32-40. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-2-0-5.

8. Semenova, O.S. Rating system for assessing the student's knowledge and his extracurricular work [Text] / O.S. Semenova, T.K. Shkvaro // Siberian Medical Journal. – 2010. – No. 7. – p. 123.

9. Means of evaluating the results of training of university students [Text]: method. recommendations / Comp. E.Y. Ignatieva. – Veliky Novgorod: NovSU im. Yaroslav the Wise, 2016. – p. 101.

10. Chernenkov, Yu.V. Point-rating system-an innovative methodology for assessing academic performance and practical training of students [Text] / Yu.V. Chernenkov // Saratov Scientific and Medical Journal. – 2015. – 2(15). – P. 471.

Феськова Мария Ивановна, консультант дивизиона SAP, Практики решений по логистике

Feskova Mariya Ivanovna, Consultant of the SAP Division, Logistics Solutions Practice

УДК 004.77

DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-5

Вьющенко О.О.
Маслова М.А.**ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ В СФЕРЕ ИНТЕРНЕТА
ВЕЩЕЙ**

Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, д. 33, г. Севастополь, 299053, Россия

*e-mail: doctorsten2@yandex.ua, mashechka-81@mail.ru***Аннотация**

Стремительное развитие Интернета вещей (IoT) и его возможности по виду услуг сделали его одной из быстрорастущих технологий, оказывающих огромное влияние как на социальную жизнь, так и на деловую среду человека. Широкое распространение подключенных устройств в IoT создало огромный спрос на надежную безопасность в ответ на растущий спрос миллиардов подключенных устройств и услуг по всему миру. Но при этом число угроз продолжает расти с каждым днем, а атаки увеличиваются как по количеству, так и по сложности. Так же растет число злоумышленников и инструменты, которыми они пользуются, постоянно совершенствуются и становятся все более эффективными. Следовательно, необходимо постоянная защита от угроз и уязвимостей для IoT. В данной статье проведем анализ развития IoT, рассмотрим существующие угрозы, атаки на IoT, а также методы защиты устройств от угроз и уязвимостей для IoT.

Ключевые слова: интернет вещей (IoT), угрозы, уязвимости, конфиденциальность, злоумышленники, безопасность.

Для цитирования: Вьющенко О.О., Маслова М.А. Об обеспечении безопасности в сфере интернета вещей // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №3, 2021. С. 33-39. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-5

Viushchenko O.O.
Maslova M.A.**ABOUT ENSURING SECURITY IN THE FIELD OF THE INTERNET
OF THINGS**

Sevastopol state University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, 299053, Russia

*e-mail: doctorsten2@yandex.ua, mashechka-81@mail.ru***Abstract**

The rapid development of the Internet of Things (IoT) and its capabilities in terms of services have made it one of the fastest-growing technologies that have a huge impact on both social life and the business environment of a person. The widespread adoption of connected devices in the IoT has created a huge demand for reliable security in response to the growing demand of billions of connected devices and services around the world. But at the same time, the number of threats continues to grow every day, and attacks are increasing both in number and complexity. The number of attackers is also growing, and the tools they use are constantly being improved and becoming more effective. Therefore, it is necessary to constantly protect against threats and vulnerabilities for IoT. In this article, we will analyze the development of IoT, consider existing threats, attacks on IoT, as well as methods of protecting devices from threats and vulnerabilities for IoT.

Keywords: Internet of Things (IoT), threats, vulnerabilities, privacy, attackers, security.

For citation: Viushchenko O.O., Maslova M.A. About ensuring security in the field of the internet of things // Research result. Information technologies. – Т.6, №3, 2021. – P. 33-39. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-5

ВВЕДЕНИЕ

Интернет вещей (IoT) все более широко входит в различные аспекты жизнедеятельности современного человека, без которых уже трудно представить современное общество: банковская система, образование, система здравоохранения, маркетинг, домашний обиход, спорт,

машиностроение, внедрения новых продуктов на рынке, хранение информации о человеке как в государстве, так и в частных целях и т.д. Так как внедрение любой технологии IoT в наших домах, на работе, предприятиях открывает двери для новых проблем безопасности, то помимо удобств и развития немаловажным аспектом является защита от угроз и уязвимостей во всех областях внедрения интернет вещей. Пользователи и поставщики должны учитывать и проявлять осторожность в отношении таких проблем безопасности и конфиденциальности путем постоянного анализа, обеспечения контроля, постоянной защиты IoT от злоумышленников [8, 10].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По данным компании Cisco IBSG, уже в 2008 году количество имеющихся подключенных к Интернету устройств тогда уже превышало численность населения Земли и стало рождением Интернета вещей. Через пару лет в 2010 году на одного человека приходилось около 1,8 устройства, подключенного к интернету, что составляло 12 миллиардов устройств, а к 2022 году по прогнозу количество таких устройств превысит 50 миллиардов, что составляет 6.3 устройства на человека. [1, 2]. Началась эра стремительного развития IoT, а также его способности представлять множество разнообразных услуг для человечества и, следовательно, самой быстрорастущей технологией, оказывающей большое влияние на все сферы человеческой деятельности (рис. 1).

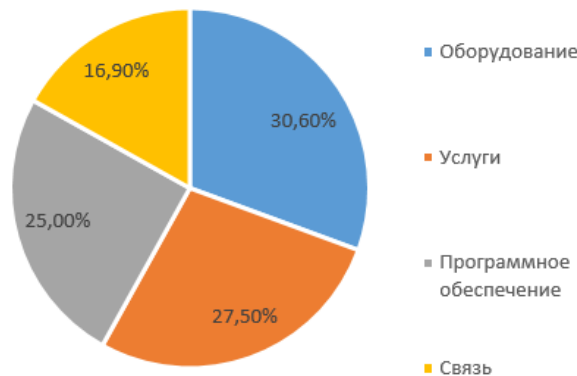


Рис. 1. Структура мирового рынка интернета вещей
Fig. 1. Structure of the global Internet of Things market

Рынок IoT на 2019 г составил 212 млрд. долларов, а по прогнозам к началу 2025 года показатель возрастет до 1,08 трлн. долларов [3].

Изначально аналитики наблюдая за вредоносными программами получали статистические данные с достаточно низкой активностью программ, которые были направлены на техническое обеспечение IoT. Например, специалисты «Доктор Веб» в 2016 г за четыре месяца зарегистрировали 730 000 атак, через год их уже было в 29 раза больше – 24 000 000, к 2018 г их количество насчитывало уже 99 000 000, в 2019 г лишь за первое полугодие было совершено 73 000 000 атаки [4]. Т.е. видно, что рост атак, взломов и заражения устройств постоянно набирает все больших оборотов и всего лишь за три года возросло на 13497%. Динамика обнаружения ханипотами атак представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Зафиксированные ханипотами атаки на устройства IoT
Fig. 2. Attacks on IoT devices recorded by honeypots

Помимо роста угроз и атак, также растет число злоумышленников, желающих на этом заработать. Постоянно совершенствуются инструменты, которые они используют в работе. Для того, чтобы IoT работало качественно и без сбоев необходимо постоянно совершенствовать его защиту как от существующих, так и ново появляющихся угроз, и уязвимостей. [5].

Затраты на обеспечение безопасности в сфере Интернета вещей из года в года растут, так как увеличивается число атак и злоумышленников. В 2014 г – 231,86 млн долл, 2015 – 281,54 млн долл., 2016 – 348,32 млн долл, 2018 – 547,2 млн долл. Т.е. с 2014 по 2018 года затраты на безопасность выросли почти в 2,5 раза (см. рис. 3) [6].

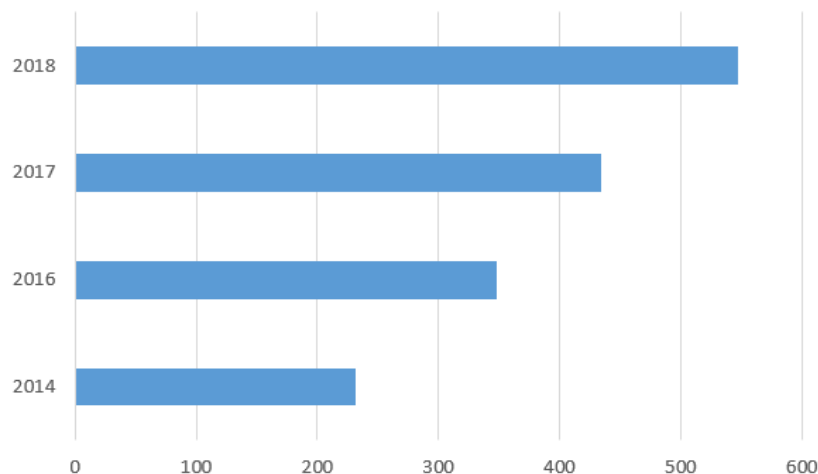


Рис. 3. Затраты на безопасность в сфере IoT, в млн долл.
Fig. 3. IoT security costs, in millions of US dollars

Безопасность определяется как процесс защиты объекта от физического повреждения, несанкционированного доступа, кражи или потери путем поддержания высокой конфиденциальности и целостности информации об объекте и предоставления информации об этом объекте в случае необходимости. Требования безопасности в среде IoT не отличаются от любых других систем информационно-коммуникационных технологий. Следовательно, для обеспечения безопасности IoT необходимо поддержание наивысшей внутренней ценности как материальных объектов (устройств), так и нематериальных (услуг, информации и данных).

Киберугрозы могут быть запущены против любых активов и объектов IoT, вызывая как ущерб, так и выводя из строя работу системы как частично, так и полностью, что может привести к серьезному экономическому ущербу как предприятия, так и обычного пользователя, не говоря уже об опасности для населения планеты в целом. Очень часто производятся атаки на такие объекты, как: системы связи, отопления, освещения, физической безопасности, кондиционирования, а также домашних устройств и приборов. Например, информация, собранная с датчиков, встроенных в системы отопления или освещения человека, может сообщить

злоумышленнику, когда кто-то находится дома или вне дома. Атаки так же могут быть направлены на крупные предприятия или заводы, с целью обогатиться или нанести ущерб конкуренту, например, отключения света или сбой в массовом производстве продукции. Можно тогда представить размер причинённого ущерба.

Поэтому вопросы безопасности и конфиденциальности становятся все более актуальными для пользователей и поставщиков в связи с их переходом на IoT. Обеспечение безопасности подразумевает защиту как устройств IoT, так и служб от несанкционированного доступа как изнутри устройств, так и извне. Безопасность должна защищать службы, аппаратные ресурсы, информацию и данные как при переходе, так и при хранении [7].

Рассмотрим, какие ключевые проблемы существуют с устройствами и службами IoT: конфиденциальность данных, приватность и доверие. Конфиденциальность данных является основательной проблемой в устройствах и службах IoT., т.к. доступ к данным может получить не только пользователь, но и авторизованный объект. Для этого необходимо решить две важные задачи: механизм контроля доступа и авторизации и, механизм аутентификации и управления идентификацией (IdM). Устройство IoT должно иметь возможность проверить, что организация (физическое лицо или другое устройство) авторизована для доступа к службе. Авторизация помогает определить, разрешено ли лицу или устройству получать услугу после идентификации. Контроль доступа – это контроль доступа к ресурсам посредством предоставления или отказа в предоставлении средств с использованием широкого спектра различных критериев. Аутентификация и контроль доступа важны для установления безопасного соединения между устройствами и службами. Основная проблема, которую необходимо решить в данном случае – это упростить создание, понимание и управление правил контроля доступа.

Что касается аутентификации и управления идентификацией, она имеет решающее значение в IoT, поскольку несколько пользователей, объектов/вещей и устройств должны аутентифицировать друг друга с помощью надежных служб. Необходимо понять, как найти решение для безопасной обработки личности пользователя, вещей/объектов и устройств. Приватность является важной проблемой в устройствах и сервисах IoT из-за повсеместного характера его среды, так как объекты подключены, а данные передаются и обмениваются через Интернет. Одним из важнейших задач, которые необходимо решить является конфиденциальность при сборе данных, обмене, управлением ими, а также их безопасность.

Но существует множество уязвимостей, которые дают возможность злоумышленнику производить атаки, запускать в действие различные команды и, следовательно, получать несанкционированный доступ к данным и файлам. Они содержатся в аппаратных, программных частях системы, политиках и процедурах, которые используются в системах и конечно в пользовательских системах [4].

Существует несколько основных компонент в IoT – это системное программное обеспечение и системное оборудование. Данное оборудование имеет ряд конструктивных недостатков, которые требуют больших усилий для их исправления. Например, аппаратные возможности очень трудно идентифицировать и исправить, даже если уязвимость была идентифицирована из-за совместимости оборудования, возможности взаимодействия и усилий, которые требуются для исправления. В свою очередь уязвимости программного обеспечения могут находиться в:

- программном обеспечении управления (например, человеческий фактор или сложность ПО);
- прикладном программном обеспечении;
- операционных системах и т.д.

Технические же уязвимости – это человеческие слабости. Часто для получения результата необходимо иметь четкие данные и требования, а их непонимание влияет на начало проекта без плана, плохую коммуникацию между разработчиками и пользователями, нехваткой ресурсов, навыков и знаний, а также неспособность управлять и контролировать систему.

Рассмотрим уровни аппаратной безопасности:

1) Установка корня доверия (RoT), является базовой защитой от руткитов и подразумевает загрузку с аппаратной аутентификацией и гарантирует, что источник первой выполняемой инструкции не может быть изменен. Он является основой этапа процесса загрузки и участвует в дальнейшем запуске системы - от BIOS до ОС и приложений. RoT играет важную роль в установлении безопасной связи, когда ряд вещей взаимодействуют в неопределенной среде Интернета вещей и в нем следует учитывать два аспекта доверия: доверие к взаимодействиям между сущностями и доверие к системе с точки зрения пользователей. [4]. Надежность устройства IoT зависит от компонентов устройства, включая аппаратное обеспечение, такое как: процессор, память, датчики и исполнительные механизмы, программные ресурсы (аппаратное ПО, ОС, драйверы и приложения, источник питания). Для установления доверия пользователей/служб, необходимо создать эффективный механизм определения доверия в динамичной и совместной среде IoT.

2) Управление ключами и TPM (Trusted Platform Module) – это открытый и закрытый ключи, которые являются одним из наиболее часто используемых стандартов защиты аппаратных ключей. Они обеспечивают безопасность системы и для их защиты необходимо подобрать подходящий механизм управления. Спецификация TPM была создана Trusted Computing Group и является частью ISO и IEC. Обычно его используют для хранения, защиты и администрирования ключей в таких случаях, как корень доверенной загрузки, шифрование диска, аппаратная и программная аутентификация и управление паролями. TPM может генерировать хэш проверенной конфигурации оборудования или ПО для обнаружения сторонних вмешательств во время выполнения. Эта технология также используется для генерации хэшей SHA-1 и SHA-256, блочного шифрования AES, асимметричного шифрования и генерации случайных чисел [4].

3) Безопасность хранения данных. Многие устройства IoT используют постоянное хранилище на граничном узле или маршрутизаторе/шлюзе. Узлы также должны где-то хранить свои данные. В случае потери устройства безопасность данных является ключевой задачей предотвращения установки вредоносного ПО и защиты конфиденциальной информации. Например, большинство устройств хранения (жесткие диски, флэш-накопители) имеют технологию шифрования и безопасности. Но помимо шифрования, также необходимо позаботиться о безопасности выводимых из эксплуатации дисков с безопасным процессом стирания данных с запоминающего устройства. Можно ознакомиться с инструментами безопасного уничтожения контента, описанной в документах лаборатории NIST в специальной публикации NIST 800-88 для безопасного стирания [1].

4) Криптография – это шифрование, конфиденциальность, которые являются обязательными для устройств IoT и помогают защитить связь, защищая прошивку и процесс аутентификации. Шифрование включает в себя три основные категории: шифрование с открытым ключом (предназначен для шифрования и обмена сообщениями, таких как Elliptic Curve, PGP, RSA, TLS и S/MIME), криптографическое шифрование (привязывает данные произвольного размера к битовой строке, использует односторонние хэши, например, MD5, SHA1, SHA2 и SHA3) и симметричное шифрование (используют алгоритмы RC5, DES, 3DES и AES) [2, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из рассмотренного, видно, что как поставщикам, так и конечным пользователям необходимо постоянно работать над качеством безопасности интернета вещей. Для будущих стандартов важно: устранить недостатки существующих механизмов безопасности IoT; постоянно проводить мониторинг появляющихся угроз IoT; учитывать вероятность последствия угроз для IoT; своевременно определять подходящие механизмы безопасности для контроля доступа, аутентификации, управления идентификацией и гибкой системы управления доверием; защищать аппаратную, программную части, а также политики и процедуры используемые как в общих, так и пользовательских системах; постоянно повышать уровень надежности и защиты аутентификации

и управления идентификацией. Все это необходимо рассматривать на ранних этапах разработки продукта, помогая выявить основные проблемы в области безопасности IoT и обеспечивая лучшее понимание угроз и их атрибутов, исходящих от различных злоумышленников, а также постоянно проводить проверки на наличие новых угроз и совершенствовать их защиту.

Список литературы

1. Нам доверяют защиту информации. Актуально / Информзащита – URL: <https://www.infosec.ru>.
2. Evans D. Internet of Things. Cisco, white paper. URL: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.
3. Расходы на развитие российского интернета вещей урезали в 4 раза – CNews URL: https://www.cnews.ru/articles/2021-03-30_rashody_na_razvitiye_rossijskogo.
4. Кожевникова И.С. Тенденции безопасности интернет-вещей // Молодой ученый. 2017. № 13 (147). С. 11-14.
5. Риски и угрозы в Интернете вещей / Блог компании Доктор Веб / Хабр. URL: <https://habr.com/ru/company/drweb/blog/460433/>
6. Затраты в сфере кибербезопасности в 2021 году продолжают расти. URL: <https://3dnews.ru/1030514/zatrati-v-sfere-kiberbezopasnosti-v-2021-godu-prodolgat-rasti>.
7. Маслова М.А. Принципы безопасности интернета вещей // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2018. № 3 (29). С. 38-42.
8. Наумов Р.К., Железков Н.Э. Сравнительный анализ форматов хранения текстовых данных для дальнейшей обработки методами машинного обучения // Научный результат. Информационные технологии. 2021. Т. 6. № 1. С. 40-47. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-1-0-5.
9. Нестеренко В.Р., Маслова М.А. Использование технологии blockchain для обеспечения безопасности в распределенном интернете вещей // Научный результат. Информационные технологии. 2021. Т. 6. № 2. С. 3-8. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-2-0-1.
10. Полегенько А.М. Особенности защиты информации в Интернете вещей // International Journal of Open Information Technologies, Vol.6, No 10, 2018. С. 41-45.

References

1. We are trusted to protect information. Actual / Informzashchita – URL: <https://www.infosec.ru>.
2. Evans D. Internet of Things. Cisco, white paper. URL: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.
3. Expenses for the development of the Russian Internet of Things were cut by 4 times – CNews. URL: https://www.cnews.ru/articles/2021-03-30_rashody_na_razvitiye_rossijskogo.
4. Kozhevnikova I.S. Security Trends in Internet of Things // Young Scientist. 2017. № 13 (147). P. 11-14.
5. Risks and Threats in the Internet of Things / Doctor Web Blog / Habr. URL: <https://habr.com/ru/company/drweb/blog/460433/>
6. Cybersecurity costs will continue to rise in 2021. URL: <https://3dnews.ru/1030514/zatrati-v-sfere-kiberbezopasnosti-v-2021-godu-prodolgat-rasti>.
7. Maslova M.A. Security principles of the Internet of Things // Bulletin of the Ural Federal District. Security in the Information Sphere. 2018. № 3 (29). P. 38-42.
8. Naumov R.K., Zhelezkov N.E. Comparative analysis of text data storage formats for further processing by methods of machine learning // Research result. Information technologies. – Т.6, №1, 2021. – P. 40-47. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-1-0-5.
9. Nesterenko R.V., Maslova M.A. Using blockchain technology to ensure security in the distributed internet of things // Research result. Information technologies. – Т.6, №2, 2021. – P. 3-8. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-2-0-1.
10. Polegen'ko A.M. Features of information protection in the Internet of Things // International Journal of Open Information Technologies, Vol.6, No 10, 2018. P. 41-45.

Вьющенко Олег Олегович, студент четвертого курса кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Маслова Мария Александровна, старший преподаватель кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Viushchenko Oleg Olegovich, fourth-year student of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

Maslova Maria Alexandrovna, senior lecturer of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DECISION MAKING

УДК 004.588

DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-6

Леонов А.С.
Осмулькевич Н.Е.
Самигулин Т.Р.

**ВЫБОР ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Кронверкский пр., д. 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия

e-mail: alex.thunder@tut.by, chf700@yandex.ru, timursamigulin98@gmail.com

Аннотация

Свет играет важную роль в жизни людей, поскольку человек вынужден находиться большую часть времени в условиях искусственного освещения. Поэтому освещение должно обеспечивать комфортные условия для работы и учебы. Многие производители светового оборудования, а также световые дизайнеры задумываются об оптимизации световой среды и функциях оборудования, которые могут повысить качество жизни человека. Для достижения этой цели проводятся исследования в области создания световых решений, отвечающих запросам различных групп населения, например, поддержка циркадных ритмов, влияние спектральных характеристик источников освещения на повышение продуктивности. Целью данной работы является рассмотрение аппаратных и программных средств, которые используются при перспективной разработке адаптивных систем освещения. В статье описаны аппаратные и программные средства, которые были использованы для определения психоэмоционального состояния пользователя при создании интеллектуальной многопользовательской адаптивной системы освещения.

Ключевые слова: освещение, адаптивные системы освещения, многопользовательские системы освещения, интерактивное освещение.

Для цитирования: Леонов А.С., Осмулькевич Н.Е., Самигулин Т.Р. Выбор программно-аппаратных средств определения психоэмоционального состояния пользователей при разработке адаптивной системы освещения // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №3, 2021. – С. 40-50. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-6

Leonov A.S.
Osmulkevich N.E.
Samigulin T.R.

**THE CHOICE OF SOFTWARE AND HARDWARE FOR DETERMINING
THE PSYCHOEMOTIONAL STATE OF USERS IN THE
DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE LIGHTING SYSTEM**

Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
49 Kronverkskiy prospekt, St. Petersburg, 197101, Russia

e-mail: alex.thunder@tut.by, chf700@yandex.ru, timursamigulin98@gmail.com

Abstract

Light plays an important role in people's lives, since a person is forced to be in artificial lighting conditions most of the time. Therefore, lighting should provide a comfortable environment for work and study. Many manufacturers of lighting equipment, and lighting designers are thinking about optimizing the lighting environment and equipment functions that can improve the quality of human life. To achieve this goal, research is being carried out in the field of creating lighting solutions that meet the needs of various groups of the population, for example, supporting circadian rhythms, the influence of the spectral characteristics of light sources on increasing

productivity. The purpose of this work is to review the hardware and software that are used in the future development of adaptive lighting systems. The article describes the hardware and software, which were used to determine the psycho-emotional state of the user when creating an intelligent multi-user adaptive lighting system.

Keywords: lighting, adaptive lighting systems, multi-user lighting systems, interactive lighting.

For citation: Leonov A.S., Osmulkevich N.E., Samigulin T.R. The choice of software and hardware for determining the psychoemotional state of users in the development of an adaptive lighting system // Research result. Information technologies. – Т.6, №3, 2021. – P. 40-50. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-6

ВВЕДЕНИЕ

Свет играет важную роль в жизни людей, поскольку человек вынужден находиться большую часть времени в условиях искусственного освещения. Доказано влияние света на циклы функционирования организма в разные периоды времени, начиная одним днем и заканчивая целыми сезонами, на уровни психофизиологической активности человека, его зрение и настроение [1-6]. Окружающее освещение должно обеспечивать комфортные условия для работы и учебы. Многие производители светового оборудования, а также световые дизайнеры задумываются об оптимизации световой среды и функциях оборудования, которые могут повысить качество жизни человека. Для достижения этой цели проводятся исследования в области создания световых решений, отвечающих запросам различных групп населения, например, поддержка циркадных ритмов, влияние спектральных характеристик источников освещения на повышение продуктивности. Удовлетворить данные требования возможно с помощью использования адаптивных систем освещения.

Адаптивные системы освещения (АСО) представляют собой системы, оснащенные датчиками и исполнительными механизмами, которые способны динамически адаптировать освещение к текущим условиям среды и потребностям людей. Подобные системы предвидят цели и намерения пользователя, которые могут быть определены из его действий (система видеонаблюдения, аудиозаписи) или из информации об окружающей среде (например, датчиков освещенности, давления, шума). Доступные на сегодняшний день АСО позволяют изменять настройки освещения либо в соответствии с неким сценарием, либо с настройками, заданными пользователем [10, 11].

Адаптивная система освещения осуществляет сбор многомодальной информации видео- и аудиоканалов, клавиатурного почерка, а также результатов психологических тестирований. В дальнейшем эти данные позволят сформировать базу данных для обучения системы с последующей адаптацией освещения под психоэмоциональное состояние каждого пользователя.

В результате анализа статей и патентов было выявлено, что вопрос управления АСО, которое учитывает пользовательские конфликты, остается открытым. Также нерешенной остается проблема считывания многомодальной информации о пользователях, данных о внешней среде и отслеживания динамики стрессового состояния как отдельных пользователей, так и группы людей.

В статье рассмотрена реализация экспериментального образца АСО, снятие и регистрация показателей изменения психоэмоционального состояния с помощью различных каналов многомодальной информации: аудио- и видеоканал, клавиатурный почерк, психологические тестирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации мониторинга влияния факторов окружающей среды и сбора данных в учебном и рабочем пространстве элементы системы должны обеспечивать сбор многомодальной информации, не отвлекая и не раздражая пользователя. На основе анализа статей были выделены следующие критерии для создания АСО [8, 9]:

1. Необходимый набор датчиков для энергоэффективного функционирования АСО;
2. Автономность функционирования системы (минимальное вмешательство пользователя для поддержания качественной работы системы);
3. Использование многомодальной информации о внешней и внутренней средах (для полной и точной оценки среды с дальнейшей адаптацией АСО);
4. Учет конфликтного поведения и стрессового состояния пользователей;
5. Интеллектуальность (самообучаемость на основе нейронных сетей) АСО;
6. Сочетание мониторинга и управления АСО (обработка и вывод многомодальной информации в адаптивных системах освещения для создания протоколов управления и самооптимизации многопользовательских систем);
7. Принятие решений на основе психоэмоционального состояния сотрудников с учетом их индивидуальных предпочтений;
8. Наличие механизмов воздействия, направленных на снижение уровня стрессового состояния сотрудников и обучающихся в процессе выполнения рабочих задач.

Последние 2 пункта возможно реализовать с помощью методов искусственного интеллекта – машинного обучения, компьютерного зрения, экспертных систем. Для определения стрессовых ситуаций среди пользователей предлагается проведение анализа данных замеров психологического состояния пользователей, тестирований акустического и визуального каналов коммуникации, а также клавиатурного почерка на основе:

1. Пакета диагностических методик психологических замеров – путем оценки статистических данных, личностных характеристик, замеров текущего психологического состояния по основным показателям;
2. Аудиоданных – путем оценки интенсивности, скорости речи, частоты основного тона, голосовой гармонизации и выявления невербальных звуков (цоканье, вздохи, паузы и т.д.);
3. Видеоданных – использование алгоритмов поиска людей на изображении с последующим анализом невербальных характеристик (позы тела, движение);
4. Клавиатурного почерка – сбор данных о нажатии клавиш и движения мыши (динамика ввода, скорость ввода и т.д.).

Данный набор средств мониторинга и оценки психоэмоционального состояния пользователя позволит учесть все показатели состояния пользователя с минимальными погрешностями достоверности результатов, поскольку он учитывает как объективные, так и субъективные показатели оценки состояния человека.

1. Реализация АСО. Программный модуль управления системой

Текущая реализация системы с точки зрения аппаратных компонентов представлена на рисунке 1.

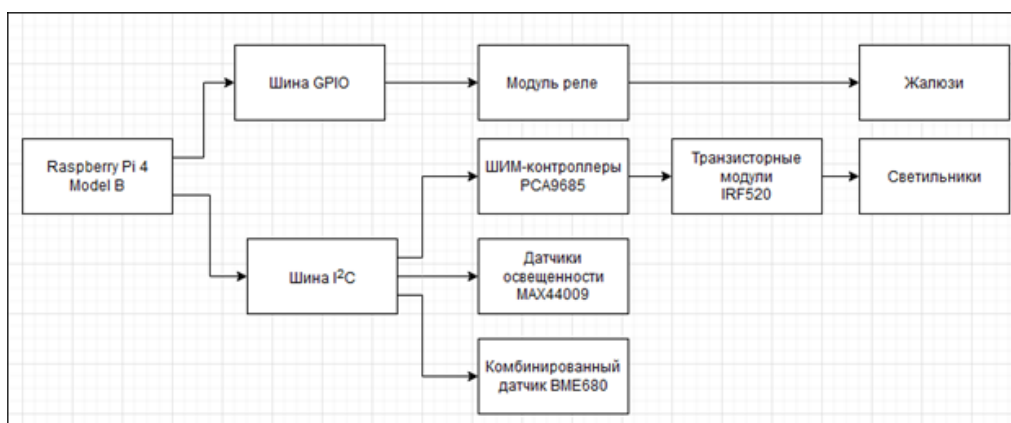


Рис. 1. Функциональная схема подключения оборудования
Fig. 1. Functional diagram of equipment connection

На основе описанных составляющих АСО для реализации системы был разработан программный модуль на языке Python, включающий в себя блоки:

1. Управление автоматическими жалюзи для создания комфортных условий освещения. В разрыв проводов питания жалюзи подключен релейный модуль, выводы которого, в свою очередь, подключены к разъемам GPIO на Raspberry. Программный модуль управления жалюзи управляет релейным модулем, который замыкает цепь, в результате чего жалюзи могут открываться и закрываться по команде. Управление осуществляется с помощью библиотеки RPi.GPIO, которая реализует взаимодействие с разъемами GPIO непосредственно из языка Python.

2. Управление уровнем освещенности и цветовой температурой светильников. Для решения задачи управления светильниками был разработан модуль управления, использующий ШИМ-сигнал для регулировки таких параметров светильников, как световой поток и цветовая температура [20].

Модуль управления состоит из двух плат ШИМ-контроллеров Adafruit PCA9685, каждая из которых имеет по 16 выходов для ШИМ-сигнала, и 24 транзисторных модулей MOSFET IRF520 – по 2 на драйвер каждого светильника, подключенных к микроконтроллеру.

Один модуль из пары отвечает за регулировку тока через светодиодные матрицы с цветовой температурой 2700 К, другой – за регулировку тока через светодиодные матрицы с цветовой температурой 6500 К. Таким образом, для каждого светильника требуется 2 выхода ШИМ-контроллера, а к каждому контроллеру можно подключить до 8 светильников. В полученной схеме к первой плате ШИМ-контроллера подключено 8 светильников, остальные 4 – ко второй.

Для регулирования параметров светильников применена схема типа «открытый коллектор». Ключ типа «открытый коллектор» подключается между -DIM и +DIM драйвера ламп, а выводы +DIM и +10V – замкнуты между собой. В такой схеме включения увеличение времени открытия транзистора приводит к снижению выходного тока.

Программное управление ШИМ-контроллерами осуществляется с помощью официальной библиотеки Adafruit_PCA9685 для Python. Параметры светильников, такие, как номера выходов ШИМ-контроллеров и номера самих контроллеров, а также информация о режимах работы, были вынесены в отдельный JSON-файл, что позволит легко добавлять новые режимы и светильники по мере необходимости.

3. Сбор данных с датчиков освещенности, газа, давления, температуры и влажности. К Raspberry Pi по интерфейсу I²C были подключены комбинированный датчик BME680 и два датчика освещенности MAX44009.

Для реализации программной составляющей процесса сбора данных на языке программирования Python были использованы примеры из открытых источников – официального GitHub-репозитория библиотеки Adafruit BME680 [6] и MAX44009 [7].

2. Программный модуль сбора клавиатурного почерка

Для определения стрессовых ситуаций среди пользователей предлагается проведение анализа данных замеров психологического состояния пользователей и тестирований клавиатурного почерка на основе сбора данных о нажатии клавиш и движениях мыши (динамика ввода, скорость ввода и т.д.).

Программная часть для сбора и анализа информации клавиатурного почерка должна обеспечивать сбор данных о нажатии клавиш на клавиатуре (рисунок 2). На этой основе должны рассчитываться такие параметры, как:

1. Динамика ввода (время между нажатиями клавиш и временем их удержания);
2. Скорость ввода (результат деления количества символов на время печати);
3. Количество перекрытий между клавишами;
4. Использование клавиш для печати заглавных букв;
5. Частота возникновения ошибок при вводе.



Рис. 2. Информационная модель определения психоэмоционального состояния пользователей на основе клавиатурного почерка

Fig. 2. Information model for determining the psychoemotional state of users based on keyboard handwriting

Для анализа психоэмоционального состояния пользователя необходимо определить эталонные значения (значения параметров клавиатурного почерка в спокойном (нормальном) состоянии пользователя), далее вычислить параметры клавиатурного почерка и сравнить полученные данные с эталонными значениями. Это позволит увидеть изменения в психоэмоциональном состоянии пользователя [21].

3. Программно-аппаратный модуль сбора аудиоданных

Сбор аудиоданных производился с помощью четырех микрофонов которые преобразуют акустические колебания в электрический сигнал. Они имеют следующие характеристики: чувствительность $-36 \text{ дБ} \pm 3 \text{ дБ}$, $15,8 \text{ мВ/Па}$ (10000 Гц), динамический диапазон $50\text{--}20000 \text{ Гц}$, соотношение сигнал/шум 73 дБ . Схема расположения микрофонов представлена на рисунке 3.

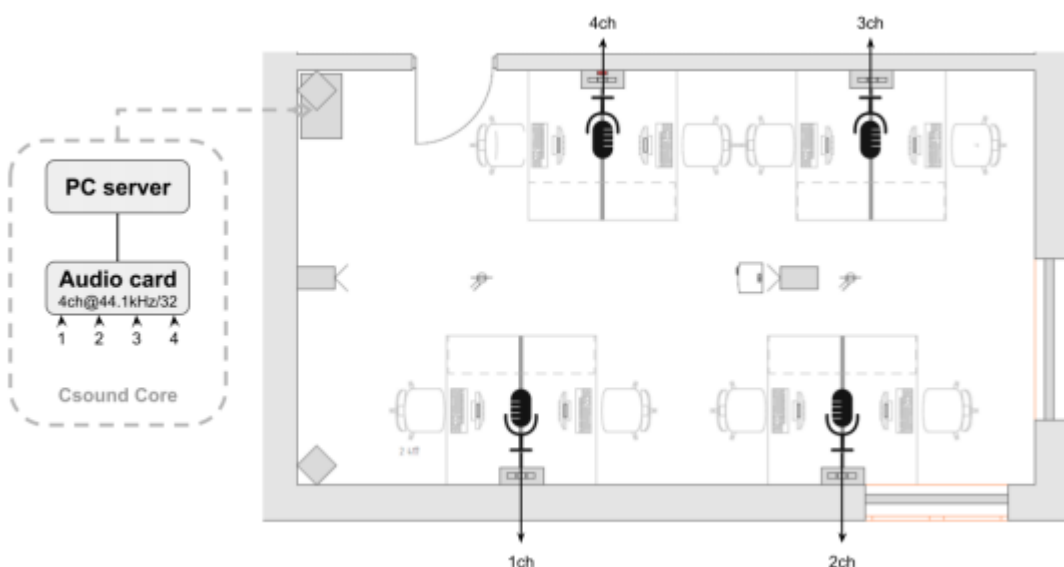


Рис. 3. Схема расположения микрофонов

Fig. 3. Microphone layout

Исходя из классификации методов, для анализа психоэмоциональной составляющей аудиопотока в данном исследовании был выбран комплекс на основе специализированного языка программирования Csound [17]. Для реализации данного комплекса предлагается использовать следующий набор методов обработки речевых аудиосигналов:

1. Мел-частотный анализ, который представляет частоты речи (в т.ч. невербальную составляющую) с позиции психоакустического параметра слуха – высоты тона. Высота тона определяет, насколько высоким или низким кажется тон слушателю.

2. Преобразование Гильберта с линейной фазой на базе дискретного преобразования Фурье. Результатом разложения сигнала по Гильберту является получение копии исходного сигнала, сдвинутой по фазе на 90 градусов. Это позволяет получить мгновенную огибающую, мгновенную частоту, мгновенную фазу или косинус фазы.

4. Программно-аппаратный модуль сбора видеоданных

Сбор видеоданных производился на две купольные камеры видеокamеры для с разрешение 6 Мп, максимальное разрешение 3072 × 2048, динамический диапазон 120 дБ. РАСположение камер представлено на рисунке 4. Запись производилась в два независимых файла. Программный модуль для записи видео был реализован при помощи языка программирования Python с использованием библиотеки OpenCV.

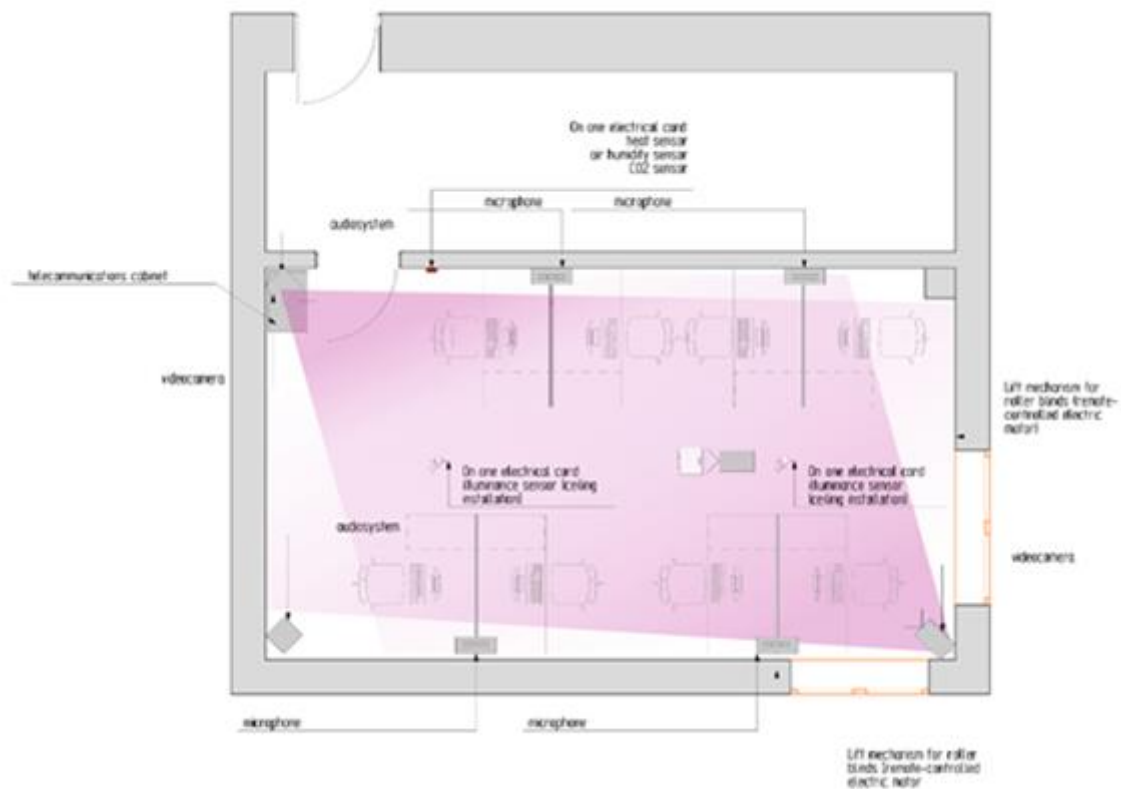


Рис. 4. Схема расположения камер
Fig. 4. The layout of the cameras

5. Сбор данных психологических тестирований

Для определения психоэмоционального состояния пользователей было разработано web-приложение (рисунок 5), которое включает в себя:

1. Форму авторизации, где участник вводит в поле свои ФИО, а также выбирает свой род деятельности из выпадающего списка;

2. Возможность отображения опросов четырех различных категорий, где участнику предлагается выбрать различные варианты ответов из представленных.

Рис. 5. Web-приложение для автоматизированного сбора данных о состоянии участников эксперимента
Fig. 5. Web application for automated collection of data on the state of the experiment participants

Web-приложение реализует так называемую клиент-серверную архитектуру, то есть имеет две части – клиентскую (фронтэнд), которая отвечает за реализацию пользовательского интерфейса, и серверную (бэкэнд), выполняющую обработку и дальнейшие операции с полученными данными. При разработке клиентской части был применен микрофреймворк Nuxt.js. Он объединяет в себе такие технологии, как Vue.js, Babel, Webpack и Bootstrap 4, что дает разработчику набор готовых решений, позволяя сосредоточиться непосредственно на разработке конечного продукта.

Бэкэнд web-приложения была разработана на языке программирования Python с применением фреймворка Flask. В качестве базы данных для хранения результатов опросов была выбрана система управления базами данных MongoDB, реализующая принципы NoSQL, что означает, что база данных состоит не из таблиц, а из коллекций.

Получая информацию о пройденных опросах от клиентской части приложения в формате JSON (JavaScript Object Notation), серверная часть реализует ее добавление в базу данных.

Для взаимодействия серверной части и базы данных использована библиотека Pymongo.

Обе части – и фронтэнд, и бэкэнд – работают на сервере в Docker-контейнерах, которые позволяют упаковать приложение со всеми его зависимостями и средой запуска в единый контейнер, давая возможность избежать проблем, связанных, например, с несоответствием версий библиотек на компьютере разработчика и конечном сервере.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Был проведен эксперимент на базе научной лаборатории «Когнитивная невербалика» Национального центра когнитивных разработок Университета ИТМО, направленный на создание базы данных психоэмоционального состояния испытуемых. Группой испытуемых выступали как сотрудники и студенты Университета ИТМО, так и сторонние респонденты.

В результате данного эксперимента в рамках исследования были выявлены взаимосвязи между различными режимами освещения, психоэмоциональными состояниями пользователя и клавиатурным почерком [12-14].

Поскольку в рамках исследования клавиатурный почерк и психологическое тестирование были в приоритете, аудио- и видео каналы ушли в ограничения. Далее в статье будет рассмотрен их потенциал.

1. Психологическое тестирование

После сбора данных о психоэмоциональном состоянии пользователей было произведено определение корреляции между психоэмоциональным состоянием пользователей и режимами освещения на основе результатов, полученных в ходе проведения эксперимента.

Было установлено, что при режиме освещения с цветовой температурой 6100 К и освещенностью в 675 лк достигается максимальный уровень работоспособности и уровень активности. При режиме с цветовой температурой 2700 К и освещенностью в 275 лк выявлены минимальные значения по всем показателям в течение дня (низкий уровень оценки субъективного благополучия, работоспособности, эмоционального состояния). Режим освещения с цветовой температурой 3500 К и освещенностью в 325 лк и с цветовой температурой 4000 К и освещенностью в 300 лк был наиболее оптимальным режимом для испытуемых.

2. Клавиатурный почерк

Для задач распознавания психоэмоционального состояния на основе клавиатурного почерка был выбран вероятностно-статистический подход, поскольку его преимущество состоит в возможности одновременного учета признаков различной физической природы или механизмов формирования, так как эти методы оперируют безразмерными величинами – вероятностями их появления при возникновении различных состояний системы. Для извлечения параметров клавиатурного почерка использовались программные средства распознавания нажатия клавиш, что обусловлено простотой разработки таких средств и их эффективностью для выполнения поставленных задач [15].

При сопоставлении данных клавиатурного почерка и статистически значимых данных психологических тестирований было выявлено следующее:

1. В контрольной неделе при режиме 4000 К 300 лк число ошибок и число символов за интервал времени имели максимальное значение при замере в 10:00, 13:00 и постепенно снижались к 18:00;

2. В первой экспериментальной неделе число ошибок и число символов за часовой интервал времени у пользователей был выше в дообеденное время;

3. Во второй экспериментальной неделе число ошибок и число символов за часовой интервал времени у пользователей был равномерно распределен в течение дня со снижением к вечеру;

4. В третью экспериментальную неделю число ошибок и число символов за часовой интервал времени у пользователей был выше в интервале с 11:00 до 15:00.

3. Потенциал аудио- и видеомодальности

Анализируя видеомодальность, можно детектировать и отслеживать перемещение людей для сбора данных о рабочем графике пользователя с последующей адаптацией параметров освещения. Также возможен подсчет количества человек у одного рабочего места для более гибкой настройки АСО. Расстояние, на котором возможна идентификация сотрудника, может быть ограничено радиальным искажением камеры. Данное искажение возникает из-за того, что выбрана камера широкоформатного типа. Но это можно устранить программными методами, например, повышения качества изображения при помощи технологии upscaling.

Главный интерес представляет возможность наблюдать человека в полный рост с двух ракурсов. На основе данных о положении рук, ног, наклоны тела и головы можно определить

текущее психоэмоциональное состояние человека. Также можно производить оценку позы относительно другого человека. Всё это расширяет потенциал АСО [16-19].

Анализируя аудиомодальность, можно оценивать интенсивность и скорости речи, частоты основного тона, голосовой гармонизации, а также выявлять невербальные звуки (цоканье, вздохи, паузы и т.д.). Также наличие нескольких микрофонов позволяет осуществить локализацию пользователя. Всё это позволит более гибко настраивать АСО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе были рассмотрены подходы к аппаратно-программной реализации определения психоэмоционального состояния пользователей при разработке адаптивной системы освещения.

Для определения стрессовых ситуаций пользователей был предложен метод анализа данных акустического канала коммуникации, данных клавиатурного почерка, а также автоматизация пакета методик психологических тестирований.

В ходе проведения эксперимента с разработанной адаптивной системой освещения были собраны данные клавиатурного почерка и выявлена их связь с психоэмоциональными состояниями пользователя и его клавиатурным почерком, видео- и аудиоканал же ушли в ограничения в рамках данного исследования.

Дальнейшие исследования в данной предметной области можно проводить по следующим направлениям:

1. изучение влияния дополнительных характеристик и факторов окружающей среды, которые могут влиять на психоэмоциональное состояние человека;
2. изучение влияния естественного света на психоэмоциональное состояние человека;
3. проведение лонгитюдных исследований с учетом изменения сезонных характеристик естественного освещения;
4. изучение взаимосвязи аудио- и видеомодальностей;
5. изучение взаимосвязи психоэмоционального состояния и походки человека.

Данное исследование способно акцентировать внимание на взаимосвязи поведения человека, его психоэмоционального состояния и освещения. Это позволит интегрировать подобные системы с адаптивными сценариями освещения в многопользовательские пространства. АСО будут создавать комфортную и безопасную световую среду не только в образовательных учреждениях, общественных и жилых пространствах, но и, в перспективе, в городском пространстве.

Список литературы

1. Павлов Д., Иванов Д., Петров В. Энергоэффективное биодинамическое освещение для использования в научных и образовательных учреждениях // Вторая Балканская молодежная конференция по освещению. 2019. С. 1-4.
2. Laushkina A.A., Roslyakova S.V., Smirnov A.V. Implementation of adaptive lighting systems to reduce stressful situations in multi-user spaces // Научный результат. Информационные технологии. – Т.5, №4, 2020. – С. 62-69. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-9.
3. Кузнецов Д.А., Дамм В.А., Кузнецов А.В., Басов О.О. Применение многомодальной аутентификации на объектах критической информационной инфраструктуры // Научный результат. Информационные технологии. – Т.4, №3, 2019. – С. 48-55. DOI: 10.18413/2518-1092-2019-4-3-0-7.
4. The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis / Barrett P., Davies F., Zhang Y., Barrett L. // Build. Environ. 2015. №89. С. 118–133.
5. Smolders K.C.H.J., de Kort Y.A.W. Bright light and mental fatigue: Effects on alertness, vitality, performance and physiological arousal // J. Environ. Psychol. 2014. №39. С. 77–91.
6. Adafruit/Adafruit_CircuitPython_BME680: CircuitPython driver for BME680 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://github.com/adafruit/Adafruit_CircuitPython_BME680, дата обращения: 10.08.2021.
7. ControlEverythingCommunity/MAX44009: Ambient Light Sensor URL: <https://github.com/ControlEverythingCommunity/MAX44009> (дата обращения: 10.02.2021).

8. Roslyakova S. V. et al. Possibilities to integrate wearable biomonitors into adaptive lighting systems // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2020.
9. Non Visual Effects of Light: An Overview and an Italian Experience / Fabio B., Chiara B., Ornella L.R., Laura B., Simonetta F. // Energy Procedia. 2015. №78. С. 723–728.
10. The effect of variable light on the fidgetiness and social behavior of pupils in school / Wessolowski N., Koenig H., Schulte-Markwort M., Barkmann C. // Journal of Environmental Psychology. 2014. №39. С. 101-108.
11. Barkmann C., Wessolowski N., Schulte-Markwort // Applicability and efficacy of variable light in schools. Physiology & Behavior. 2012. №105(3). С. 621–627.
12. Choi K., Suk H.-J. Dynamic lighting system for the learning environment: Performance of elementary students // Opt. Express. 2016. №24.
13. Effects of light transitions on measures of alertness, arousal and comfort / Kompier M.E., Smolders K.C.H.J., Lichtenbelt W.D. van Marken, de Kort Y.A.W. // Physiology & Behavior. 2020.
14. Smart Lighting Market by Offering (Hardware: Lights & Luminaires, Lighting Controls; Software, and Services), Communication Technology (Wired and Wireless), Installation Type, End-use Application, and Geography – Global Forecast to 2025 [Feb 2020]. URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-lighting-market-985.html?gclid=CjwKCAjwzL2BRATEiwAvnALcQOgHtzS5AmqLO3NDuyXJP5ZVjIH_4yMCZDuFa2Rd6IWwBV2Gj6QkBoC-KcQAvD_BwE (дата обращения 10.08.2021).
15. Patent Netherlands № 2017111815, 05.08.2015. Resolution of conflicts// Patent of the Netherlands № 10.10.2018 Bulletin № 28. / Nolan Julian Charles, Laurenson Matthew John [etc.].
16. US Patent № 2011145306/07, 29.03.2010 Smart Lighting Control System // US Patent № 20.05.2013 Bulletin № 14. // Klasmann Donald Louis, Murphy Michael Sean.
17. The patent of the Russian Federation № 2018145895, 21.12.2018 System of adaptive functioning of light emitting devices // The patent of Russia № 22.06.2020 Bul. № 18. // R.K. Gereikhanov // Patent of Russia № 22.06.2020 Bulletin № 18
18. Netherlands Patent № 2017110407, 31.08.2015 The way of management of the lighting system, computer software product, portable computing device and set of lighting system // Netherlands Patent № 03.10.2018 Bulletin № 28 / Mace-on Jonathan David, Shraibi Sanae [etc.].
19. Baoshi Sun, Qiaoli Zhang, Shi Cao. Development and Implementation of a Self-Optimizable Smart Lighting System Based on Learning Context in Classroom // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020.
20. Choi K., Shin C., Kim T. et al. Awakening effects of blue-enriched morning light exposure on university students' physiological and subjective responses // 2019. №9. С. 345.
21. Keystroke/mouse usage based emotion detection and user identification / Shikder R., Rahaman S., Afroze F. and A.B.M.A. Al Islam // 2017 International Conference on Networking, Systems and Security (NSysS). 2017. С. 96-104.

References

1. Pavlov D., Ivanov D., Petrov V. Energy-efficient biodynamic lighting for use in scientific and educational institutions // The second Balkan Youth Conference on Lighting. 2019. P. 1-4.
2. Laushkina A.A., Roslyakova S.V., Smirnov A.V. Implementation of adaptive lighting systems to reduce stressful situations in multi-user spaces // Research Result. Information Technologies. T.5, №4, 2020. – P. 62-69. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-9.
3. Kuznetsov D.A., Damm V.A., Kuznetsov A.V., Basov O.O. Application of multimodal authentication at critical information infrastructure facilities // Research Result. Information Technologies. – T.4, №3, 2019. – P. 48-55. DOI: 10.18413/2518-1092-2019-4-3-0-7.
4. The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis / Barrett P., Davies F., Zhang Y., Barrett L. // Build. Environ. 2015. №89. P. 118–133.
5. Smolders K.C.H.J., de Kort Y.A.W. Bright light and mental fatigue: Effects on alertness, vitality, performance and physiological arousal // J. Environ. Psychol. 2014. №39. P. 77–91.
6. Adafruit/Adafruit_CircuitPython_BME680: CircuitPython driver for BME680 URL: https://github.com/adafruit/Adafruit_CircuitPython_BME680 (date access: 10.08.2021).
7. ControlEverythingCommunity/MAX44009: Ambient Light Sensor URL: <https://github.com/ControlEverythingCommunity/MAX44009> (date access: 10.02.2021).

8. Roslyakova S. V. et al. Possibilities to integrate wearable biomonitors into adaptive lighting systems // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2020.
9. Non Visual Effects of Light: An Overview and an Italian Experience / Fabio B., Chiara B., Ornella L.R., Laura B., Simonetta F. // Energy Procedia. 2015. №78. P. 723–728.
10. The effect of variable light on the fidgetiness and social behavior of pupils in school / Wessolowski N., Koenig H., Schulte-Markwort M., Barkmann C. // Journal of Environmental Psychology. 2014. №39. P. 101-108.
11. Barkmann C., Wessolowski N., Schulte-Markwort // Applicability and efficacy of variable light in schools. Physiology & Behavior. 2012. №105(3). P. 621–627.
12. Choi K., Suk H.-J. Dynamic lighting system for the learning environment: Performance of elementary students // Opt. Express. 2016. №24.
13. Effects of light transitions on measures of alertness, arousal and comfort / Kompier M.E., Smolders K.C.H.J., Lichtenbelt W.D. van Marken, de Kort Y.A.W. // Physiology & Behavior. 2020.
14. Smart Lighting Market by Offering (Hardware: Lights & Luminaires, Lighting Controls; Software, and Services), Communication Technology (Wired and Wireless), Installation Type, End-use Application, and Geography – Global Forecast to 2025 [Feb 2020]. URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-lighting-market-985.html?gclid=CjwKCAjwztL2BRATEiwAvnALcqOgHtzS5AmqLO3NDuyXJP5ZVjIH_4yMCZDuFa2Rd6IWwBV2Gj6QkBoC-KcQAvD_BwE (date access: 10.08.2021).
15. Patent Netherlands № 2017111815, 05.08.2015. Resolution of conflicts // Patent of the Netherlands № 10.10.2018 Bulletin № 28. / Nolan Julian Charles, Laurenson Matthew John [etc.].
16. US Patent № 2011145306/07, 29.03.2010 Smart Lighting Control System // US Patent № 20.05.2013 Bulletin № 14. // Klasmann Donald Louis, Murphy Michael Sean.
17. The patent of the Russian Federation № 2018145895, 21.12.2018 System of adaptive functioning of light emitting devices // The patent of Russia № 22.06.2020 Bul. № 18. // R.K. Gereikhanov // Patent of Russia № 22.06.2020 Bulletin № 18
18. Netherlands Patent № 2017110407, 31.08.2015 The way of management of the lighting system, computer software product, portable computing device and set of lighting system // Netherlands Patent № 03.10.2018 Bulletin № 28 / Mace-on Jonathan David, Shraibi Sanae [etc.].
19. Baoshi Sun, Qiaoli Zhang, Shi Cao. Development and Implementation of a Self-Optimizable Smart Lighting System Based on Learning Context in Classroom // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020.
20. Choi K., Shin C., Kim T. et al. Awakening effects of blue-enriched morning light exposure on university students' physiological and subjective responses // 2019. №9. P. 345.
21. Keystroke/mouse usage based emotion detection and user identification / Shikder R., Rahaman S., Afroze F. and A.B.M.A. Al Islam // 2017 International Conference on Networking, Systems and Security (NSysS). 2017. P. 96-104.

Леонов Александр Сергеевич, инженер Национального центра когнитивных разработок, магистрант 2 курса программы Интеллектуальные технологии в телекоммуникациях

Осмюлькевич Никита Евгеньевич, инженер Национального центра когнитивных разработок, магистрант 1 курса программы Интеллектуальные технологии в телекоммуникациях

Самигулин Тимур Русланович, инженер Национального центра когнитивных разработок, магистрант 2 курса программы Финансовых технологий больших данных Факультета цифровых трансформаций

Leonov Aleksandr Sergeevich, engineer, National Center for Cognitive Development, 2-year master's student of the Intelligent Technologies in Telecommunications program

Osmulkevich Nikita Evgenievich, engineer, National Center for Cognitive Development, 1-year master's student of the Intelligent Technologies in Telecommunications program

Samigulin Timur Ruslanovich, engineer, National Center for Cognitive Development, 2-year master's student of the Big Data Financial Technologies program of the Faculty of Digital Transformation

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ COMPUTER SIMULATION

УДК 004.4

DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-7

Мигулина Д.С.
Зайцева Т.В.

РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ООО «ТЭТА ФУД»

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Победы д. 85, г. Белгород, 308015, Россия

e-mail: 1257434@bsu.edu.ru, zaitseva@bsu.edu.ru

Аннотация

В данной статье рассматривается совершенствование работы предприятия производственной сферы ООО «ТЭТА ФУД», которая заключается в повышении эффективности работы сотрудников предприятия за счет сокращения времени на формирование полного объема пакета документов (УПД) для предоставления в налоговую инспекцию с целью возврата НДС предприятию-экспортеру. В аналитической части подробно разобраны особенности возврата НДС предприятию-экспортеру. Для формализации и описания бизнес-процессов была выбрана нотация IDEF0 и IDEF3. В проектной части был проведен анализ модели «КАК ЕСТЬ» и выявление основных проблем модели. Была разработана стратегия будущей стратегии по методологии IDEF0.

Ключевые слова: реинжиниринг бизнес-процессов, экспорт товаров, возврат НДС, формирование пакета документов, бизнес-процессы, информационная система.

Для цитирования: Мигулина Д.С., Зайцева Т.В. Реинжиниринг бизнес-процессов ООО «ТЭТА ФУД» // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №3, 2021. – С. 51-57. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-7

Migulina D.S.
Zaitseva T.V.

REENGINEERING OF BUSINESS PROCESSES TETA FOOD LLC

Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

e-mail: 1257434@bsu.edu.ru, zaitseva@bsu.edu.ru

Abstract

This article discusses the improvement of the work of an enterprise in the production sphere of LLC "TETA FOOD", which consists in increasing the efficiency of employees of the enterprise by reducing the time for the formation of a full package of documents (UPD) for submission to the tax office for the purpose of refunding VAT to the exporting enterprise. In the analytical part, the features of the VAT refund to the exporting company are analyzed in detail. To formalize and describe business processes, the notation IDEF0 and IDEF3 was chosen. In the design part, the "AS IS" model was analyzed and the main problems of the model were identified. A strategy for the future strategy based on the IDEF0 methodology was developed.

Keywords: reengineering of business processes, export of goods, VAT refund, formation of a package of documents, business processes, information system.

For citation: Migulina D.S., Zaitseva T.V. Reengineering of business processes TETA FOOD LLC // Research result. Information technologies. – Т.6, №3, 2021. – P. 51-57. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-7

В процессе предпринимательской деятельности организации часто проводят экспортные операции. Государство заинтересовано в усилении своей внешнеэкономической деятельности, так

как это способствует интенсивному развитию национальной экономики и ее интеграции в мировую экономику. Кроме того, в страну происходит приток валюты, что улучшает платежный баланс государства. Для поддержки хозяйствующих субъектов, осуществляющих экспортную деятельность, государство устанавливает налоговую политику таким образом, чтобы было выгодно участвовать в реализации товаров (работ, услуг) на экспорт. Одним из таких льгот, предусмотренных налоговым законодательством Российской Федерации, является нулевая ставка НДС [1].

В соответствии с п. 1 ст. 146 Налогового Кодекса Российской Федерации (далее – НК РФ) объектом налогообложения признается реализация товаров на территории РФ. При этом согласно ст. 147 НК РФ в целях исчисления НДС местом реализации товаров признается Россия, если товар в момент отгрузки или транспортировки находится на ее территории. Таким образом, реализация товаров на экспорт подлежит обложению НДС [3].

Пунктом 1 ст. 164 НК РФ установлено, что при реализации товаров, вывезенных в таможенном режиме экспорта, применяется ставка налога в размере 0% при условии предоставления в налоговые органы документов, предусмотренных ст. 165 НК РФ. Сумма налога по операциям, связанным с реализацией товаров, облагаемых по налоговой ставке 0%, исчисляется отдельно по каждой такой операции (п. 6 ст. 166 НК РФ). В пункте 6 ст. 164 НК РФ определена обязанность предоставления в налоговые органы отдельной налоговой декларации в случае осуществления операций по реализации товаров на экспорт [8].

Для формализации и описания бизнес-процессов ООО «ТЭТА ФУД» была выбрана нотация IDEF0 для того, чтобы описать взаимодействие процессов, а также использование стрелок управления и механизмов [5].

На рисунке 1 представлена декомпозиция процесса «Закупка сырья» – «КАК ЕСТЬ». Изначально предприятие ищет поставщиков для поставки сырья и заключает с ними договора опираясь на нормативно-законодательные акты. Затем происходит подписание спецификаций и получение счета от поставщика. После этого идет поиск, заказ транспорта для транспортировки и прием товара на склад. После приема сырья происходит оприходование поставки и оплата.

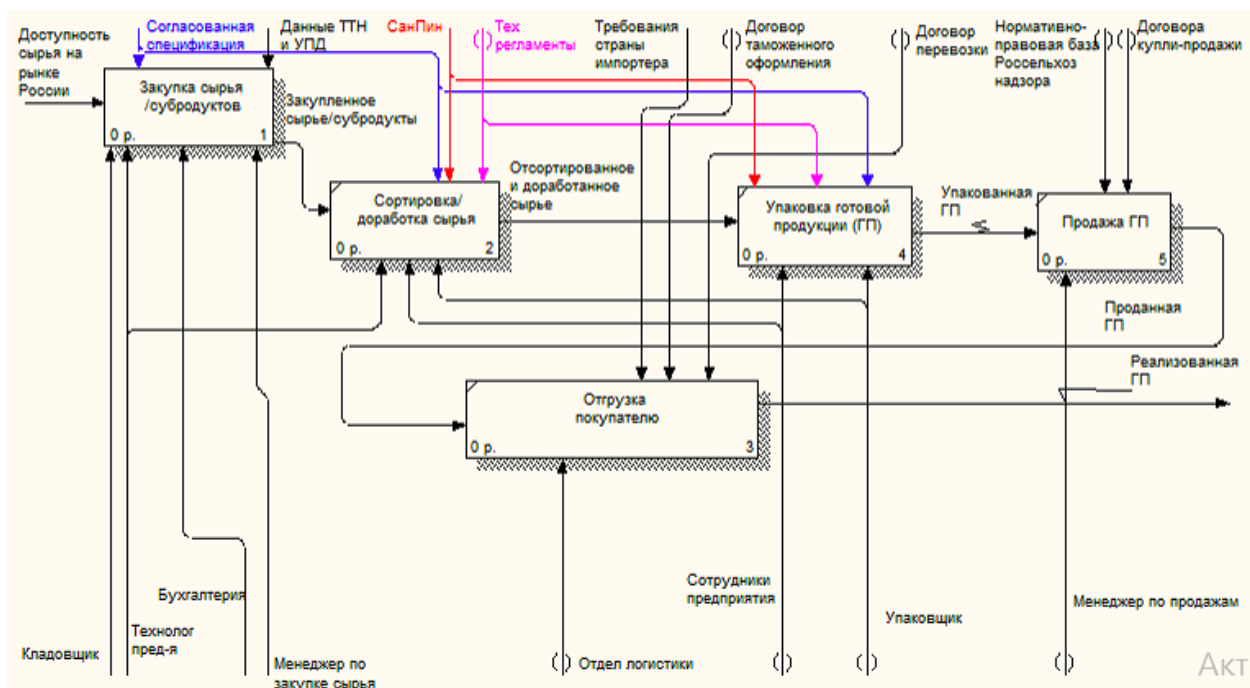


Рис. 1. Декомпозиция процесса «Закупка сырья»
Fig. 1. Decomposition of the «Purchase of raw materials» process

На рисунке 2 представлена декомпозиция процесса «Оприходование поставки на склад и БД». Здесь бухгалтерия проверяет правильность заполнения документов, вносит в ИС информацию о принятом товаре и закрывает документ оприходования.

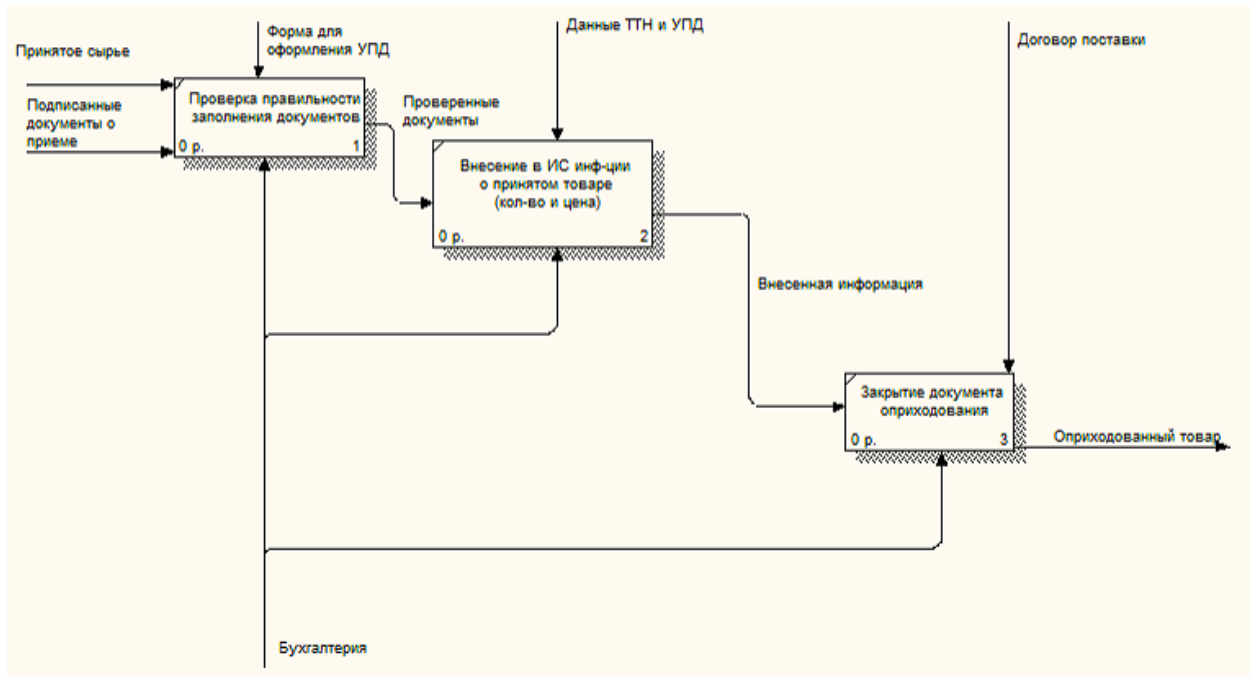


Рис. 2. Декомпозиция «Оприходование поставки на склад и БД»
 Fig. 2. Decomposition «Capitalization of delivery to the warehouse and database»

На рисунке 3 представлена декомпозиция процесса «Прием сырья на склад», который содержит 7 блоков и прописан в нотации IDEF3 [6]. Вначале товар выгружается в зону разгрузки, затем происходит пересчет товара по количеству. При верном фактическом количестве товара происходит прием товара по качеству, если количество товара не верно, то составляется акт расхождения по количеству. После приема товара по качеству либо составляется акт расхождения по качеству, либо ТТН подписывается без расхождений. Затем сформированный пакет документов для оприходования товара передается в бухгалтерию и покупателю. На заключительном этапе товар перемещается на склад хранения для дальнейшей переработки.

С проблемой возврата НДС из бюджета сталкиваются многие организации экспортеры. С одной стороны, законодательство дает им снисхождение в виде нулевой ставки налога. С другой, право на ее применение фирма должна подтвердить. Малейшая неточность в документах либо подозрение в «недобросовестности» приводит к тому, что контролеры отказывают организации в возмещении налога. В итоге за законным НДС ей приходится обращаться в суд.

Рассмотрим наиболее распространенные причины, по которым налоговые органы отказывают экспортерам в возмещении НДС [2]:

- поставщик товара не уплатил НДС в бюджет;
- отсутствие поставщика по юридическому адресу;
- отсутствие квитанции о приеме груза в случае наличия только железнодорожной накладной;
- отсутствие ответа таможенного органа на запрос налогового органа о подтверждении факта вывоза товара за пределы таможенной территории РФ;
- валютная выручка поступила от третьего лица;
- счета-фактуры, на основании которых предоставляются налоговые вычеты, оформлены с нарушениями;
- отсутствует отметка «Товар вывезен полностью» на добавочных листах.

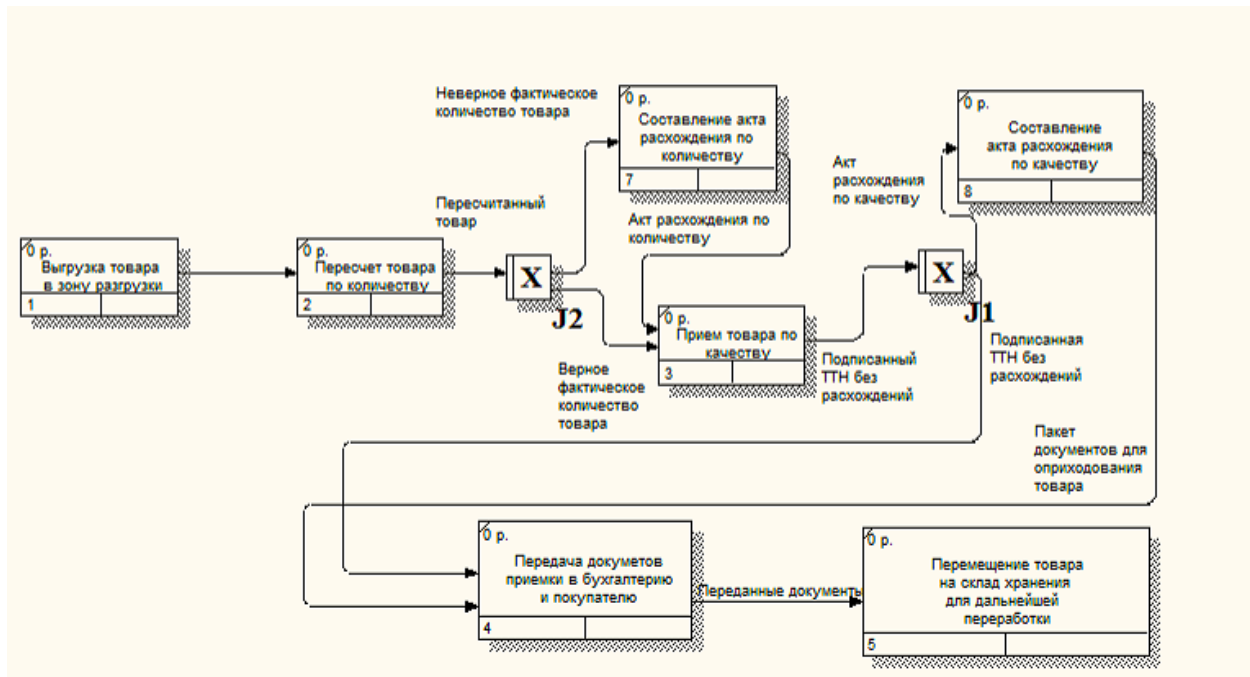


Рис. 3. Декомпозиция «Прием сырья на склад»

Fig. 3. Decomposition «Acceptance of raw materials to the warehouse»

Отсутствие в информационной системе предприятия оперативной информации о фактическом состоянии первичных документов и, как следствие, невозможность оперативного управления процессом отражения первичных документов в учете, а также регулирования графика оплат.

Частичная автоматизация процесса разработана владельцем процесса – начальником отдела закупок предприятия путем ручного дублирования основных реквизитов первичных документов и их фактического состояния во вспомогательные Excel-таблицы, не связанные с ИС, и обработки информации в ручном режиме силами сотрудников отдела с последующим предоставлением результирующей информации в Бухгалтерию предприятия для ручного регулирования порядка оплат поставок. Резюме процесса – трудоемко, долго, неэффективно, местами – убыточно.

В процессе взаимодействия с поставщиками предприятия в адрес предприятия поступают от поставщиков товары и услуги.

Поставки сопровождаются регламентированными законодательством РФ документами первичного учета. В некоторых случаях – непосредственным предоставлением сопроводительных документов в печатном (классический вариант) или электронном виде (с использованием технологии электронного документооборота), а в некоторых (для ускорения процедур предпродажной подготовки и реализации товаров) – путем направления скан-копий или табличных электронных документов, не имеющих юридической силы.

В обоих сценариях – документы отражаются в учете в ИС, но для обеспечения юридически значимого оборота необходимо, чтобы каждая поставка товаров была закреплена комплектом юридически значимых документов, соответствующих фактическому поступлению товаров и услуг.

Убрать проблему полностью очевидно невозможно, необходимо уменьшить трудозатраты персонала, по возможности сократив рабочие ставки.

На рисунке 4 представлена декомпозиция процесса «Закупка сырья» – КАК БУДЕТ. После оприходования поставки на склад и в БД появляется дополнительный блок «Проверка правильности заполнения необходимых УПД для предоставления в налоговую инспекцию». Данный процесс разбивается еще на одну декомпозицию, что представлено на рисунке 5.

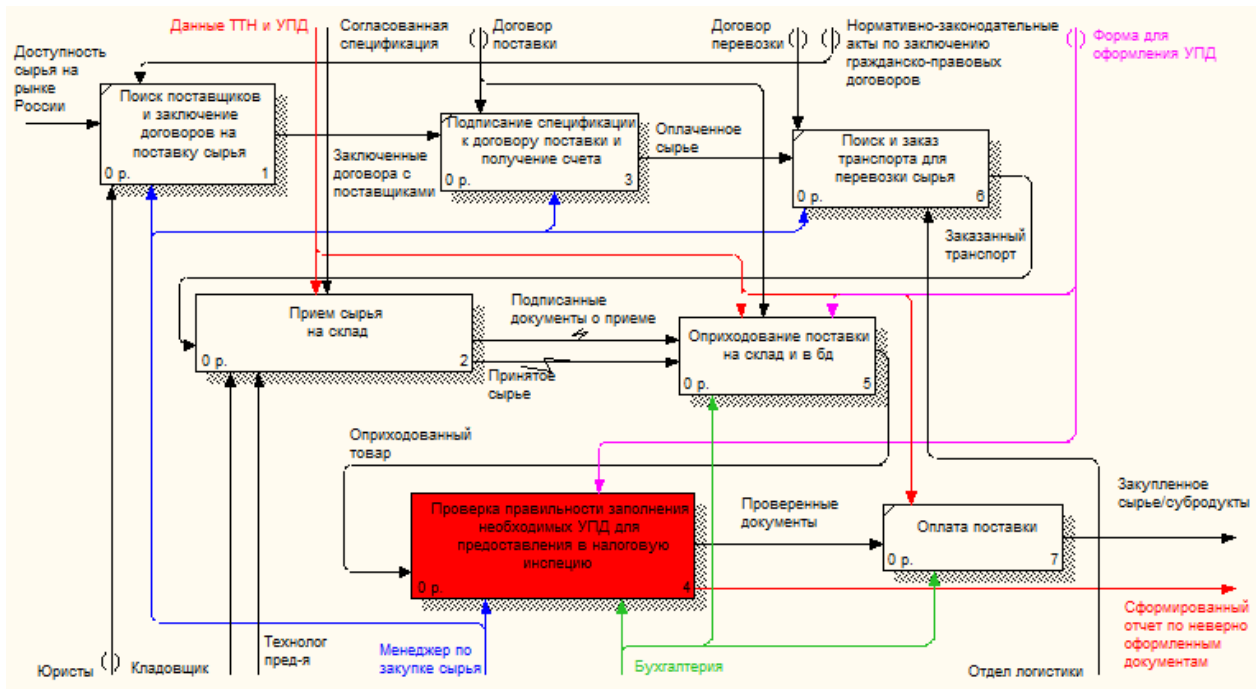


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции процесса «Закупка сырья» – КАК БУДЕТ
Fig. 4. Diagram of the decomposition of the process «Purchase of raw materials» – HOW IT WILL

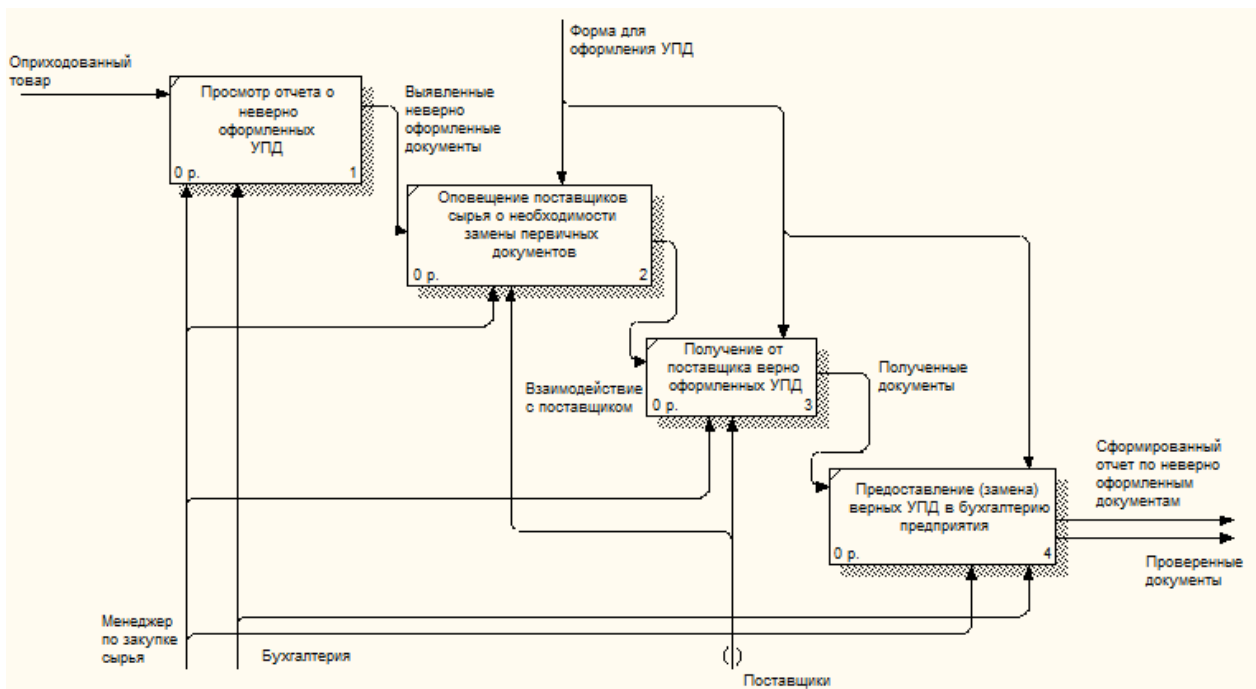


Рис. 5. Декомпозиция процесса «Проверка правильности заполнения необходимых УПД»
Fig. 5. Decomposition of the process «Checking the correctness of filling in the required FRT»

Из рисунка 5 видно, что отчет в системе 1С позволяет просматривать неверно оформленные УПД, после чего происходит оповещение поставщиков о необходимости замены первичных документов. Затем, верно оформленные документы предоставляются либо заменяются в бухгалтерию предприятия.

На рисунке 6 представлена декомпозиция процесса «Оприходование поставки на склад и в БД» – КАК БУДЕТ. В данном процессе появляется дополнительный блок «Установка в ИС пометок и замечаний». Бухгалтерия, опираясь на акты расхождения устанавливает в ИС пометки, а только затем закрывает документ оприходования товара.

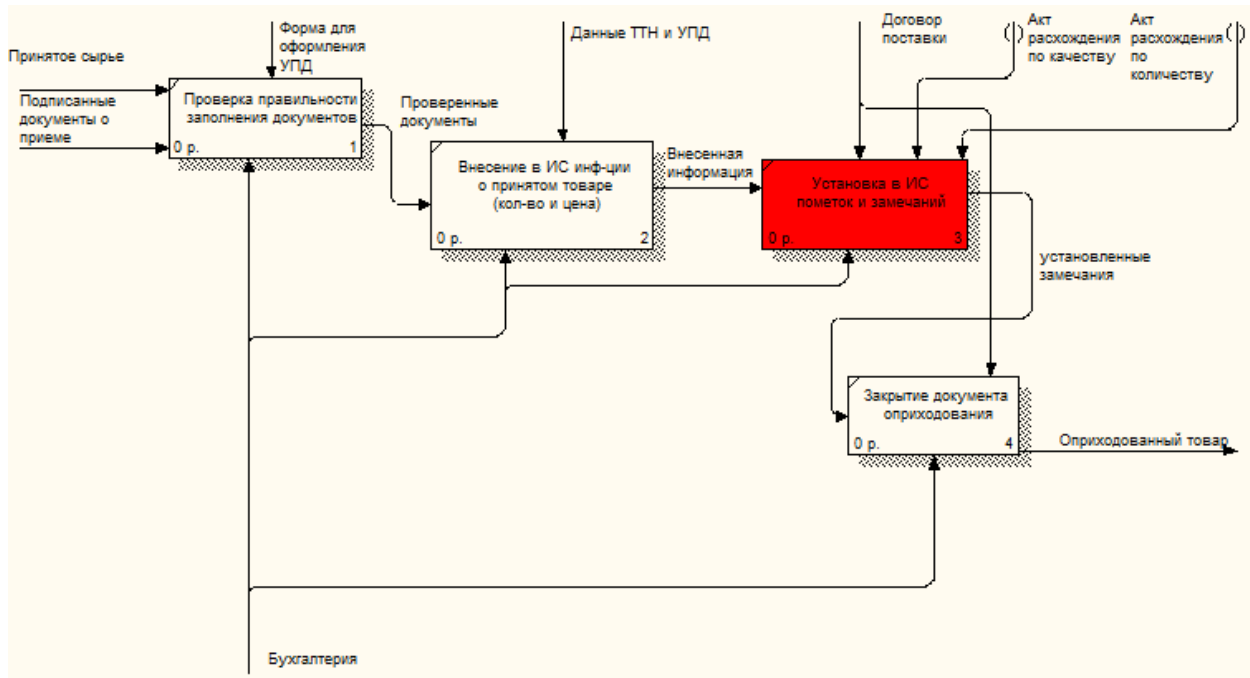


Рис. 6. Декомпозиция процесса «Оприходование поставки на склад и в БД»
Fig. 6. Decomposition of the process «Posting delivery to the warehouse and to the database»

Таким образом был проведен подробный анализ модели «КАК ЕСТЬ», были выявлены основные проблемы. Также была выбрана стратегия автоматизации «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»

Использование разработанной конфигурации в организации экономически прибыльно, так как не потребуется покупка технических и программных ресурсов. В качестве выходной информации в конфигурации применяется отчет, который дает возможность наглядно показывать неправильно оформленные бумаги по контрагентам.

Список литературы

1. Аванесов, С.Б. Проблемы применения нулевой ставки НДС при организации международных перевозок грузов [Текст] / Аванесов С.Б. – Законность и правопорядок в современном обществе, 2013. – №13. – С. 217–221.
2. Дудинова, Е.Е., Проблематика возврата НДС за пределы России [Текст] / Дудинова Е.Е. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2013. – № 94
3. Информация для экспортера [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.nalog.gov.ru/rn77/taxation/taxes/nds/exporter/#:~:text=%D0%9F%D1%80%D0%B8%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%2C%20%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B2,\(%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B5%20%E2%80%93%D0%9D%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9%20%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81\)](https://www.nalog.gov.ru/rn77/taxation/taxes/nds/exporter/#:~:text=%D0%9F%D1%80%D0%B8%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%2C%20%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B2,(%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B5%20%E2%80%93%D0%9D%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9%20%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81)) (дата обращения: 14.05.2021).
4. Колмыков, А.Н. Сравнительный анализ отечественных программных продуктов для бизнес-моделирования [Текст] / Колмыков А.Н. // Огарёв–Online, 2019. – №7.
5. Методология IDEF0 [Электронный ресурс]. – URL: <https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef0> (дата обращения: 14.05.2021).
6. Методология IDEF3 [Электронный ресурс]. – URL: <https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef3> (дата обращения 14.05.2021).
7. Мешков, В.В. Общая характеристика технологий моделирования бизнес-процессов [Текст] / Мешков В.В. – Экономические и гуманитарные науки, 2015. – №10. – с. 85–88.

8. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть вторая [Электронный ресурс]: от 13.07.2015 № 214-ФЗ, №232-ФЗ (ред. от 10.10.2016) // Консультант Плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>. (дата обращения: 12.01.2021).

9. Официальный сайт Министерства экономического развития РФ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ved.gov.ru/rus_export/export_from_russia/ (дата обращения: 23.04.2021).

10. Программа компьютерного моделирования BPwin (AllFusion Process Modeler) [Электронный ресурс]. – URL: <http://bourabai.ru/cm/bpwin.htm> (дата обращения: 10.03.2021).

11. Чиганова Н.В. Автоматизация документооборота малого предприятия средствами «1С:Предприятие» // «Научный результат. Информационные технологии». – Т.1, №3, 2016. С. 38-42.

References

1. Avanesov, S.B. Problems of applying a zero VAT rate in the organization of international transportation of goods [Text] / Avanesov S.B. - Law and order in modern society, 2013. – №13. – PP. 217–221.

2. Dudinova, EE, Problem of VAT refund outside Russia [Text] / Dudinova EE // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University, 2013. No. 94.

3. Information for the exporter [Electronic resource]. – URL: <https://www.nalog.gov.ru/rn77/taxation/taxes/nds/exporter/#:~:text=%D0%9F%D1%80%D0%B8%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%2C%20%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B2,%20%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B5%20%D0%9D%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9%20%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81> (date of access: 14.05.2021).

4. Kolmykov, A.N. Comparative analysis of domestic software products for business modeling [Text] / Kolmykov A.N. // Ogarev – Online, 2019. – №7.

5. Methodology IDEF0 [Electronic resource]. – URL: <https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef0> (date access: 14.05.2021).

6. Methodology IDEF3 [Electronic resource]. – URL: <https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef3> (date access: 14.05.2021)

7. Meshkov, V.V. General characteristics of technologies for modeling business processes [Text] / Meshkov V.V. - Economic and human sciences, 2015. – No. 10. – pp. 85-88

8. Tax Code of the Russian Federation. Part two [Electronic resource]: dated July 13, 2015. No. 214-FZ, No. 232-FZ (as amended on 10.10.2016) // Consultant Plus. – Access mode: <http://www.consultant.ru/>. (date access: 12.01.2021)

9. Official site of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation [Electronic resource]. – URL: http://www.ved.gov.ru/rus_export/export_from_russia/ (date access: 23.04.2021).

10. Program of computer modeling BPwin (AllFusion Process Modeler) [Electronic resource]. – URL: <http://bourabai.ru/cm/bpwin.htm> (date access: 10.03.2021).

11. Chiganova NV Automation of document flow of a small enterprise by means of "1C: Enterprise" // Research result. Information Technology. – Vol. 1, No. 3, 2016. P. 38-42.

Мигулина Дарья Сергеевна, магистрант кафедры прикладной информатики и информационных технологий
Зайцева Татьяна Валентиновна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий

Migulina Darya Sergeevna, master's student of the Department of Applied Informatics and Information Technologies
Zaitseva Tatyana Valentinovna Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Technologies

УДК 004.94

DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-8

Резников Н.Г.¹
Жихарев А.Г.²

**ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА ДЛЯ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ
КОМПОНЕНТОВ В ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫЙ КЛИНКЕР**

¹) Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Победы д. 85, г. Белгород, 308015, Россия

²) Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, Белгород,
308012, Россия

e-mail: reznikov_n@bsu.edu.ru; zhikharev@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматривается построение имитационной модели абстрактного процесса преобразования сырьевых компонентов в портландцементный клинкер в среде имитационного моделирования UFOModeler. Разработан алгоритм генерации псевдослучайного оксидного (химического) состава компонентов на основе опытных данных реального производства и расчета для двухкомпонентной и трехкомпонентной сырьевых смесей. Рассмотрен алгоритм расчета основных показателей состава клинкера на основе. Проведен анализ полученных результатов.

Ключевые слова: сырьевая смесь, клинкер, химический состав, минералогический состав алгоритм генерации химического состава, имитационная модель, системно-объектный подход.

Для цитирования: Резников Н.Г., Жихарев А.Г. Применение системно-объектного подхода для имитационного моделирования преобразования сырьевых компонентов в портландцементный клинкер // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №3, 2021. – С. 58-64. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-8

Reznikov N.G.¹
Zhikharev A.G.²

**APPLICATION OF THE SYSTEM-OBJECT APPROACH TO SIMULATION
OF THE CONVERSION OF RAW MATERIALS INTO
A PORTLANDCEMENT CLINKER**

¹) Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

²) Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov, 46 Kostyukova street, Belgorod, 308012,
Russian Federation

e-mail: reznikov_n@bsu.edu.ru; zhikharev@bsu.edu.ru

Abstract

The article discusses the construction of a simulation model of the abstract process of converting raw materials into Portland cement clinker in the UFOModeler simulation environment. An algorithm for generating a pseudo-random oxide (chemical) composition of components based on experimental data of real production and calculation for two-component and three-component raw mixtures has been developed. An algorithm for calculating the main indicators of the composition of clinker based on. The analysis of the obtained results is carried out.

Keywords: raw mix, clinker, chemical composition, mineralogical composition, chemical composition generation algorithm, simulation model, system-object approach.

For citation: Reznikov N.G., Zhikharev A.G. Application of the system-object approach to simulation of the conversion of raw materials into a portlandcement clinker // Research result. Information technologies. – Т.6, №3, 2021. – P. 58-64. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-3-0-8

ВВЕДЕНИЕ

В цементной промышленности на качество готового продукта в большей степени влияет состав сырьевых компонентов при условии протекания технологического процесса в установленном технологическим регламентом рабочем режиме. Своевременная корректировка, внесенная в компонентный состав сырьевой смеси, поможет не только избежать выпуска брака, но и сохранить протекающие процессы в оптимальном режиме. Порой, необходимо спрогнозировать изменение различных характеристик цементного клинкера при заранее известном химическом составе сырьевых материалов, что может занять определенное время при ручных подсчетах, к тому же на правильность расчетов могут повлиять неочевидные ошибки в силу человеческого фактора.

Решение такой задачи, очевидно, предполагает построение определенной модели, независимо от выбора методов и инструментов решения. Другими задачами построения такой модели может быть, например, определение возможности работы предприятия с использованием сырьевых материалов непостоянного состава. Для этого может быть использована имитационная модель. Суть имитационного моделирования заключается в компьютерной реализации математической модели изучаемой системы для использования в целях симуляции (имитации) поведения реальной системы [1].

В источнике [2] авторы приводят справедливое замечание: «Необходимость замены изучаемой системы моделью, с достаточной точностью ее описывающей, естественным образом вынуждает использовать системный подход для создания такой модели». Поэтому был выбран системно-объектный метод имитационного моделирования [3], который позволяет рассматривать любую систему или предметную область как совокупность:

- взаимодействующих «перекрестков» с набором входящих и исходящих связей, называемых узлами;
- методов обработки связей узлов, называемых функциями;
- обработчиков связей узлов, называемых объектами.

Построение моделей производственно-технологических процессов на основе УФО-подхода [4], а также имитацию функционирования построенной модели в реальном времени позволяет реализовать программная среда имитационного моделирования UFOModeler.

Актуальность настоящей статьи заключается в построении имитационной модели для решения вышеописанных задач с использованием алгоритмов расчета для сырьевых смесей в области производства цемента, а также расчета некоторых характеристик продукта обжига – клинкера.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Современные предприятия цементной промышленности стараются действовать в рамках концепций энерго- и ресурсосбережения. В связи с этим, на производствах активно применяют шлаки доменные и мартеновские (отходы металлургического производства). В построенной модели (рис. 1) абстрактно рассматривается преобразование сырьевой смеси в готовый продукт, так как для решения поставленных задач важно понимать зависимость между качественными характеристиками входных и выходных потоков, не задумываясь о самом протекании процесса преобразования. Приближаясь к реальному производству завода «AKKERMANN cement» в г. Новотроицк, графоаналитическая модель отражает такие особенности, как:

- первичное смешение основных компонентов: известняка и глины в так называемый «микс», и последующее дозирование трех компонентов в сырьевую смесь;
- в качестве энерго- и ресурсосберегающих добавок использование шлаков доменного и мартеновского производства.



Рис. 1. Графоаналитическая модель преобразования сырьевых компонентов в клинкер
Fig. 1. Graphic-analytical model of conversion of raw materials into clinker

Сперва рассмотрим связи в системе на примере компонента «известняк», так как все входящие связи имеют сходные параметры (рис.2).

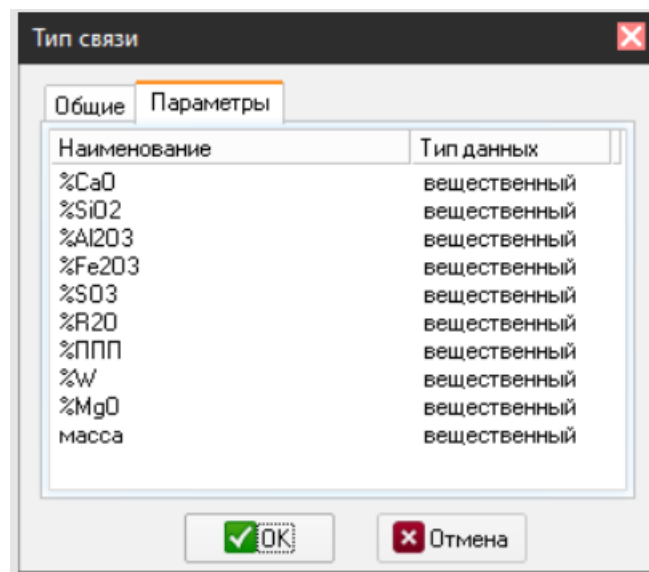


Рис. 2. Параметры входящих связей
Fig. 2. Input link parameters

Основными минералообразующими оксидами в клинкере являются оксиды кальция (CaO), кремния (SiO₂), алюминия (Al₂O₃) и железа (Fe₂O₃). На основании их количества рассчитываются модульные характеристики сырьевой смеси и клинкера такие, как коэффициент насыщения (KH), силикатный (n) и глиноземный (p) модули, которые непосредственно участвуют в расчетах и характеризуют качественные и количественные характеристики сырья и клинкера [5].

В качестве исходных данных были ранее предоставлены данные химического состава 3х проб каждого компонента, результаты которого сведены в таблицу.

Таблица

Table

Химический состав исходных материалов, %

Chemical composition of raw materials, %

№ п/п	Материал	ппп	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
Известняк										
1	№ 1	40,75	3,38	0,86	2,58	51,90	0,34	0,08	0,02	0,09
2	№ 2	43,20	0,42	0,25	0,24	55,4	0,45	0,04	0	0
3	№ 3	43,85	0,18	0,13	0,17	55,4	0,26	0,01	0	0
Глина										
4	№ 1	11,67	55,28	12,57	5,59	8,77	1,62	0,42	1,13	2,10
5	№ 2	11,23	51,7	14,4	5,21	9,72	3,32	0,23	0,84	2,27
6	№ 3	12,85	48,6	13,1	5,37	12,2	3,34	0,20	0,77	2,28
Щебень шлаковый (доменный)										
7	№ 1	4,67	36,38	9,23	8,10	33,21	5,05	1,14	0,32	0,43
8	№ 2	1,40	38,05	9,83	1,22	42,89	4,01	1,18	0,29	0,51
9	№ 3	0,48	38,4	9,13	0,62	44,4	4,34	1,04	0,30	0,46
Щебень шлаковый (мартеновский)										
10	№ 1	2,54	22,56	3,97	27,56	25,22	9,95	0,44	0,13	0,08
11	№ 2	–	22,48	3,93	18,49	35,46	11,58	0,42	0,03	0,06
12	№ 3	–	20,1	6,72	12,7	32,6	18,8	0,17	0	0

Данные таблицы 1 формируют интервалы, в пределах которых будут сгенерированы псевдослучайные химические составы компонентов.

Пример фрагмента листинга скрипта генерации состава известняка представлен ниже:

```
SetLinkIn('Известняк.%CaO', (random(18)+40+(random(100)/100));
lsCaO:= GetLinkInF('Известняк.%CaO');
SetLinkIn('Известняк.%SiO2', (random(4)+(random(100)/100));
lsSiO2:= GetLinkInF('Известняк.%SiO2');
SetLinkIn('Известняк.%Fe2O3', (random(3)+(random(100)/100));
lsFe2O3:= GetLinkInF('Известняк.%Fe2O3');
SetLinkIn('Известняк.%Al2O3', (random(2)+(random(100)/100));
lsAl2O3:= GetLinkInF('Известняк.%Al2O3');
```

Так как сумма составляющих химического состава в % должна давать 100%, очевидно, что сгенерированный состав в большинстве случаев этому требованию не удовлетворяет. Поэтому после генерации, скрипт ведет пересчет сгенерированного химического состава до 100%:

```
lsSum:= lsCaO+lsSiO2+lsAl2O3+lsFe2O3+lsSO3+lsR2O+lsPPP+lsMgO;
if (lsSum<>100) then
begin
lsCaO:=100*lsCaO/lsSum;
lsSiO2:=100*lsSiO2/lsSum;
lsFe2O3:=100*lsFe2O3/lsSum;
lsAl2O3:=100*lsAl2O3/lsSum;
```

После этого шага имеются все необходимые данные для расчета двухкомпонентной (известняк и глина) и трехкомпонентной (микс, шлак доменный, шлак мартеновский) сырьевой смеси. В методике расчета необходимо использовать модульные характеристики в количестве на единицу меньше, чем компонентов в смеси [5]. Соответственно, расчет смеси глины и известняка был проведен по КН, а расчет трехкомпонентной сырьевой смеси – по КН и п.

Скрипт третьего узла ориентирован на расчет химического и минералогического составов клинкера. Фрагмент минералогического состава представлен ниже:

```
SetLinkOut('Клинкер.%C3S', (4.07*clrCaO-7.6*clrSiO2-6.72*clrAl2O3-
-1.42*clrFe2O3));
clrCaO:= GetLinkOutF('Клинкер.%C3S');
SetLinkOut('Клинкер.%C2S', (8.6*clrSiO2+5.07*clrAl2O3+1.07*clrFe2O3-
-3.07*clrCaO));
clrCaO:= GetLinkOutF('Клинкер.%C2S');
SetLinkOut('Клинкер.%C3A', (2.65*clrAl2O3-1.7*clrFe2O3));
clrCaO:= GetLinkOutF('Клинкер.%C3A');
SetLinkOut('Клинкер.%C4AF', (3.04*clrFe2O3));
clrCaO:= GetLinkOutF('Клинкер.%C4AF');
```

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно [2, 3] к количеству основных минералов в клинкере предъявляются следующие требования:

- 3CaO·SiO₂ (C3S-алит) = 40...65%.
- 2CaO·SiO₂ (C2S-белит) = 10...35%.
- 3CaO·Al₂O₃ (C3A) = 3...12%.
- 4CaO·Al₂O₃·F₂O₃ (C4AF) = 10...17%.

Сравним полученные данные в результате симуляции модели с этими требованиями. На рисунках 3-6 представлены графики изменения C3S, C2S, C3A и C4AF соответственно, в результате изменения состава сырьевой смеси один раз в секунду:

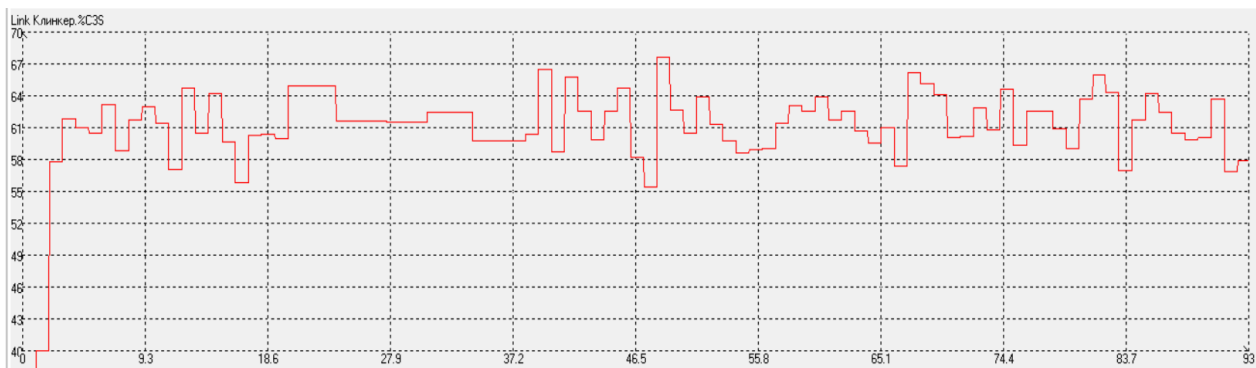


Рис.3. Изменение содержания C3S, %
Fig. 3. Change of component C3S, %

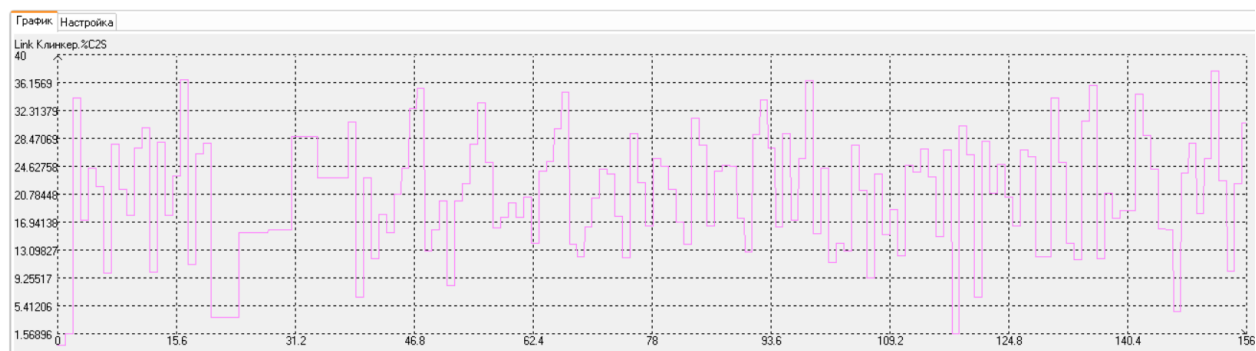


Рис.4. Изменение содержания C2S, %
Fig.4. Change of component C2S, %

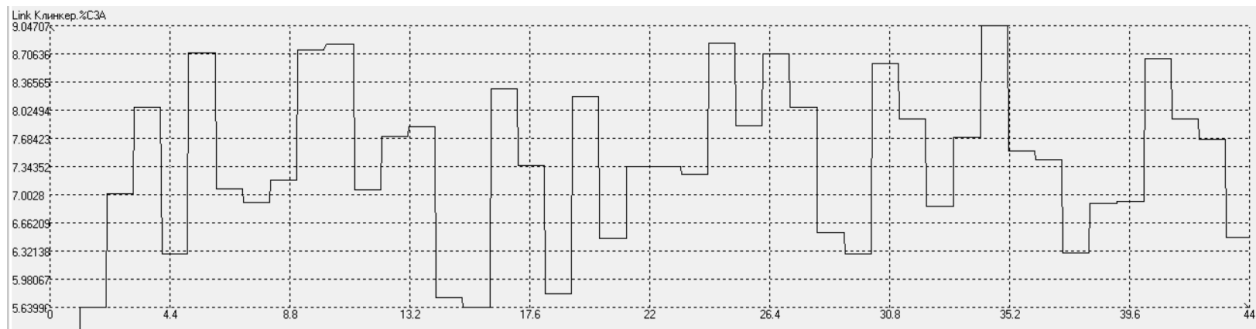


Рис. 5. Изменение содержания С3А, %

Fig. 5. Change of component C3A, %

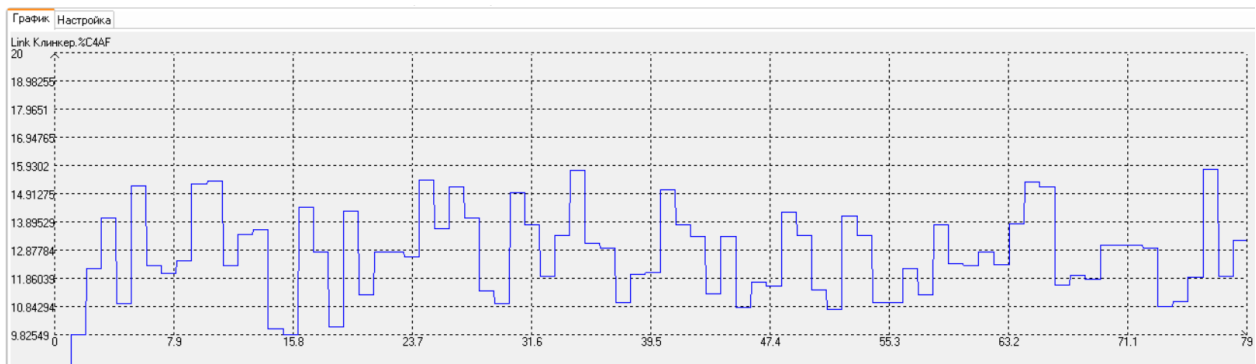


Рис.6. Изменение содержания С4АФ, %

Fig.6. Change of component C4AF, %

Графики на рисунках показывают, что содержания основных минералов в клинкере изменяются в пределах допустимых значений. Бывают единичные выпадения из нормальных интервалов, но они немногочисленны и компенсируются при рассмотрении на более длинном промежутке времени, что допустимо. Ведь контроль качества на производстве не производится в режиме реального времени

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная модель, построенная с использованием средств в рамках системно-объектного подхода, демонстрирует его эффективность и простоту в рамках описания процессов на низком абстрактном уровне. В то же время подход дает возможность уточнять и усложнять имитационные модели в пределах одних и тех же процессов. Разработанный алгоритм показал свою эффективность в рамках решения описанных во введении задач и может иметь практическое применение на реальном производстве, лишенном соответствующих средств автоматизации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при финансовой поддержке проектов Российского фонда фундаментальных исследований № 19-07-00290, 19-07-00111.

Список литературы

1. Акопов А.С. Имитационное моделирование: учебник и практикум для академического бакалавриата // Москва: Издательство Юрайт, 2014. – 89 с.
2. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование.
3. Жихарев А.Г., Маторин С.И., Егоров И.А., Раков В.И. Применение программного комплекса «UFOModeler» для решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с

использованием некоторых численных методов // Научный результат. Сер. Информационные технологии. – 2016. – Т. 1, № 2. – С. 16-20.

4. Жихарев А.Г., Корчагина К.В., Бузов П.А., Акулов Ю.В., Жихарева М.С. Об имитационном моделировании производственно-технологических систем // Научный результат. Сер. Информационные технологии. – 2016. – Т. 1, № 3. – С. 24-31.

5. ГОСТ 10178-85. Межгосударственный стандарт. портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. Дата введения 1987-01-01.

References

1. Akopov A.S. Simulation modeling: textbook and workshop for academic bachelor's degree // Moscow: Yurayt Publishing House, 2014. – 389 p.

2. Simulation modeling [Electronic resource] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Simulation_modeling.

3. Zhikharev A.G., Matorin S.I., Egorov I.A., Rakov V.I. Application of the UFOModeler software package for solving ordinary differential equations of the first order using some numerical methods // Research Result. Information Technology. – 2016. – Т. 1, No. 2. – P. 16-20.

4. Zhikharev A.G., Korchagina K.V., Buzov P.A., Akulov Yu.V., Zhikhareva M.S. On imitation modeling of production and technological systems // Reserch result. Information Technology. – 2016. – Т. 1, No. 3. – P. 24-31.

5. GOST 10178-85. Interstate standard. Portland cement and slag Portland cement. Technical conditions. Date of introduction 1987-01-01.

Резников Никита Григорьевич, ассистент кафедры информационных и робототехнических систем

Жихарев Александр Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Reznikov Nikita Grigorievich, Assistant of the Department of Information and Robotic Systems

Zhikharev Alexander Gennadievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software