

*Журнал «Научное обозрение.
Технические науки»
зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-57440
ISSN 2500-0799*

**Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,270
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,242**

*Учредитель, издательство и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,
Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции и издателя: 410056, Саратовская
область, г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56*

**Founder, publisher and edition:
LLC SPC Academy of Natural History,
Post address: 105037, Moscow, p.o. box 47
Editorial and publisher address: 410056,
Saratov region, Saratov, V.I. Chapaev Street, 56**

*Подписано в печать 30.08.2022
Дата выхода номера 31.09.2022
Формат 60×90 1/8*

*Типография
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,
410035, Саратовская область,
г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 30.08.2022
Release date 31.09.2022
Format 60×90 8.1**

**Typography
LLC SPC «Academy Of Natural History»
410035, Russia, Saratov region,
Saratov, 5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Доронкина Е.Н.
Корректор Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.*

*Тираж 1000 экз.
Распространение по свободной цене
Заказ НО 2022/4
© ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

**С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания
From 2014 edition of the journal resumed
by Academy of Natural History**

**Главный редактор: М.Ю. Ледванов
Editor in Chief: M.Yu. Ledvanov**

**Редакционная коллегия (Editorial Board)
А.Н. Курзанов (A.N. Kurzanov)
Н.Ю. Стукова (N.Yu. Stukova)
М.Н. Бизенкова (M.N. Bizenkova)
Н.Е. Старчикова (N.E. Starchikova)
Т.В. Шнуровозова (T.V. Shnurovozova)**

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • TECHNICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2022 г.



***В журнале представлены научные обзоры,
статьи проблемного
и научно-практического характера***

***The issue contains scientific reviews,
problem and practical scientific articles***

СОДЕРЖАНИЕ

Педагогические науки

СТАТЬИ

МОДЕЛЬ ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙНА И ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ <i>Гаранин Н.А., Белов Ю.С.</i>	5
КАСКАДИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСЕМИРНОЙ УНИВЕРСИАДЫ 2021 (2022) <i>Крутиков А.К., Страбыкин Д.А., Подковырин В.Д.</i>	11
ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАК ЧАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПАРКОВОЧНОЙ СИСТЕМЫ <i>Панина В.С., Амеличев Г.Э., Белов Ю.С.</i>	17
UML-МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА ТОВАРОВ <i>Игнатьева А.В., Васева Е.С.</i>	22
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ УЧЕТА РАБОТЫ СТУДИИ КРАСОТЫ «BEAUTY ROOM» <i>Кадырова Д.Д., Васева Е.С.</i>	28

CONTENTS

Technical sciences

ARTICLES

A SUPPLY CHAIN MODEL BASED ON BLOCKCHAIN AND INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES <i>Garanin N.A., Belov Yu.S.</i>	5
CASCADING OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TO PREDICT THE RESULTS OF THE WORLD UNIVERSIADE 2021 (2022) <i>Krutikov A.K., Strabykin D.A., Podkovyrin V.D.</i>	11
THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT MONITORING SYSTEM AS PART OF INTELLIGENT PARKING SYSTEM <i>Panina V.S., Amelichev G.E., Belov Yu.S.</i>	17
UML-MODELING OF INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATION OF FORMATION OF PRODUCT RANGE <i>Ignateva A.V., Vaseva E.S.</i>	22
DETERMINATION OF FUNCTIONAL REQUIREMENTS TO THE SYSTEM OF ACCOUNTING FOR THE WORK OF THE BEAUTY ROOM STUDIO <i>Kadyrova D.D., Vaseva E.S.</i>	28

СТАТЬИ

УДК 004.738

**МОДЕЛЬ ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК НА ОСНОВЕ
ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙНА И ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

Гаранин Н.А., Белов Ю.С.

*ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»,
Калужский филиал, Калуга, e-mail: fn1-kf@mail.ru*

Забота о здоровье стала самым приоритетным показателем в жизни человека в последние годы. По мере того, как потребители все больше заботятся о себе, растет спрос на определенные методы производства для удовлетворения конкретных экологических, этических и пищевых потребностей. Появление новых рынков и глобальный рост цен на продовольствие также увеличивают рост мошенничества с продуктами питания и рисков для безопасности пищевых продуктов. Для исключения возможных проблем необходимо следить за цепочками поставок. Данная работа демонстрирует цепочку поставок, основанную на технологиях блокчейна – распределенной учетной книги, распространяющейся по всей системе, и интернета вещей – сети интеллектуальных объектов с предоставлением различных промышленных услуг. Данная модель способна хранить записи о деловых операциях, которые записываются в соответствии с согласованным набором политик и правил без привлечения каких-либо централизованных органов власти. Внимание фокусируется на использовании наиболее эффективных и экономичных функций технологии для содействия решению проблем. В разработанной системе применяются различные инструменты и технологии, такие как Консорциум Raft, Hyperledger Fabric, Центры сертификации, кластеры Kafka, NodeJS, RFID-метки. Основное внимание в модели уделяется ее надежности, отказоустойчивости и универсальности.

Ключевые слова: блокчейн, интернет вещей, цепочки поставок

**A SUPPLY CHAIN MODEL BASED ON BLOCKCHAIN
AND INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES**

Garanin N.A., Belov Yu.S.

Bauman Moscow State Technical University, Kaluga branch, Kaluga, e-mail: fn1-kf@mail.ru

Health care has become the highest priority indicator in human life in recent years. As consumers take more care of themselves, there is a growing demand for certain production methods to meet specific environmental, ethical and nutritional needs. The emergence of new markets and the global rise in food prices are also increasing the growth of food fraud and food safety risks. To avoid possible problems, it is necessary to monitor supply chains. This work demonstrates a supply chain based on blockchain technologies – a distributed ledger that spreads throughout the system, and the Internet of Things – a network of intelligent objects with the provision of various industrial services. This model is capable of storing records of business transactions, which are recorded in accordance with an agreed set of policies and rules without involving any centralized authorities. The focus is on using the most efficient and cost-effective features of the technology to facilitate problem solving. The developed system uses various tools and technologies, such as: the Raft Consortium, Hyperledger Fabric, Certification Centers, Kafka clusters, NodeJS, RFID tags. The main attention in the model is paid to its reliability, fault tolerance and versatility.

Keywords: blockchain, Internet of things, supply chains

Цепочки поставок продовольствия развиваются быстро и распространяются по всему миру. Эти цепочки поставок соединяют три важных сектора экономики. Тремя важными источниками продовольствия являются сельскохозяйственные культуры, домашний скот и морепродукты. Мошенничество с продуктами питания относится к группе действий, которые совершаются намеренно или непреднамеренно с целью получения экономической выгоды. Убедиться в качестве поставок продовольствия от места происхождения до места назначения – большая проблема. Данные проблемы могут быть решены организацией безопасной цепочки поставок, прослеживаемой на всем пути производства.

Цель исследования – рассмотреть архитектуру цепочки поставок на основе техно-

логии блокчейн с применением Интернета вещей.

Платформа Hyperledger Fabric. Это готовое для предприятия блокчейн-решение. Пищевая промышленность внедряет информационные технологии для завоевания доли рынка и повышения доверия потребителей. Предоставляет функциональность канала для обеспечения конфиденциальности транзакций только между wybranymi сторонами. Каждый канал имеет одну бухгалтерскую книгу, и между членами консорциума в одной сети может быть несколько каналов.

Являясь блокчейн-платформой с открытым исходным кодом, отлично подходит для решения поставленной задачи в организации цепочки. Для обеспечения безопасности и прослеживанием за правильностью эксплуатации применяется консорциум [1].

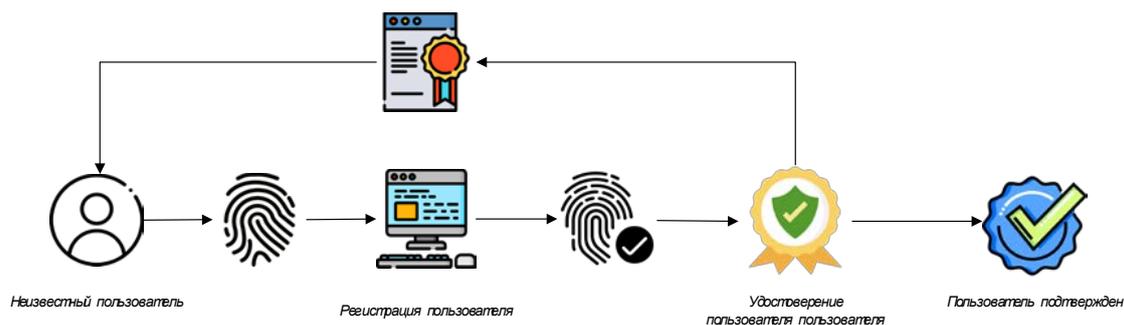


Рис. 1. Управление идентификацией

Члены консорциума принимают множество политик, решений, правил и положений для управления консорциумом. Как правило, консорциум использует децентрализованный подход к принятию решений. Многие администраторы из организаций-членов большинством голосов принимают решение о внесении каких-либо изменений в сеть, что затрагивает членов консорциума или бизнес-сети. Такая децентрализованная система принятия решений нуждается в моделях управления и принятия решений.

В публичной блокчейн-сети пользователи, загружая программное обеспечение и совершая транзакции, не раскрывают свои личности. В деловых сетях это неподходящий способ работы. Анонимность неприемлема в деловых сетях. Участники бизнес-сетей всегда имеют известную личность и назначенные роли. Hyperledger Fabric – это сеть, основанная на разрешениях, и назначает известные идентификаторы и роли для выполнения транзакций [2]. Все пользователи и компоненты в сети Hyperledger Fabric должны быть идентифицированы в сети. Для этого Hyperledger Fabric использует PKI (Инфраструктуру открытых ключей) для управления идентификационными данными. Типичный процесс генерации идентификационных данных показан на рис. 1.

Документ, удостоверяющий личность, предоставляется владельцем удостоверения личности в регистрирующий орган. Регистрирующий орган проверил информацию о пользователе и передал ее органу по сертификации. Центр сертификации создает сертификат x509 и возвращает его владельцу и центру проверки, чтобы подтвердить его действительность [3]. Другие компоненты, такие как одноранговые узлы и узлы-заказчики, также требуют удостоверения для участия в сети.

Архитектура системы. Относительно легко интегрировать блокчейн Hyperledger Fabric с существующей корпоративной системой. Каждая организация в сети может разработать систему взаимодействия в соответствии со своими потребностями [4]. Интерфейсные приложения Fabric могут разрабатываться независимо с использованием RESTful API в качестве промежуточного программного обеспечения, или пользовательское промежуточное программное обеспечение также может быть разработано с использованием одного из SDK, предоставляемых Hyperledger Fabric, как показано на рис. 2.

На рис. 3 показана системная архитектура решения цепочки поставок. Первоначально эта система устанавливается в трех местах. Два одноранговых узла установлены в помещениях организации ферм. Организация по производству продуктов питания и организация по распределению продуктов питания имеют по два одноранговых узла. Организация, занимающаяся производством продуктов питания, дополнительно владеет двумя узлами orderer и кластерами Kafka [5]. В настоящее время эта система демонстрирует Kafka в качестве службы заказа. Hyperledger Fabric также поддерживает консенсус на основе Raft. Служба заказа на основе Raft обеспечивает отказоустойчивость при сбое, такую как реализация службы заказа Kafka, без необходимости управления внешними зависимостями. Кроме того, при использовании Raft узлы обслуживания заказа могут предоставляться различными организациями по всему миру в различных центрах обработки данных. Привязанные одноранговые узлы каждой организации взаимодействуют с заказчиком и другими одноранговыми узлами через Интернет вещей, в то время как брокеры Kafka соединены с узлами-заказчиками через простой коммутатор уровня 2.

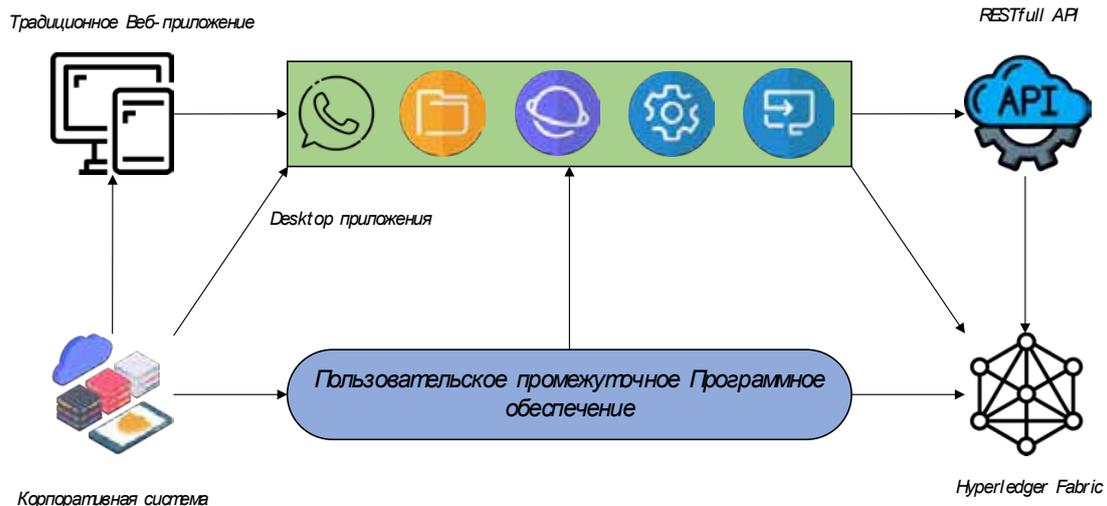


Рис. 2. Интеграция блокчейна Hyperledger Fabric

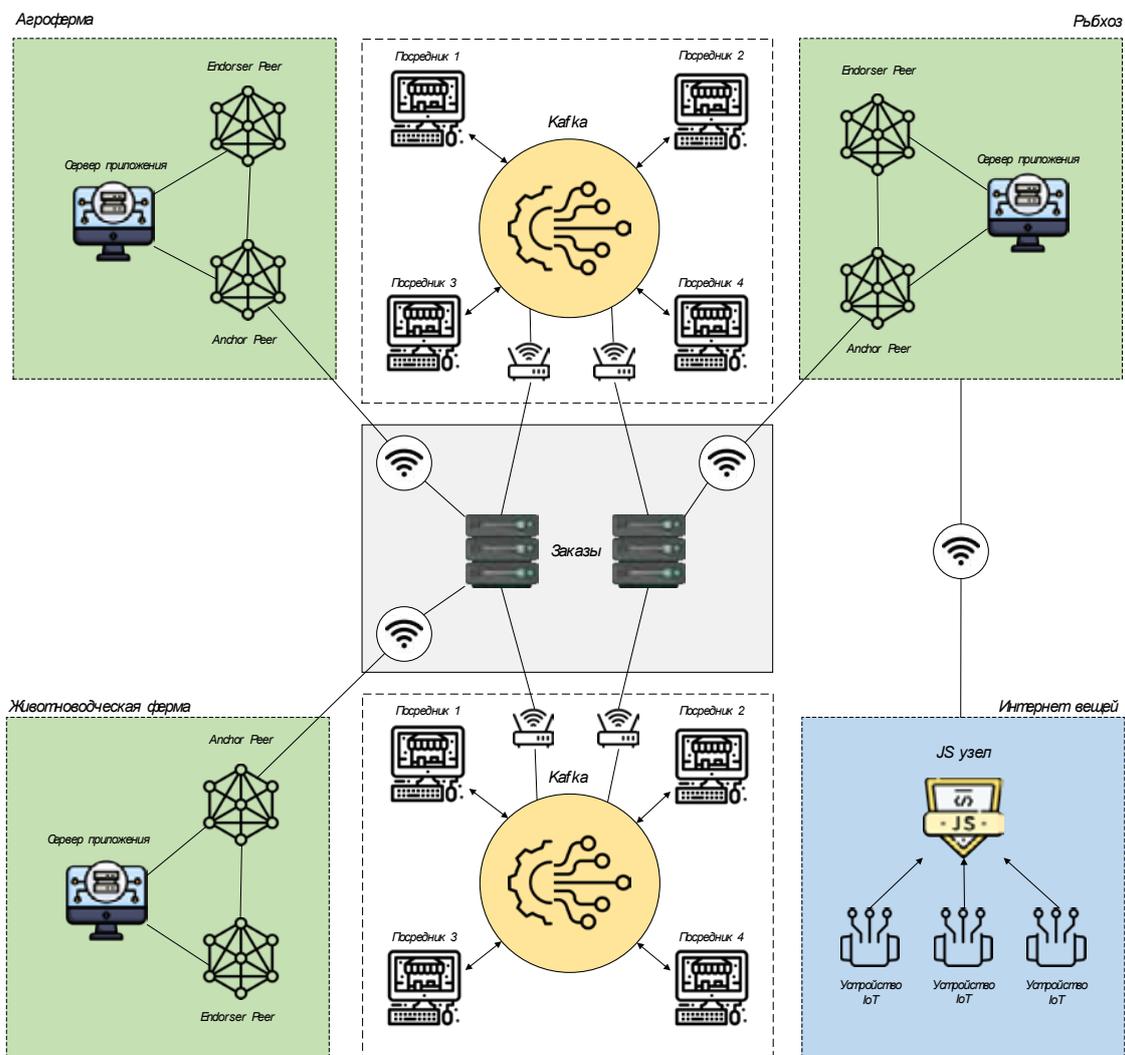


Рис. 3. Архитектура

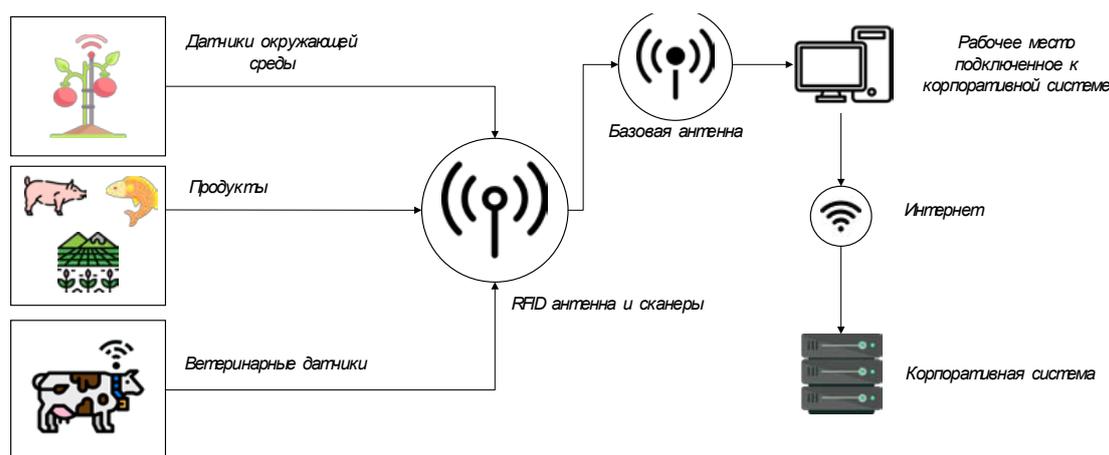


Рис. 4. Идентификация с помощью интернета вещей

Система использует цепной код для хранения данных в блокчейне. Передаются необходимые данные с фиксированной частотой из текущей традиционной базы данных в блокчейн, используя цепной код. Новая версия цепного кода развертывается для каждой новой партии. Код цепочки необходим для ввода или считывания данных из блокчейна. Эти коды цепочки передаются заказчику вместе с продуктом в качестве спецификаций продукта [6].

Фермы также поставляют производимый продукт вместо сырья. В этом случае для управления уникальным идентификатором каждой упаковки используется отдельный код цепочки. Ферма генерирует набор новых идентификаторов для каждой упаковки в соответствии с идентификатором. Эти идентификаторы хранятся в блокчейн-системе с использованием отдельного кода цепочки, разработанного специально для этой цели. Этот новый код цепочки считывает идентификаторы для каждой транзакции, используя код цепочки предыдущего этапа, и сохраняет этот набор идентификаторов для этого продукта. Оба кода цепочки передаются вместе с продуктом заказчику в качестве спецификаций продукта. Это позволяет отслеживать каждую упаковку с полной историей продукта.

Сервер приложений на базе NodeJS, на котором размещены Fabric SDK и NodeJS Express. NodeJS Express предоставляет RESTful API и различные функции для отправки, получения и доступа к данным из существующей инфраструктуры Интернета вещей и программного обеспечения в организациях [7]. Группы ИТ-поддержки из всех организаций, задействованных в ходе этой разработки и развертывания. Этот сервер приложений предоставляет универсальный

интерфейс, который можно использовать для создания нового пользовательского интерфейса или интеграции его в уже существующий интерфейс приложений. Каждая нынешняя или будущая организация, присоединяющаяся к этому предприятию, может интегрировать это решение в свою существующую систему в соответствии со своими потребностями с минимальными усилиями благодаря его простоте.

Управление идентификацией с помощью IoT. Продукты на ферме помечены и снабжены RFID-метками. Все соответствующие параметры структурированы. Этот тег содержит необходимую информацию, хранящуюся в нем, такую как дата, порода, вид и информация о владельце. Уникальный идентификатор (ID) метки – это идентификатор животного или продукта. Работник сканирует и помещает в систему всю информацию, касающуюся контроля заболеваний, вакцинации и веса. Он также отслеживает и регистрирует условия на производственной площадке, которые включают условия окружающей среды, включая качество воды, температуру, качество воздуха, влажность окружающей среды, условия труда и качество процессов. Данные с меток и датчиков окружающей среды собираются установленными на фермах антеннами и отправляются на рабочую станцию на объекте, а также в штаб-квартиру предприятия, владеющего фермами, как показано на рис. 4.

Система хранит эти данные в традиционных базах данных для внутреннего использования наряду с размещением этих транзакций в блокчейне. Эти сертифицированные органические фермы работают по двум моделям [8]. Они выращивали продукцию или оказывали услуги только организациям, производящим продукты питания.

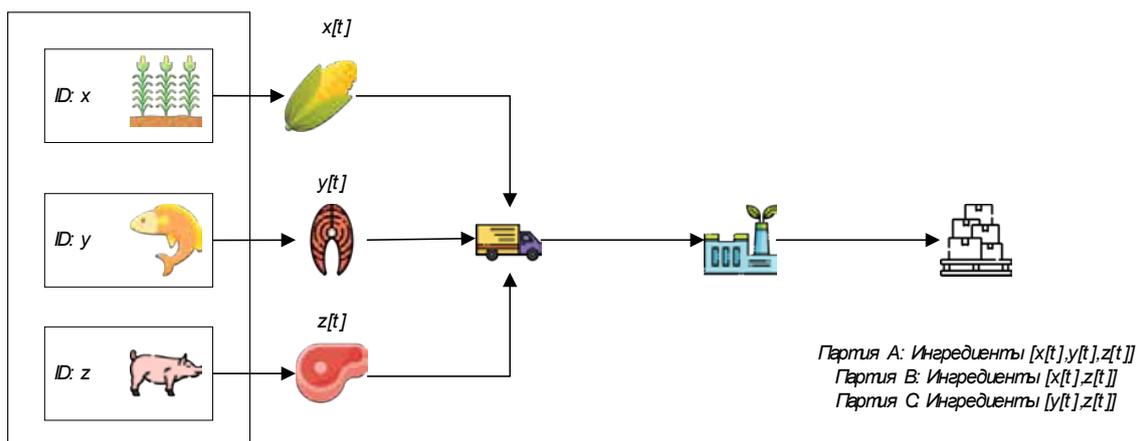


Рис. 5. Управление идентификацией продукта по всей цепочке

В обоих сценариях соответствующие данные собираются и хранятся в соответствии с органическим центром сертификации. Эти данные передаются клиентам вместе с продуктом в качестве спецификаций продукта. Блокчейн-приложение интегрировано таким образом, что оно не влияет ни на одну существующую систему.

Система использует цепной код для хранения данных в блокчейне. Он только передает необходимые данные с фиксированной частотой из текущей традиционной базы данных в блокчейн, используя этот цепной код. Новая версия цепного кода разворачивается для каждой новой партии. Код цепочки необходим для ввода или считывания данных из блокчейна. Эти коды цепочки передаются заказчику вместе с продуктом в качестве спецификаций продукта.

Ферма генерирует набор новых идентификаторов для каждой упаковки в соответствии с идентификатором, как показано на рис. 5.

Эти идентификаторы хранятся в блокчейне системы с использованием отдельного кода цепочки, разработанного специально для этой цели. Этот новый цепной код считывает идентификационные данные для каждой транзакции, используя цепной код предыдущего этапа и сохраняет этот набор идентификаторов для данного продукта. Оба кода цепочки передаются вместе с продуктом заказчику в качестве спецификаций продукта. Это позволяет отслеживать каждую упаковку с полной историей продукта.

Упаковка продуктов питания может быть отслежена в цепочке поставок от ферм до компании по переработке пищевых продуктов к дистрибьютору, от дистрибьютора к целому продавцу и от всего продавца к розничному продавцу. Это возможно с помо-

щью штрих-кода, QR-кода или RFID-метки на каждой коробке с едой [9]. Блокчейн может легко обрабатывать идентификационные данные и регулировать, кто получает доступ к информации, стоящей за каждым продуктом. Каждая коробка с мясом содержит RFID или QR-код, который предотвращает информацию о нем, и можно отслеживать этот продукт и весь процесс его производства от рождения до переработки.

Компания предоставляет данные в режиме реального времени со своих грузовых автомобилей, используя свою платформу Интернета вещей, доступ к которой имеют как отправитель, так и получатель. Эти данные также обновляются с помощью смарт-контракта через определенные промежутки времени в блокчейне.

Производитель продуктов питания получает свою партию сырья со своим кодом цепочки спецификаций продукта. Этот код цепочки позволяет производителю считывать спецификации сырья из блокчейна. Производитель передает эти данные из блокчейна в свою традиционную систему управления базами данных для своих внутренних операций и записей. Если компания получает продукт, она разворачивает смарт-контракт для обновления набора идентификационных данных для каждой упаковки продуктов.

Организация использует цепной код для записи своей продукции в блокчейне. Этот цепной код запрашивает сырье, используя цепной код спецификации сырья, который он получает вместе со своим сырьем. Система организации присваивает уникальный идентификационный номер готовому продукту в соответствии с идентификационной группой ингредиентов. К каждой упаковке прикреплен идентификационный

номер [10]. Каждая коробка сканируется, и информация заносится в базу данных. Набор новых вспомогательных идентификаторов, созданных системой для каждого идентификатора, присваиваемых каждой партии продуктов, в которых используется.

Таким образом, данная модель может применяться в пищевой промышленности в рамках целостного и продуманного подхода к экономически эффективному измерению и сертификации качества конечного продукта. Предоставляет децентрализованную, достоверную и прозрачную информацию, хранящуюся в блокчейне параллельно с использованием Интернета вещей. Система не вмешивается в существующую инфраструктуру, но обеспечивает отдельный уровень обмена данными, который может быть интегрирован в систему с использованием общей структуры приложения в качестве эталона.

Список литературы

1. Гаранин Н.А., Белов Ю.С. Облачные сервисы в решении базовых проблем интернета вещей // Наука. Исследования. Практика: материалы международной научной конференции ГНИИ «Нацразвитие» / Гуманитарный национальный исследовательский институт «Нацразвитие». 2021. С. 87–90.
2. Гаранин Н.А., Белов Ю.С. Защита устройств интернета вещей (IoT) с помощью блокчейн-фреймворка Hyperledger fabric // Научное обозрение. Технические науки. 2021. № 6. С. 17–21.
3. Bouzembrak Y., Kléuche M., Gavai A., Marvin H.J.P. Internet of things in food safety: literature review and a bibliometric analysis. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol. 94. P. 54–64.
4. Muessigmann B., von der Gracht H., Hartmann E. Blockchain technology in logistics and supply chain management. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2020. Vol. 67. No. 4. P. 988–1007.
5. Raban D.R., Gordon A. Evolution of data science and big data research: a bibliometric analysis. *Scientometrics*. 2020. Vol. 122. No. 3. P. 1563–1581.
6. Patil P., Sangeetha M., Bhaskar V. Blockchain for IoT access control, security and privacy: a review. *Wireless Personal Communications*. 2020. Vol. 117. No. 1. P. 1–20.
7. Boutaib S., Bechikh S., Palomba F. Code smell detection and identification in imbalanced environments. *Expert Systems with Applications*. 2021. Vol. 166. Article 114076.
8. Choo R., Yan Z., Meng W. Editorial: blockchain in industrial IoT applications: security and privacy advances, challenges, and opportunities. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2020. Vol. 16. No. 6. P. 4119–4121.
9. Tandon A. An empirical analysis of using blockchain technology with internet of things and its application. *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.* 2019. Vol. 8. P. 1470–1475.
10. Sengupta J., Ruj S., Das Bit S. A Comprehensive Survey on Attacks, Security Issues and Blockchain Solutions for IoT and IIoT. *J. Netw. Comput.* 2020. Vol. 149. Article 102481.

УДК 004.89

КАСКАДИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСЕМИРНОЙ УНИВЕРСИАДЫ 2021 (2022)

Крутиков А.К., Страбыкин Д.А., Подковырин В.Д.
*ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», Киров,
e-mail: yadrodisk@yandex.ru, strabykin@vyatsu.ru, usr00321@vyatsu.ru*

В статье описывается эксперимент по прогнозированию общего количества медалей, количества золотых и серебряных медалей, а также места в неофициальном командном зачете XXXI Всемирной летней Универсиады 2021 (2022) для команды Российской Федерации. Описывается построение фрагментированной обучающей выборки. Описывается построение каскада нейросетевых модулей для осуществления прогнозирования, приводится пример построения каскада на основе разработанной фрагментированной структуры обучающей выборки. Эксперименты производятся с использованием как отдельных моделей нейронных сетей, так и с построением каскада нейросетевых модулей в различных конфигурациях. Рассматриваются проблемы, выявленные в ходе проведения экспериментов и пути их решения, к которым относится поиск основных и наиболее важных параметров, влияющих на результат прогноза, автоматизация выделения фрагментов выборки, детализация и предобработка выборки. Производится анализ результатов прогнозирования, результаты приводятся в таблицах, фрагмент обучающей выборки приведен на графике. Целью проводимых исследований являются прогнозирование результатов НКЗ с использованием многоуровневого каскада нейросетевых модулей, а также оптимизация и повышение точности процесса планирования спортивной подготовки студенческих сборных команд, на основе результатов прогноза. Рассматриваются перспективы дальнейшего использования подхода, основанного на каскадировании нейросетевых модулей, возникающие при этом проблемы и возможности.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, прогноз, спортивный результат, нейрон, прогнозирование, алгоритм обучения, обучающая выборка, обобщенно-регрессионная нейронная сеть, нейронная сеть с радиально-базисными функциями, каскадная нейронная сеть, каскадная структура, Всемирная Универсиада, неофициальный командный зачет, каскад

CASCADING OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TO PREDICT THE RESULTS OF THE WORLD UNIVERSIADE 2021 (2022)

Krutikov A.K., Strabykin D.A., Podkovyirin V.D.
Vyatka State University, Kirov, e-mail: yadrodisk@yandex.ru, strabykin@vyatsu.ru, usr00321@vyatsu.ru

The article describes an experiment to predict the total number of medals, the number of gold and silver medals, as well as a place in the unofficial team standings of the XXXI World Summer Universiade 2021 (2022) for the team of the Russian Federation. The construction of a fragmented training sample is described. The construction of a cascade of neural network modules for forecasting is described, an example of constructing a cascade based on the developed fragmented structure of the training sample is given. Experiments are carried out using both separate models of neural networks and with the construction of a cascade of neural network modules in various configurations. The problems identified during the experiments and ways to solve them are considered, which include the search for the main and most important parameters that affect the result of the forecast, automation of selection of sample fragments, detailing and preprocessing of the sample. The results of forecasting are analyzed, the results are shown in tables, a fragment of the training sample is shown on the graph. The purpose of the research is to predict the results of the NCZ using a multi-tiered cascade of neural network modules, as well as to optimize and improve the accuracy of the planning process of sports training of student national teams, based on the results of the forecast. The prospects of further use of the approach based on cascading of neural network modules, the problems and opportunities arising in this case are considered.

Keywords: artificial neural network, prediction, sports result, neuron, prediction, learning algorithm, training sample, generalized regression neural network, neural network with radial-basis functions, cascade neural network, cascade structure, World University Games, unofficial team competition, cascade

Всемирная летняя Универсиада – международные и национальные спортивные соревнования среди студентов, проводимые Международной федерацией университетского спорта (FISU). Всемирная Универсиада проводится раз в два года. На предстоящих состязаниях XXXI Летней Универсиады 2022 (2021) будет представлено 18 видов спорта [1], разыграно 268 комплектов наград. Сборная РФ (ранее СССР) принимает участие в Универсиадах с начала их проведения в 1959 г.

Выступление национальных студенческих команд оценивается аналогично выступлениям национальных команд на международных мультиспортивных мероприятиях, основной мерой такой оценки является место в неофициальном командном зачете (НКЗ). Место оценивается по основной версии – согласно количеству золотых медалей. Согласно второй распространённой версии НКЗ оценивается по общему количеству медалей вне зависимости от их достоинства. Подготовкой националь-

ной сборной в течение двух лет занимается Российский спортивный студенческий союз (РССС «Буревестник») [2]. Результаты выступления оцениваются представителями РССС, студенческих спортивных лиг и объединений. Информация широко тиражируется в СМИ. Стоит отметить что предстоящие игры Всемирной Универсиады (ВУ) были перенесены на один год, с 2021 г. на 2022 г., по причине пандемии COVID-19. Цикл подготовки команд был продлен, привычные подготовительные мероприятия перенесены или отменены. Результат НКЗ ВУ будет оцениваться специалистами национальных федераций по видам спорта и представителями РССС.

Медальный план оценивается и ставится перед студенческой сборной представителями РССС. Осуществление планирования медального плана требует работы экспертов, анализа динамики выступлений на предварительных турнирах, анализа ряда факторов, влияющих на состояние команды и отдельных спортсменов. Анализ факторов предполагает постоянную обработку данных с использованием как мнений экспертных групп [3], так и инструментов ИТ-технологий, включая направления искусственного интеллекта (ИИ) [4].

Среди таких средств можно выделить экспертные системы на основе логического вывода [5], технологии обработки больших данных, аппарат математической статистики, а также искусственные нейронные сети (ИНС), являющиеся распространенным средством прогнозирования [6].

Авторы данной работы неоднократно производили прогноз аналогичных спортивных событий, в том числе Всемирной зимней Универсиады 2019 [7] с использованием отдельных моделей ИНС. Среди используемых моделей рассматривались сети с радиальными функциями, каскадные сети прямого распространения, линейные нейронные сети и нейронные сети векторного квантования сигналов. Эксперименты проводились в том числе с использованием различных вариаций двухъярусного каскада нейросетевых модулей [8]. Одной из проблем является невозможность учета в выборке набора параметров, результаты которых прогнозируются в тот же период времени и влияют на основной результат прогноза. При добавлении таких параметров в выборку структура выборки изменяется, а следовательно, изменяется структура некоторых моделей ИНС, появляется необходимость переобучения сетей.

Авторами данной работы для решения этой проблемы применяется многоярусный каскад нейросетевых модулей, где промежу-

точные результаты, оказывающие влияние на результат прогнозирования, генерируются динамически, между ярусами каскада.

Объектом прогнозирования в данной статье является выступление сборной команды РФ на XXXI Летней Универсиаде 2022.

Целью проводимых исследований являются прогнозирование результатов НКЗ с использованием многоярусного каскада нейросетевых модулей, а также оптимизация и повышение точности процесса планирования спортивной подготовки студенческих сборных команд, на основе результатов прогноза.

Материалы и методы исследования

В работе [8] описывается построение двухъярусного каскада для прогнозирования результатов крупного мультиспортивного события. На первом ярусе каждый нейросетевой модуль производит промежуточный результат прогноза, с использованием отдельной модели нейронной сети, при этом каждый из модулей принимает одну логически разделенную группу параметров (условно социальную или условно спортивную), выраженную десятичными числами. Проведенные с двухъярусным каскадом эксперименты показали приближенные значения к верным результатам, с использованием каскада однотипных сетей, по сравнению с одной ИНС той же модели.

Обучающая выборка фрагментируется в соответствии с логическими взаимосвязями данных, данные могут дублироваться или отличаться полностью, в зависимости от логического назначения фрагмента выборки.

На первом этапе произведены эксперименты с отдельными моделями нейронных сетей. В данном случае использованы нейронные сети с радиальными функциями – обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN) и радиально-базисная нейронная сеть (RBF).

Для обучения данных сетей формируется обучающая выборка, включающая в себя результаты выступления сборных команд РФ начиная с 1992 г. (подготовка к Универсиаде 1993). Выборка содержит социальные и спортивные параметры, которые влияют на итоговый результат прогноза. Для формирования выборки использован тот же принцип, что и в работе [8], а также [9]. Выборка содержит данные о количестве делегации сборной команды на играх, результатах выступления команд на предстоящих играх турнирах, фактор «родных стен», количестве жителей, ВВП на душу населения и т.д.

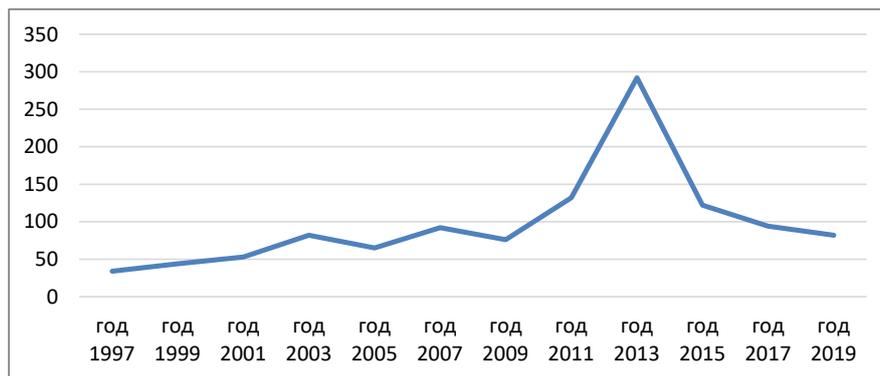


Рис. 1. Фрагмент результирующего вектора

Результирующий вектор содержит либо место в НКЗ по золотым медалям, либо общее место в НКЗ, либо отдельные результаты по общему количеству медалей, золоту или серебру. Бронзовые медали не учитываются, т.к. в НКЗ (по золоту) количество бронзовых медалей учитывается в последнюю очередь, при редком случае полного совпадения комбинации золото-серебро. Фрагмент результирующего вектора приведен на рис. 1.

В рабочем пространстве MATLAB с данными моделями нейронных сетей произведены эксперименты, результаты описываются в следующем разделе.

Часть результатов, полученных в ходе прогнозирования, могут оказывать влияние на основной прогнозируемый параметр (место сборной команды в общем зачете по общему количеству медалей или по количеству золотых медалей). В частности, речь идет о прогнозных значениях количества золотых, серебряных медалей и общего количества наград всех достоинств. При добавлении вновь полученных прогнозных значений в выборку необходимо перестроить структуру выборки, а с учетом выбранных моделей сетей при переобучении будет перестроена вся структура сети. В ряде программных и аппаратных реализаций, изменение структуры в ходе прогнозирования может быть недоступным и невозможным. В текущем эксперименте для отдельных моделей в обучающую выборку не включаются значения количества наград.

При применении каскада параметры, которые ранее не включались в выборку, формируются динамически в процессе прогнозирования, передаются между модулями каскада с одного яруса на другой. Данные значения являются промежуточными прогнозными результатами и одновременно прогнозоформирующими предикторами для модулей последующих ярусов. При об-

учении каскада каждый модуль обучается отдельно и включается в каскад после завершения процесса обучения.

Обучающая выборка фрагментируется следующим образом, на первом ярусе два блока параметров – социальные и спортивные, описанные ранее, в выборке, используемой для обучения отдельных моделей сетей. Во втором блоке параметров, для второго яруса, прогнозоформирующие значения количества золотых и серебряных медалей, одновременно являющиеся промежуточными прогнозными значениями для конкретного эксперимента. Третий ярус содержит третий блок прогнозоформирующих параметров, от которого зависит итоговый результат.

Структура обучающей выборки приведена на рис. 2.

Структура каскада нейросетевых модулей строится исходя из структуры фрагментированной обучающей выборки. Структура выборки приведена на рис. 3.

Авторами были спроектированы и реализованы в рабочем пространстве среды MATLAB несколько конфигураций каскада. Полученные программные модели занимают не более 8 Мбайт на жестком диске.

Результаты исследования и их обсуждение

Эксперименты проводились на модели системы спортивного прогнозирования, имеющей трехъярусную структуру, реализованную в среде MATLAB с использованием пакета Neural Network Toolbox. Нейронные сети RBF и GRNN были обучены с использованием рассмотренных в предыдущем разделе выборок. Результаты RBF-сети представлены относительно параметра сглаживания (SPREAD), результаты GRNN-сети представлены относительно значений целевой ошибки обучения (табл. 1).

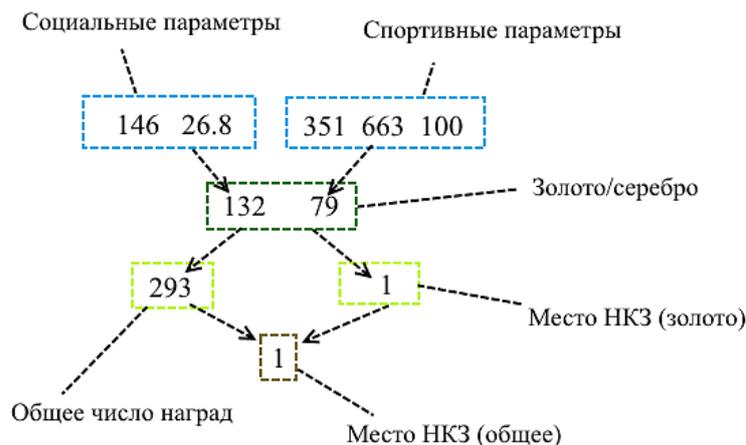


Рис. 2. Структура обучающей выборки

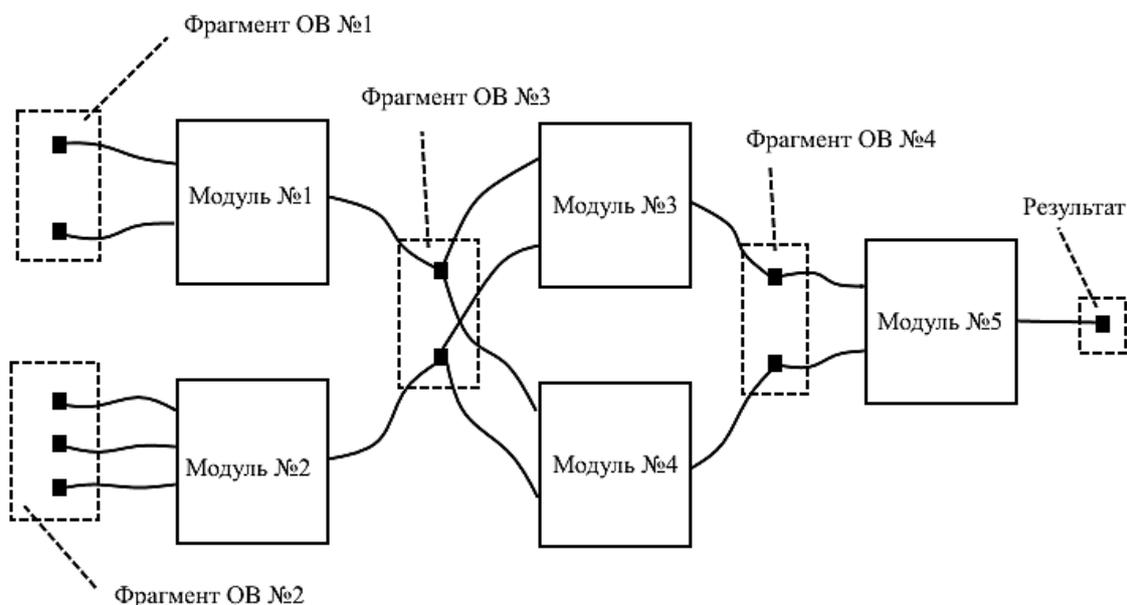


Рис. 3. Структура каскада нейросетевых блоков

Для нейронной сети с радиально-базисными функциями минимальная MSE для обучения получена при значении параметра SPREAD = 0.003.

При увеличении параметра более 3, MSE возрастает. Для обобщенно-регрессионной нейронной сети при увеличении параметра целевой ошибки более 10, MSE обучения начинает возрастать, результат прогноза при этом искажаются. Модуль на базе RBF показывает сомнительный результат – 1 место с 34 медалями, 10 из которых золотые, что маловероятно в условиях летней Универсиады.

Предлагается использование шести вариантов конфигурации каскада нейросетевых модулей. Отличие в предложенных конфигурациях заключается в расположении конкретных моделей ИНС в модулях определенных ярусов (рис. 4).

Параметры сглаживания SPREAD и целевой ошибки GOAL, соответственно в радиально-базисной сети [10] и обобщенно-регрессионной сети [11], используются равные 0.003 и 0.001 соответственно. Результаты эксперимента приведены в табл. 2.

В ходе эксперимента значение параметров не изменяется.

Таблица 1

Результат работы отдельных сетей

RBF-сеть			
SPREAD	Результат прогноза (место по золоту / общее место)	Результат прогноза (общее число медалей)	Результат прогноза (золото/серебро)
0.000003	1	34	10/14
0.00003	1	34	10/14
0.0003	1	34	10/14
0.003	1	34	10/14
0.03	1	34	10/14
0.3	1/1	34	10/14
GRNN-сеть			
Целевая ошибка	Результат прогноза (место по золоту / общее место)	Результат прогноза (общее число медалей)	Результат прогноза (золото/серебро)
0.001	1/2	122	35/39
0.01	1/2	122	35/39
0.1	1/2	122	35/39
1	1/2	122	35/39
2	1/2	122	35/39
50	1/1.23	117.26	30.26/31.11
100	0.92/1.42	114.92	29.37/29.73

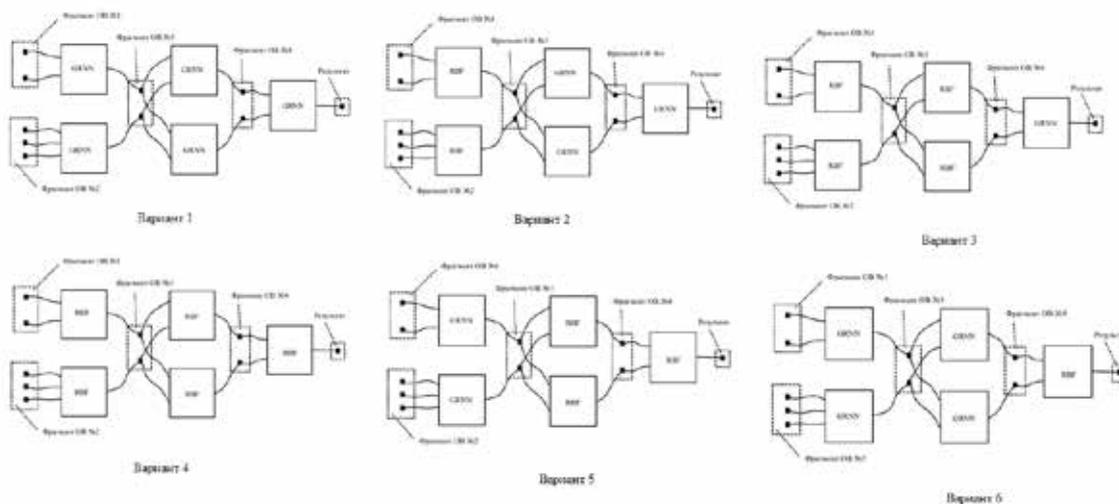


Рис. 4. Варианты конфигураций каскада

Вариант 5, очевидно, некорректно работает, следовательно, логический выбор распределения предикторов следует изменить. Варианты 2–4 демонстрируют маловероятные промежуточные данные. С точки зрения получения корректного прогноза стоит оценивать варианты 1 и 6. Точность прогноза возможно оценить после фактического завершения события.

Время обучения увеличивается в среднем на 1,55 с, поскольку модули в данном эксперименте обучаются одновременно. Фактическая работа каскада не превышает 6 с, что почти в 3,6 раза больше, чем работа отдельной обобщенно-регрессионной сети. В условиях данной задачи прогнозирования данное время не является существенным.

Таблица 2

Прогноз выступления сборной РФ

Каскад	Результат прогноза (место НКЗ общее)	Промежуточный результат прогноза (место НКЗ золото)	Промежуточный результат прогноза (золото/серебро)	Промежуточный результат прогноза (общее количество медалей)
Вариант 1	2	1	35/24	76
Вариант 2	2	4	10/1.34	34
Вариант 3	2	0.99	10/1.34	35
Вариант 4	0.99	0.99	10/1.34	35
Вариант 5	0.99	0.99	35/24	35
Вариант 6	0.99	1	35/24	76

Заключение

Использование информационных технологий, в частности технологий на основе нейронных сетей, при решении задач прогнозирования перспективно и широко применимо.

По сравнению с ошибками обобщения «простых» моделей нейронных сетей (например, GRNN-сетей) ошибка обобщения при использовании каскада уменьшается, следовательно, повышается точность прогнозирования. Полученная разница во времени в задачах с долгосрочным и сверхдолгосрочным периодом прогнозирования не имеет большого практического значения.

Конечно, и время обучения каскада из нескольких нейросетевых модулей будет больше времени обучения отдельной сети. Но обычно данный этап не включается в общее время функционирования системы. Кроме того, обучение модулей каскада можно осуществлять не только последовательно, но и параллельно. Переобучение всего каскада осуществляется только при изменении структуры обучающей выборки. Переобучение отдельных модулей потребует при добавлении в обучающую выборку новых наборов данных. При параллельном обучении время будет определяться подготовкой к работе самого «долгообучаемого» модуля.

Определение ключевых предикторов в представленном варианте специализированного модуля прогнозирования используется при оценке предельной ошибки обобщения (точности прогнозирования) самим пользователем. Он в ручном режиме может исключить некоторые параметры выборки, несущественно влияющие на изменение ошибки. В дальнейшем реализация алго-

ритма определения ключевых предикторов будет автоматизирована с учётом определения предельной ошибки самой системой.

Список литературы

1. Всемирная Универсиада 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fisu.net/sport-events/summer-world-university-games-events/chengdu-2021-fisu-world-university-games> (дата обращения: 11.04.2022).
2. РССС Буревестник [Электронный ресурс]. URL: <https://studsport.ru/> (дата обращения: 11.04.2022).
3. Курамшин Ю.Ф. Проблемы прогнозирования высших спортивных достижений // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2005. № 18. С. 40–58.
4. Negnevitsky M. Artificial intelligence, a guide to intelligent systems. Reading, MA, USA: Addison Wesley, 2005.
5. Долженкова М.Л., Страбыкин Д.А., Чистяков Г.А., Мельцов В.Ю. Вывод следствий в исчислении предикатов с построением схемы вывода // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 3. С. 47–54.
6. Альжанов А.К., Кутпанова З.А., Гайнуллина И.И., Алимбекова Н.А. Решение задач и общий подход к прогнозированию с помощью нейронных сетей // International Scientific and Practical Conference World science. ROST. 2017. Т. 2. № 3. С. 26–31.
7. Крутиков А.К. Прогнозирование результатов Всемирной Зимней Универсиады 2019 с использованием искусственных нейронных сетей // Научное обозрение. Технические науки. 2019. № 2. С. 29–33.
8. Крутиков А.К., Мельцов В.Ю., Страбыкин Д.А., Подковырин В.Д. Ассемблирование искусственных нейронных сетей для прогнозирования результатов XXIV Зимних Олимпийских Игр 2022 // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 12–1. С. 45–51.
9. Не счесть золота? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/forbes/issue/2004-08/20514-ne-schest-zolota> (дата обращения: 30.10.2021).
10. Введение в нейронные сети GRNN и PNN и в практику MATLAB [Электронный ресурс]. URL: <https://russianblogs.com/article/13761933/> (дата обращения: 23.09.2021).
11. Прошкина Е.Н., Балашова И.Ю. Анализ и прогнозирование успеваемости студентов на основе радиальной базисной нейронной сети // Технические науки: традиции и инновации: материалы III Международной научной конференции (Казань, март 2018 г.). Казань: Молодой ученый, 2018. С. 24–28.

УДК 004.89

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАК ЧАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПАРКОВОЧНОЙ СИСТЕМЫ

Панина В.С., Амеличев Г.Э., Белов Ю.С.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Калужский филиал,
Калуга, e-mail: fn1-kf@mail.ru*

Система мониторинга является неотъемлемой частью Интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это передовое приложение, ориентированное на управление транспортом и дорожным движением, которое использует аналитические данные для улучшения общих условий дорожного движения. Это одна из важнейших транспортных инфраструктур, в которую транспортные агентства вкладывают огромные средства для сбора и анализа данных о дорожном движении для того, чтобы лучше использовать дорожные системы, повысить безопасность перевозок и разработать планы будущих перевозок. Интеллектуальное обнаружение и подсчет транспортных средств приобретают все большее значение в области управления ИТС. В данной статье представляется методика контроля наличия парковочных мест на неорганизованных парковочных местах и организованных парковочных местах. Это позволяет пользователю обнаруживать транспортные средства на выделенной стоянке или на любом неорганизованном парковочном месте. Система мониторинга парковки определяет наличие парковочного места на основе анализа изображений, полученных с камер видеонаблюдения. Система разработана для определения наиболее подходящего и доступного места для парковки и уведомления пользователей. Система представлена на базе Mask-RCNN для анализа изображений и определения наличия парковочных мест на парковках.

Ключевые слова: интеллектуальная парковочная система, компьютерное зрение, анализ изображений, сверточные нейронные сети, Mask R-CNN, маркировка изображений, классификация изображений, mAlexNet

THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT MONITORING SYSTEM AS PART OF INTELLIGENT PARKING SYSTEM

Panina V.S., Amelichev G.E., Belov Yu.S.

Bauman Moscow State Technical University, Kaluga branch, Kaluga, e-mail: vpanina11.04@gmail.com

The monitoring system is an integral part of Intelligent Transport Systems (ITS). Intelligent Transport System (ITS) is an advanced application focused on transport and traffic management that uses analytical data to improve overall traffic conditions. This is one of the most important transport infrastructures in which transport agencies invest huge amounts of money to collect and analyze traffic data in order to make better use of road systems, improve transportation safety and develop plans for future transportation. Intelligent vehicle detection and counting are becoming increasingly important in the field of ITS management. This article presents a methodology for monitoring the availability of parking spaces in unorganized parking spaces and organized parking spaces. This allows the user to detect vehicles in a dedicated parking lot or in any unorganized parking space. The parking monitoring system determines the availability of a parking space based on the analysis of images obtained from CCTV cameras. The system is designed to determine the most suitable and accessible parking spot and notify users. The system is based on Mask-RCNN for image analysis and determining the availability of parking spaces in parking lots.

Keywords: intelligent parking system, computer vision, image analysis, convolutional neural networks, Mask R-CNN, image labeling, image classification, mAlexNet

Экспоненциальный и непрерывный рост населения в крупных городах и наличие транспортных средств, подходящих для любого бюджета, привели к пробкам и в конечном итоге к нехватке парковочных мест. Как общественный, так и частный транспортный сектор практически всех крупных мегаполисов огромен и со временем продолжает расти, в результате чего требуется постоянный мониторинг, своевременное расширение и модернизация [1]. Без использования интеллектуальных и эффективных информационных систем очень сложно эффективно организовать и контролировать такой большой сектор. Интеллектуальные системы мониторинга – это системы, осуществляющие сбор и предварительную обработку данных на низком уровне. Для эффективного

определения доступности парковки требуется интеллектуальный мониторинг зоны парковки и эффективное отслеживание автомобилей.

В настоящее время камеры видеонаблюдения развернуты практически повсеместно, эффективно используются в целях безопасности.

Одной из основных проблем, требующих решения, является проблема обнаружения движения. Одним из примечательных аспектов здесь является то, что алгоритмы компьютерного зрения имеют значительные ограничения в точности обнаружения транспортного средства. Изменения погоды, смена дня и ночи, наложение объектов временами приводят к искажению изображения. Мониторинг состояния парковки в режиме реального времени и предостав-

ление соответствующих результатов пользователям имеет первостепенное значение. Эффективная информация о парковке, доставленная в нужное время, поможет водителям найти наиболее подходящие места для парковки и в конечном итоге приведет к сокращению заторов на дорогах [2]. Структура интеллектуальной системы мониторинга представлена на рис. 1.

Структура системы. Система мониторинга является частью интеллектуальной парковочной системы. Для построения такой системы необходимы некоторые обязательные модули, которые помогут сделать систему удобной для пользователя. Такими модулями являются модуль обновления базы данных, обработки изображений, модуль поиска кратчайшего пути и модуль ввода/вывода. Особое внимание следует

уделить модулю обработки изображений. В этом модуле реализуется обработка изображений, снятых камерами видеонаблюдения для отслеживания статуса занятости любого парковочного места [3].

Модуль обработки изображений состоит из двух основных этапов. Первый этап – это этап маркировки, когда системе будет предоставлено изображение парковки, заполненной припаркованными автомобилями, которые необходимо пометить. Следующий этап – этап классификации. На этом этапе место для парковки, которое было отмечено в процессе маркировки, будет классифицировано как доступное или недоступное с использованием изображения или видео с камер видеонаблюдения.

Общую структуру модуля обработки изображения можно увидеть на рис. 2.

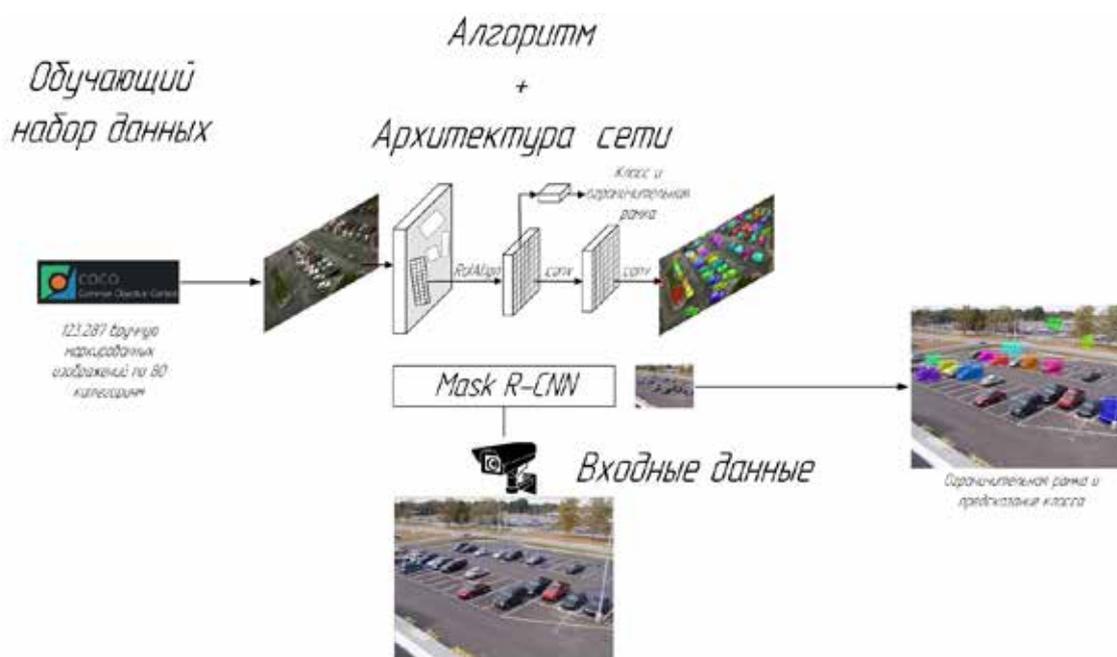


Рис. 1. Структура интеллектуальной системы мониторинга

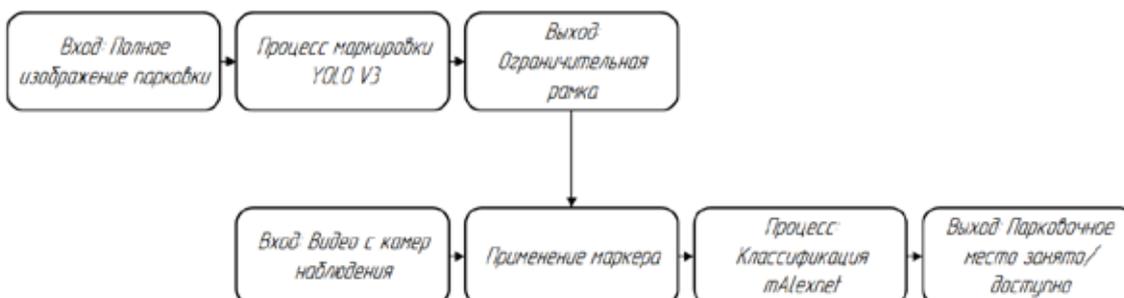


Рис. 2. Структура модуля обработки изображений



Рис. 3. Этап маркировки изображения

Этап маркировки изображений. Этап разметки – это этап, на котором выясняются все позиции существующих парковочных мест, чтобы этот этап не нужно было повторять. Этот этап описан на рис. 3.

Парковки, заполненные автомобилями, будут сфотографированы, а затем полученные фотографии будут использованы в качестве исходных данных для этапа маркировки. Эти фотографии будут обрабатываться с использованием предварительно обученного метода You Only Look Once (YOLO) V3 для обнаружения всех автомобилей на фотографии.

Выбираем одно изображение с камеры видеонаблюдения. На изображении должна быть парковка, полностью заполненная припаркованными автомобилями. Используя это изображение, обнаружим каждую машину на изображении и создадим ограничительную рамку для каждой машины. Предполагая, что положение автомобилей совпадает с местом для парковки, сохраним свойство

ограничительной рамки, которое содержит x позицию и y позицию, а также ширину и высоту ограничительной рамки [4].

Этап классификации изображений. Этап классификации – это этап определения занятости парковочного места, которое было размечено с помощью маркеров на этапе разметки. На этапе классификации определяется, доступна парковка или нет. Процесс этапа классификации показан на рис. 4. В качестве входных данных будет использоваться видео с камеры видеонаблюдения [5]. Входное видео будет обработано путем маркировки места парковки на основе ограничительной рамки, полученной на этапе маркировки. После того как ограничительная рамка применяется к видео с камер видеонаблюдения, каждая такая рамка должна определить, есть ли автомобиль на парковочном месте, путем обработки рамки с помощью mAlexNet. Использование mAlexNet на этапах классификации заключается в быстрой и точной обработке видео.

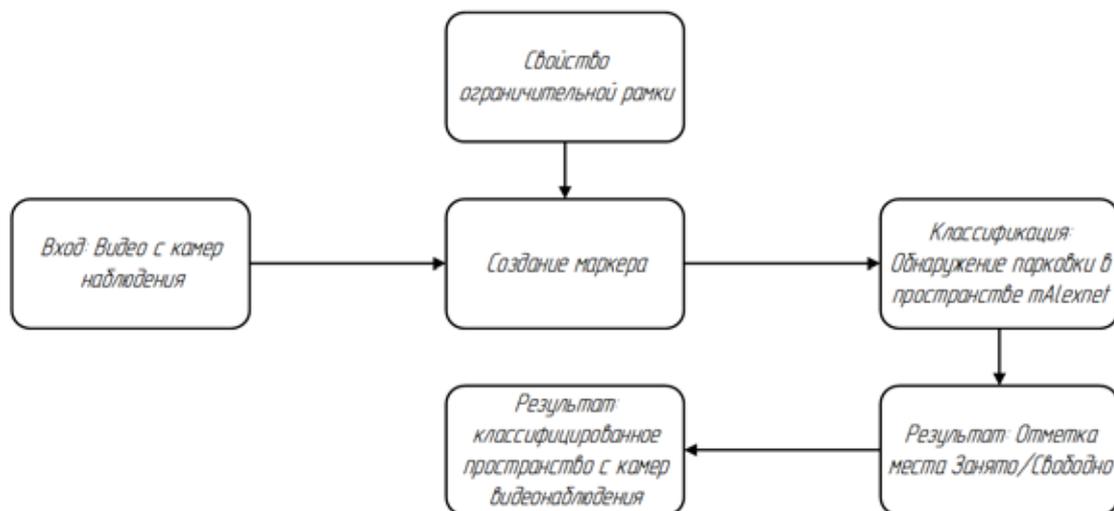


Рис. 4. Процесс этапа классификации

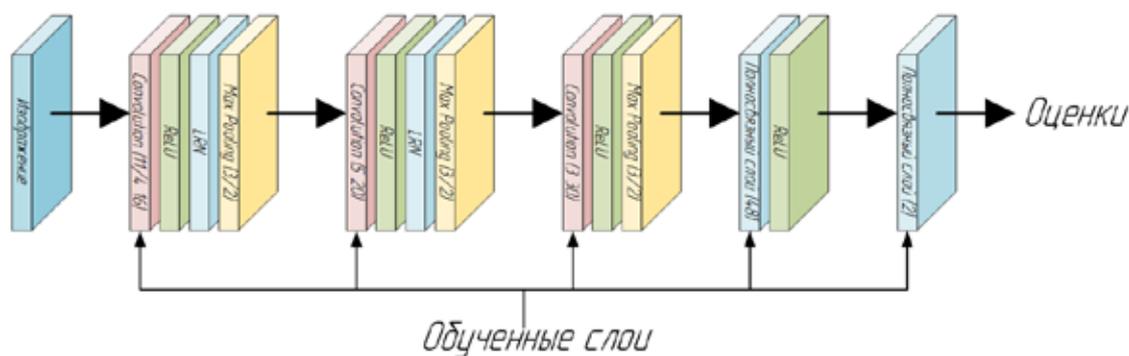


Рис. 5. Архитектура mAlexNet

Работа сети mAlexNet на этапе классификации. mAlexNet – это разработка Alexnet, которая использовалась для двоичной классификации. Alexnet – известная глубокая сверточная нейронная сеть, используемая в качестве эталона во многих исследованиях. Первоначально Alexnet обучался на одном миллионе наборов данных изображений, чтобы распознавать 1000 различных классов. В исследованиях, связанных с наличием парковочных мест, нужно различать только два класса. Чтобы система обнаружения работала хорошо, необходимо использовать меньшую архитектуру глубокой сверточной нейронной сети [6]. Упрощение сети было сделано потому, что изначально Alexnet был разработан для более сложных вводных задач по проблемам бинарной классификации.

mAlexNet – это архитектура глубокой сверточной нейронной сети, вдохновленная AlexNet. В AlexNet используются три сверточных слоя и два полносвязных слоя, включая выходной слой.

Первый и второй сверточные слои (conv1–2), за которыми следует максимальное объединение, нормализация локального отклика (LRN) и линейное выпрямление (ReLU).

Третий сверточный слой (conv3) не использует нормализацию локального отклика (LRN). Общее количество фильтра conv1–2 и количество нейронов в полносвязном слое (fc4) резко уменьшилось, чтобы оно было равно размерности задачи, и получило архитектуру примерно на 1340 параметров. В fc4 и fc5 (выходной слой) регуляризация отсева не использовалась [7]. Архитектура mAlexNet представлена на рис. 5.

Метрика Intersection over Union (IOU)

Для каждого объекта, обнаруженного на изображении, необходимо пересмотреть следующие вещи из модели Mask-RCNN:

1. Категория обнаруженного объекта (целое число). Модель COCO предваритель-

но обучена обнаруживать 80 совершенно разных обычных объектов, которые легко увидеть по соседству, включая автомобили, поезда и автобусы.

2. Оценка достоверности обнаружения объекта. Чем выше число, тем точнее модель идентифицировала объект.

3. Ограничительная рамка объекта на изображении, представленная в виде точек X/Y пикселей.

4. Маска растрового изображения, определяющая, являются ли пиксели внутри ограничивающей рамки частью объекта или нет.

При обучении было обнаружено, что ограничительные прямоугольники автомобилей на изображении частично перекрываются в некоторых сценах. Для решения этой проблемы используется метод, известный как Intersection over Union (IOU). IoU получается по формуле, отраженной на рис. 6.

$$IOU = \frac{\text{Площадь пересечения}}{\text{Сумма площадей}}$$

Рис. 6. Формула IOU

Вычисление IoU дает меру того, насколько ограничительная рамка автомобиля перекрывает ограничительную рамку места для парковки. Эти расчеты сделаны, чтобы определить, занимает ли автомобиль парковочное место или нет. Если расчетное значение IoU низкое, например 0,15, это указывает на то, что автомобиль не занимает много места на парковке. Но если расчетное значение велико, например 0,6, это означает, что автомобиль занимает большую часть парковочного места, что указывает на то, что парковочное место занято.

```
poly_intersection = poly1_shape.intersection(poly2_shape).area
poly_union = poly1_shape.union(poly2_shape).area
IOU = poly_intersection/ poly_union
```

(1)

Примеры вычислений IOU показаны на рис. 7.

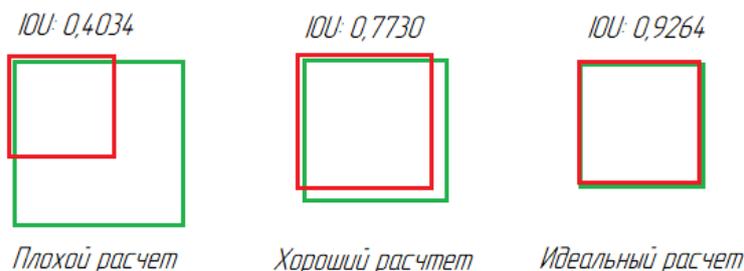


Рис. 7. Примеры вычислений IOU

Внедрим метрику IOU для каждого парковочного места. IOU рассчитывается для каждого слота и сравнивается с порогом. Слоты с IOU ниже порога считаются свободными парковочными местами, в противном случае парковка считается занятой. Чтобы получить точный и стабильный результат, пороговое значение устанавливается на максимальное значение [8]. Эти две функции используются для вычисления пересечения и объединения предоставленного многоугольника с ним (1).

В данной работе рассматривается одна из основных проблем, с которыми сталкиваются автомобилисты в городских районах, – поиск места для парковки. В то время как современные методы исследуют только ограниченные парковочные места, чтобы классифицировать участки как свободные или занятые, представленный подход обнаруживает автомобили в любом месте на парковке.

Список литературы

1. Панина В.С., Амеличев Г.Э., Белов Ю.С. Интеллектуальная парковочная система как часть интеллектуальной транспортной системы // E-Scio. 2022. № 1 (64). С. 445–452.
2. Панина В.С., Амеличев Г.Э., Белов Ю.С. Интеллектуальная парковочная система на основе сверточных нейронных сетей // Научное обозрение. Технические науки. 2022. № 1. С. 29–33.
3. Majgaonkar S., Waghela K., Shah R. Developing a Parking Monitoring System using Mask-RCNN. SAMRIDDHI: A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology. 2020. Vol. 12. P. 386–389.
4. Naufal A.R., Faticah C., Suciati N. Preprocessed Mask RCNN for Parking Space Detection in Smart Parking Systems. International Journal of Intelligent Engineering and Systems. 2020. Vol. 13. P. 255–265.
5. Jiang S., Jiang H., Ma S., Jiang Z. Detection of Parking Slots Based on Mask R-CNN. Applied Sciences. 2020. № 10. P. 1–18.
6. Nyambal J., Klein R. Automated parking space detection using convolutional neural networks. Pattern Recognition Association of South Africa and Robotics and Mechatronics (PRASA-RobMech). 2017. P. 1–6.
7. Patel R., Meduri P. Car detection based algorithm for automatic parking space detection. 19th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA). 2020. P. 1418–1423.
8. He K., Gkioxari G., Dollár P., Girshick R., Mask R-CNN. IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). 2017. P. 2980–2988.

УДК 004.4

UML-МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА ТОВАРОВ

Игнатъева А.В., Васева Е.С.

*Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)
ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»,
Нижний Тагил, e-mail: e-s-vaseva@mail.ru*

Система для автоматизации деятельности по формированию ассортимента товаров позволит облегчить процесс принятия управленческих решений, а также более эффективно управлять экономической деятельностью организации. В статье рассматриваются технологии проектирования такой системы. Целью статьи является раскрытие содержательных и технологических особенностей использования UML-моделирования информационной системы для автоматизации формирования ассортимента товаров на примере деятельности организации ООО «Эллада». Выполнен общий анализ предметной области, из которого сформулированы общие требования к информационной системе. Предложенная система должна представлять накапливаемую в базе данных информацию о торговой деятельности предприятия в удобном для восприятия и принятия управленческих решений виде; формировать отчеты, анализ которых влияет на формирование ассортимента товаров (самые продаваемые товары, категории самых продаваемых товаров, товары, выручка по результатам продажи которых максимальная, сроки годности по категориям); иметь механизм оповещений для своевременного принятия решений о продаже товаров, срок годности которых заканчивается. Функциональные требования к системе конкретизированы при построении диаграммы вариантов использования для четырех групп пользователей. Для одной из групп пользователей с помощью диаграммы последовательности показан сценарий использования системы. Описанный проект может стать основой для последующей разработки информационной системы для автоматизации формирования ассортимента товаров. Материалы статьи могут служить практическими рекомендациями при проектировании аналогичных систем.

Ключевые слова: информационная система для формирования ассортимента товаров, проектирование, UML-моделирование, диаграмма вариантов использования, диаграмма последовательности

UML-MODELING OF INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATION OF FORMATION OF PRODUCT RANGE

Ignateva A.V., Vaseva E.S.

*Nizhny Tagil State Socio-Pedagogical Institute (branch)
of Russian State Vocational Pedagogical University, Nizhny Tagil, e-mail: e-s-vaseva@mail.ru*

A system for automating activities for the formation of a range of goods will facilitate the process of making managerial decisions, as well as more effectively manage the economic activities of the organization. The article discusses the technology of designing such a system. The purpose of the article is to reveal the content and technological features of using the UML-modeling of an information system to automate the formation of an assortment of goods on the example of the activities of the organization Ellada LLC. A general analysis of the subject area was carried out, from which the general requirements for the information system were formulated. The proposed system should represent the information accumulated in the database on the trading activities of the enterprise in a form convenient for perception and management decision-making; generate reports, the analysis of which affects the formation of the assortment of goods (best-selling goods, categories of best-selling goods, goods, revenue based on the results, sales of which are maximum, expiration dates by categories); have an alert mechanism for timely decision-making on the sale of goods whose expiration date is coming to an end. The functional requirements for the system are specified by constructing a use case diagram for four user groups. For one of the user groups, a sequence diagram shows the usage scenario of the system. The described project can become the basis for the subsequent development of an information system for automating the formation of an assortment of goods. The materials of the article can serve as practical recommendations in the design of similar systems.

Keywords: information system for the formation of an assortment of goods, design, UML-modeling, diagram of use cases, sequence diagram

В век информационных технологий очень важно внедрять различные программные средства во всех сферах, а тем более в малом бизнесе, так как это позволяет организации максимизировать прибыль.

Управление ассортиментом товаров позволит повысить показатели выручки и, соответственно, прибыли, а также сократить расходы.

Повышение показателей прибыли является основой успешности экономической

деятельности коммерческой организации. Система для автоматизации деятельности по формированию ассортимента товаров ООО «Эллада» позволит облегчить процесс принятия управленческих решений, а также более эффективно управлять экономической деятельностью организации.

Целью статьи является раскрытие содержательных и технологических особенностей использования UML-моделирования информационной системы для автоматизации

ции формирования ассортимента товаров на примере ООО «Эллада».

Материалы и методы исследования

Для разработки проекта «Информационная система для автоматизации управления ассортиментом товаров» используется объектно-ориентированная методология проектирования информационных систем, UML-моделирование предметной области.

Результаты исследования и их обсуждение

Информационная система направлена на использование её в торговом предприятии, а именно в ООО «Эллада».

Организация осуществляет розничную торговлю продовольственными товарами. Торговая деятельность представляет собой вид предпринимательской деятельности, направленный на удовлетворение покупательского спроса путем реализации товаров потребительского назначения, а именно продуктов питания.

Организационная структура управления ООО «Эллада», которая включает состав всех подразделений организации, представлена на рис. 1.

Из рисунка можно сделать вывод о том, что организационная структура в ООО «Эллада» является линейно-функциональной, потому что управление осуществляется с помощью трёх уровней: высшего (директор), среднего (заведующая) и низшего (старший продавец). Исполнителями являются продавцы.

В данной предметной области документооборот включает в себя информацию о следующих компонентах: товары, assor-

тимент товаров, стоимость товаров, поставщики, покупатели.

Если у организации будет возможность формировать и просматривать отчёт о самых продаваемых товарах по каждому из отделов и в целом по магазину, это позволит максимизировать выручку и, соответственно, прибыль, потому что руководитель, исходя из данного отчёта, будет более эффективно управлять своим предприятием.

Эффективность заключается в следующем:

- система формирует отчёт о продажах товаров по каждому из отделов и в целом по магазину, выделяя самые продаваемые из них;
- руководитель просматривает данный отчёт и принимает на основании данных из него управленческое решение;
- благодаря работе информационной системы и руководителя, происходит прирост выручки;
- прибыль также растёт на основании роста выручки, а значит, основная цель работы коммерческой организации эффективно достигается.

Если добавить в систему отчёт по остаткам товаров на складе, это позволит отслеживать запасы и вовремя заказывать товары у поставщиков.

Также можно расширить функционал системы, добавив в неё расширенный отчёт по всем отделам магазина, какой отдел приносит наибольшую выручку и какой самый популярный товар в каждом отделе. Кроме того, можно добавить уведомление пользователя системой о подходящем к концу сроке годности товара, чтобы сделать скидку на него и не потерять выручку.

Схема работы информационной системы представлена на рис. 2.



Рис. 1. ОСУ ООО «Эллада»

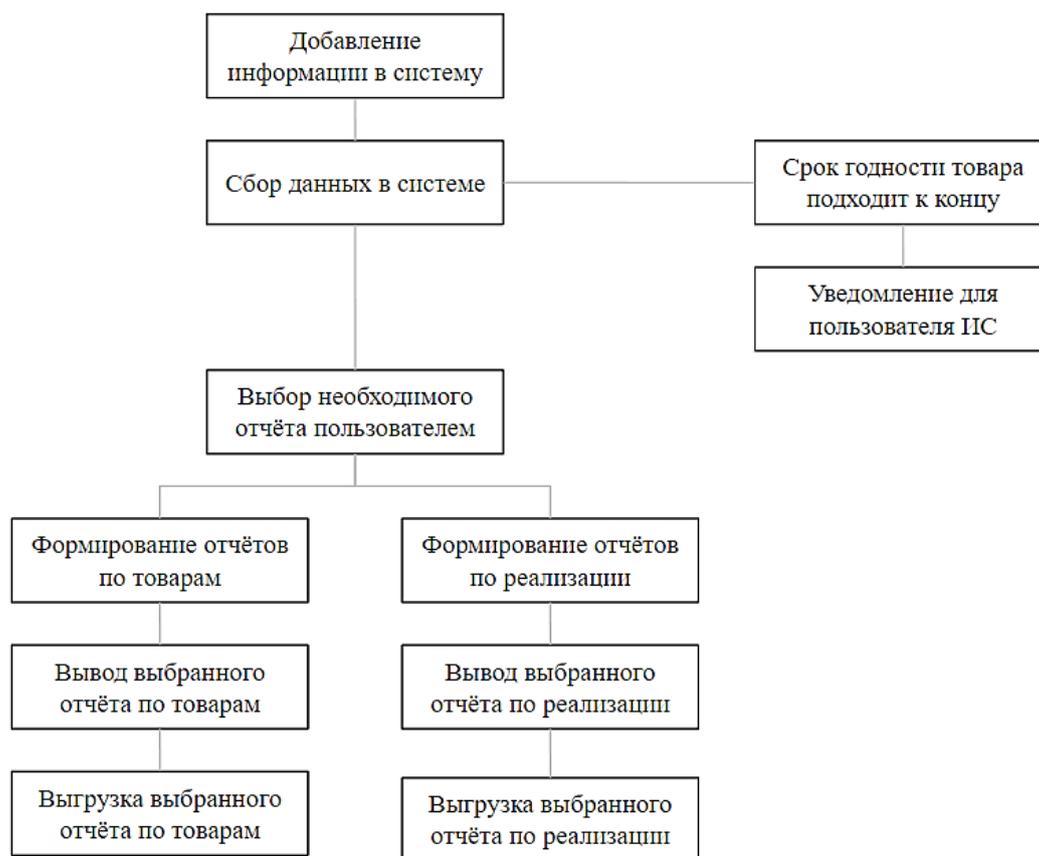


Рис. 2. Схема работы ИС

Из рисунка можно сделать вывод о том, что в систему будет добавляться некая информация, т.е. данные обо всех товарах, продаваемых в магазине, их цене, стоимости, количестве, производителе, а также информация о поставщиках и покупателях.

После добавления информации система комплектует все данные и собирает их в единый отчёт, необходимый пользователю. На выбор предоставляется:

- отчёт по продаваемым товарам;
- выручка.
- валовая прибыль по отделам;
- сроки годности;
- отчёт о минимальном количестве товаров;
- остатки на складе.

Также на основании информации о товарах, а именно сроках годности, пользователю будет приходиться уведомление о том, что срок годности определённого товара подходит к концу, для того, чтобы реализовать этот товар хотя бы со скидкой.

Следовательно, данная система позволяет комплексно отслеживать и в дальнейшем планировать деятельность организа-

ции на основании отчётов, создаваемых этой информационной системой.

Для конкретизации требований к системе построим диаграмму вариантов использования. Вариант использования представляет собой последовательность действий (транзакций), выполняемых системой в ответ на событие, инициируемое некоторым внешним объектом (действующим лицом) [1]. Диаграмма вариантов использования описывает, с точки зрения действующего лица, группу действий в системе, которые приводят к конкретному результату. Варианты использования являются описаниями типичных взаимодействий между пользователями системы и самой системой [2, 3].

На рис. 3 и 4 представлены диаграммы вариантов использования ИС.

Из данной диаграммы можно сделать вывод, что информационную систему будут использовать четыре пользователя: системный администратор, директор, заведующая и старший продавец. Каждый пользователь проходит авторизацию и, соответственно, будет видеть то, что доступно только для его учётной записи.

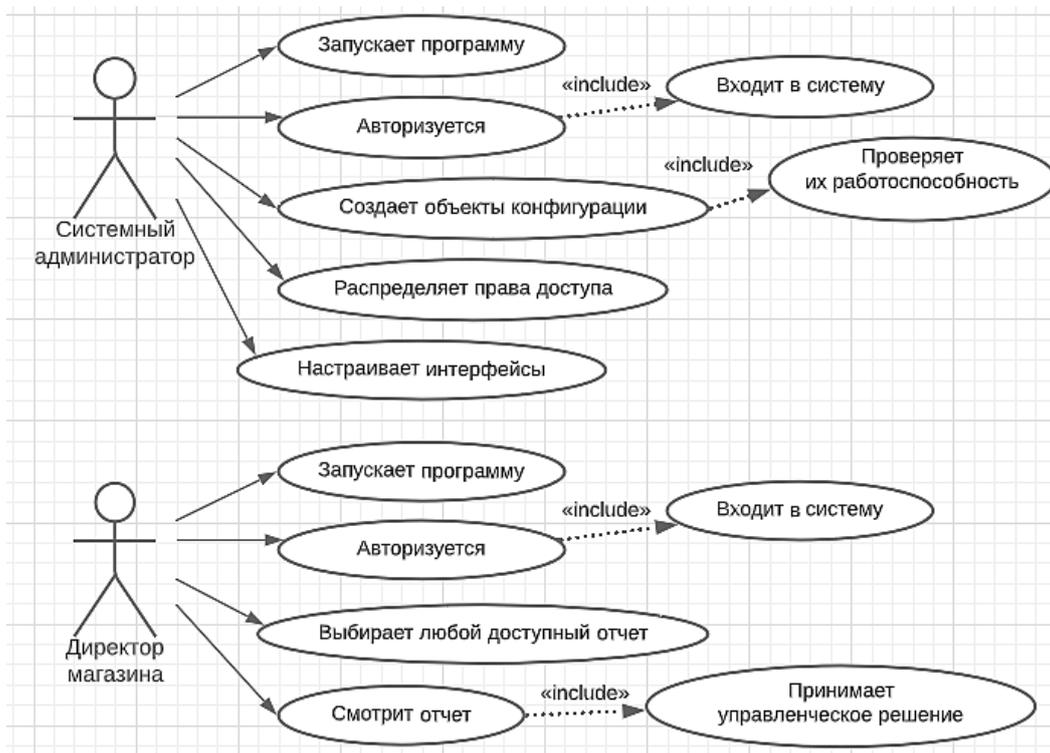


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования ИС для администратора и директора магазина

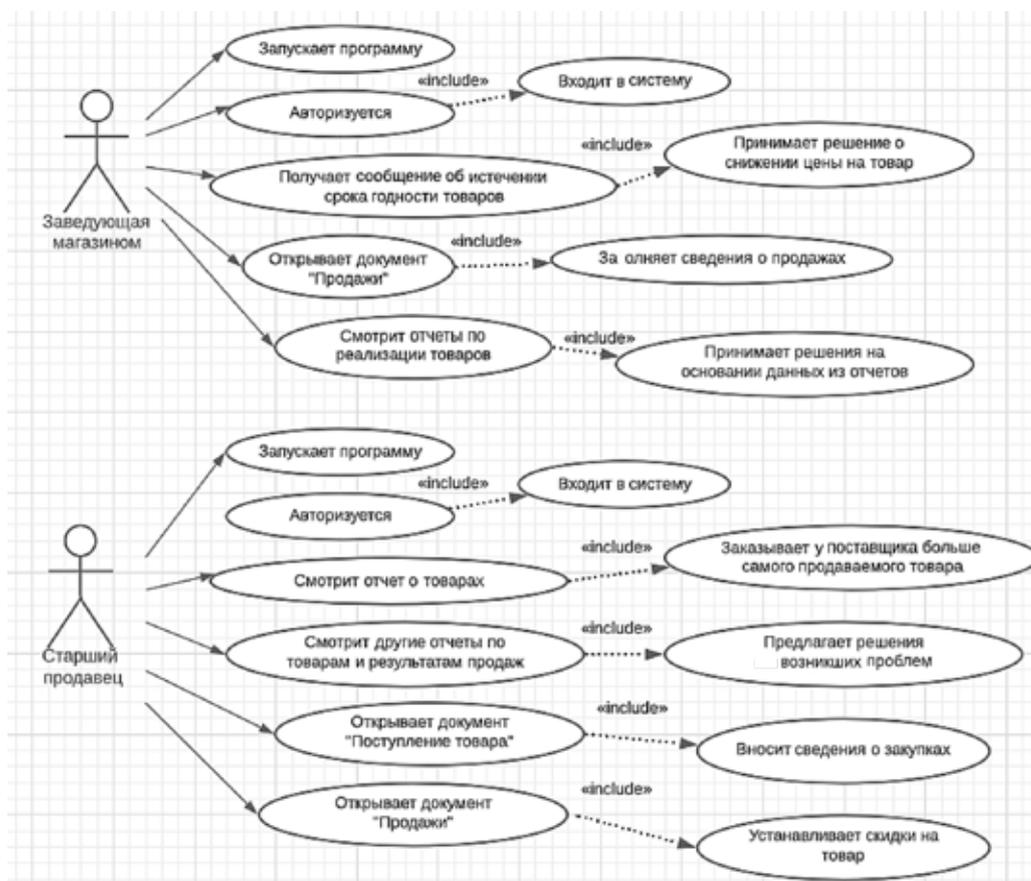


Рис. 4. Диаграмма вариантов использования для заведующей магазином и старшего продавца

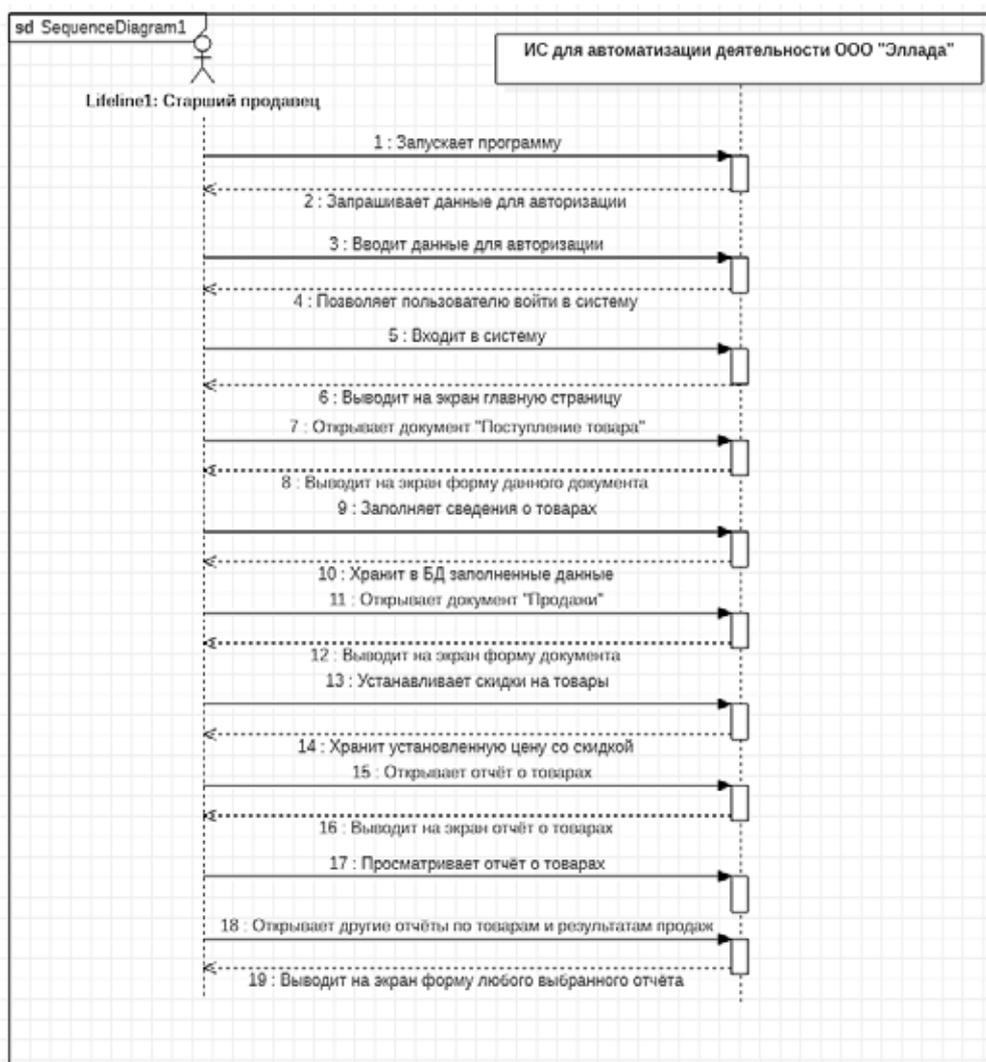


Рис. 5. Диаграмма последовательности

Системный администратор запускает программу в режиме «Конфигуратор», авторизуется и входит в систему. Он имеет все права на создание объектов и их проверку, распределение прав доступа на объекты системы, а также настройку интерфейсов, соответственно, администратор выполняет все эти действия в программе.

Директор запускает программу, проходит процедуру авторизации и входит в систему. Затем он выбирает любой отчет из тех, что представлены в системе и доступны для его роли, смотрит и думает о том, какое управленческое решение принять в той или иной ситуации (поручение заказывать больше самого продаваемого товара и, наоборот, если товар не продаётся, заказывать его меньше или совсем не заказывать) или же думает о том, как увеличить выручку, исходя из данных сводного отчёта по всем отделам.

Заведующая магазином также запускает программу, проходит авторизацию и входит в систему. После этого она получает сообщение о подходящем к концу сроке годности какого-либо товара, если такие товары есть на складе. Когда сообщение будет получено, заведующая может принять решение о скидке на данный товар, чтобы не терять выручку от реализации товара полностью, которое затем передаст директору. Также она будет открывать документ «Продажи» и заполнять его данными для того, чтобы впоследствии формировался отчет. Заведующей магазина будут доступны и другие отчеты программы по товарам и их реализации, на основании данных из отчетов будут приниматься соответствующие решения возникающих проблем.

Старший продавец запускает программу, проходит процедуру авторизации и входит в систему. Данному пользователю

будет доступен отчёт о самых продаваемых товарах для того, чтобы иметь возможность делать заявку на конкретные товары и, наоборот, заказывать у поставщиков меньше тех товаров, которые не пользуются спросом у покупателей. Также старший продавец открывает документ «Поступление товара» и вносит туда сведения о поступивших товарах. Кроме того, старший продавец устанавливает скидки на товары в документе «Продажи», если директором было принято такое решение. А также, просматривая другие отчёты по результатам деятельности магазина, старший продавец может предложить свои решения проблем директору и заведующей.

Следующим шагом в проектировании информационной системы является построение диаграмм последовательности, которые моделируют взаимодействие между объектами в едином сценарии использования. Они иллюстрируют, как различные части системы взаимодействуют друг с другом для выполнения функции, а также порядок, в котором происходит взаимодействие при выполнении конкретного случая использования.

Диаграмма последовательности относится к диаграммам взаимодействия UML, описывающим поведенческие аспекты системы, но рассматривает взаимодействие объектов во времени. Схема последовательности построена таким образом, что она представляет собой временную шкалу, которая начинается сверху и постепенно опускается, чтобы отметить последовательность взаимодействий. Каждый объект имеет колонку, а сообщения, которыми обмениваются между собой, представлены стрелками [4, 5].

Для примера продемонстрируем диаграмму последовательности для случая использования информационной системы ролью «Старший продавец» (рис. 5).

На диаграмме видно, что взаимодействие между пользователем «Старший продавец» и информационной системой для автоматизации деятельности по формированию ассортимента товаров ООО «Эллада» осуществляется в следующей последовательности:

- старший продавец запускает программу, ИС в ответ выводит окно и запрашивает данные для авторизации;

- старший продавец вводит данные для авторизации, т.е. выбирает из списка свою роль и вводит пароль к учётной записи, если данные верны, система позволяет выполнить вход;

- старший продавец входит в систему под своей ролью, система выводит на экран главную страницу, настроенную под данную роль;

- старший продавец открывает документ «Поступление товара», система в ответ вы-

водит на экран форму данного документа. Затем старший продавец вносит в данный документ сведения о поступивших в магазин товарах, система в ответ хранит в базе данных эти сведения;

- старший продавец на основании решений руководящих лиц устанавливает скидки на товары с истекающим сроком годности (для этого открывает документ «Продажи», система отвечает выводом на экран данного документа), система же хранит именно эту цену, которую установили последней;

- старший продавец выбирает отчёт о товарах, система отвечает выводом отчёта на экран;

- старший продавец просматривает отчёт о товарах;

- старший продавец выбирает другие отчёты о товарах и результатах продаж, система отвечает выводом выбранного отчёта на экран, и на этом взаимодействие с системой заканчивается.

Заключение

В статье был рассмотрен процесс проектирования информационной системы для автоматизации формирования ассортимента товаров на основе объектно-ориентированного подхода. На основе данных, полученных в результате построения UML-диаграмм, таких как диаграмма вариантов использования, диаграмма последовательности, получилось формализовать и конкретизировать требования к предложенной информационной системе. Описанный проект может стать основой для последующей разработки информационной системы для автоматизации формирования ассортимента товаров. Материалы статьи могут служить практическими рекомендациями при проектировании аналогичных систем.

Список литературы

1. Остроух А.В., Суркова Н.Е. Проектирование информационных систем: монография. СПб.: Лань, 2021. 164 с.
2. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем: учебное пособие для вузов. СПб.: Лань, 2021. 252 с.
3. Гришанова Т.В. Применение объектно-ориентированного подхода для проектирования информационных систем // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2020. № 1 (15). С. 8–12.
4. Голубев С.С., Довгучиц С.И., Дюндик Е.П., Зорина Е.А. Управление процессом объектно-ориентированного проектирования сложных информационных систем с применением UML диаграмм: учебно-методическое пособие. М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научный исследовательский институт «Центр», 2019. 62 с.
5. Морозов В.В. Диаграмма прецедентов и диаграмма последовательностей // Рейнджиниринг бизнес-процессов предприятия и организаций региона при переходе к цифровой экономике: Сборник статей, Брянск, 10 июня 2021 г. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2021. С. 126–132.

УДК 004.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ УЧЕТА РАБОТЫ СТУДИИ КРАСОТЫ «BEAUTY ROOM»

Кадырова Д.Д., Васева Е.С.

*Нижнетагильский государственный социальнопедагогический институт (филиал)
ФГАОУ ВО «Российский государственный профессиональнопедагогический университет»,
Нижний Тагил, e-mail: e-s-vaseva@mail.ru*

Рассмотрена проблема определения функциональных требований к информационной системе на примере системы учета работы студии красоты «Beauty Room». Для определения функциональных требований к информационной системе применяются анализ аналогичных продуктов, объектно-ориентированная методология проектирования программных решений. Для графического представления структуры деятельности учета работы студии красоты, механизмов управления, иерархии процессов построены диаграммы IDEF0. В системе определены три роли: администратор, руководитель, мастер. Функциональные требования к системе для каждой роли описаны на языке UML с помощью диаграммы вариантов использования, для одного из прецедентов показан пример диаграммы последовательности. Применение анализа аналогичных продуктов и объектно-ориентированной методологии позволило определить, что в предложенной информационной системе необходима возможность хранения справочных данных об оказываемых услугах, мастерах и клиентах студии, фиксирование фактов записи клиента на услугу, оказания услуги, поступления расходных материалов, списания расходных материалов, построение отчетов о результатах деятельности организации. Описанные функции распределены между несколькими видами пользователей, определены поведенческие аспекты реализации функций. Материалы статьи могут служить практическими рекомендациями при определении функциональных требований к аналогичным информационным системам.

Ключевые слова: студия красоты, информационная система, функциональные требования, методология функционального моделирования, объектно-ориентированная методология проектирования

DETERMINATION OF FUNCTIONAL REQUIREMENTS TO THE SYSTEM OF ACCOUNTING FOR THE WORK OF THE BEAUTY ROOM STUDIO

Kadyrova D.D., Vaseva E.S.

*Nizhny Tagil State Socio-Pedagogical Institute (branch)
of Russian State Vocational Pedagogical University, Nizhny Tagil, e-mail: e-s-vaseva@mail.ru*

The problem of determining the functional requirements for an information system is considered on the example of the accounting system for the beauty studio "Beauty Room". To determine the functional requirements for an information system, an analysis of similar products and an object-oriented methodology for designing software solutions are used. For a graphical representation of the structure of the activity of accounting for the work of a beauty studio, control mechanisms, process hierarchies, IDEF0 diagrams were built. Three roles are defined in the system: administrator, manager, master. The functional requirements for the system for each role are described in UML using a use case diagram, and an example sequence diagram is shown for one of the use cases. The application of the analysis of similar products and object-oriented methodology made it possible to determine that the proposed information system requires the ability to store reference data about the services provided, masters and studio clients, fixing the facts of the client's registration for the service, the provision of the service, the receipt of consumables, write-off of consumables, building reports on the performance of the organization. The described functions are distributed among several types of users, the behavioral aspects of the implementation of functions are determined. The materials of the article can serve as practical recommendations in determining the functional requirements for similar information systems.

Keywords: beauty studio, information system, functional requirements, functional modeling methodology, object-oriented design methodology

Сеть студий «Beauty Room» предоставляет услуги в индустрии красоты, а сотрудниками являются специалисты по различным направлениям. В студии производится запись клиентов на услуги, ведение учета материалов, анализ расходов и доходов, но данные процессы не автоматизированы. Для облегчения работы персонала студии красоты необходима информационная система для записи клиентов на услуги, ведения базы клиентов и мастеров, аналитики работы студии и учета финансов. Существует большое количество информационных систем для салонов красоты, однако

они наполнены излишним функционалом, который порой не нужен пользователю. Поэтому требуется информационная система, которая не будет перегружена лишними функциями, а будет подстроена под требования и нужды конкретной организации.

Важным этапом в процессе проектирования программного продукта является определение его функциональных требований.

Целью исследования является формулирование функциональных требований к информационной системе для автоматизации учета работы студии красоты «Beauty Room».

Материалы и методы исследования

Для определения функциональных требований к информационной системе применяется анализ аналогичных продуктов, функциональная методология моделирования, объектно-ориентированная методология проектирования программных решений.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью выделения ключевых характеристик информационной системы были рассмотрены три системы, автоматизирующие деятельность в аналогичной предметной области: 1С: Салон красоты [1], Yclients [2], EASY STYLE [3].

Сравнительная характеристика проводилась по следующим критериям: стоимость ИС, наличие веб-сайта, наличие мобильной версии системы, часть предметной области, основные функции. Результаты сравнения представлены в таблице.

Из приведенного анализа аналогов можно сделать вывод, что существует большое количество программ для автоматизации работы студий красоты с похожим функционалом, но с разной стоимостью. Стоимость таких программ зависит от количества пользователей. Недостатком рассматриваемых систем является отсутствие возможности ведения учета расходных материалов, отслеживания остатков материалов на складе, фиксирования прихода и закупки товара.

Также в системах не реализована возможность ведения финансовой отчетности студии красоты, анализа заполненности студии, рейтинг мастеров, отчеты по проведенным услугам. Из анализа аналогичных

информационных систем можно выделить некоторые функции для дополнения проектируемой информационной системы.

Благодаря проектируемой информационной системе будет реализована возможность многопользовательского режима работы. Для каждого вида пользователя будет настроен соответствующий интерфейс и наделен определенным функционалом. В системе будет возможность ведения финансовых отчетов и анализа работы студии, выявлены услуги, приносящие меньшую прибыль или не пользующиеся спросом у клиентов. Для руководителя студии будет воплощена возможность расчёта заработной платы для каждого мастера по результатам оказанных им услуг.

Для описания систем и процессов деятельности организации как множества взаимосвязанных функций построим диаграммы методологии IDEF0. Функциональная модель IDEF0 представляет собой набор блоков, каждый из которых представляет собой «черный ящик» с входами и выходами [4, 5]. Соответствующая диаграмма верхнего уровня IDEF0 представлена на рис. 1.

Вход отвечает на вопрос: «Что подлежит обработке?» На вход в процесс в данной проектируемой системе идут данные и пожелания клиента, а также заявка клиента на запись.

Управление отвечает на вопрос: «Что вызывает или регламентирует выполнение функции?» Управление выступает в качестве предписания или ограничения. Стрелки управления рисуются входящими в верхнюю грань функции. Управлением в данной проектируемой системе является прайс-лист и законы Российской Федерации.

Анализ аналогов ИС

Критерий	1С:Предприятие 8. Салон красоты	Yclients	EASY STYLE
Стоимость	41 400 руб.	2000 руб./мес.	Платные функции
Наличие веб-сайта	Да	Да	Нет
Наличие мобильной версии	Да	Да	Да
Часть предметной	Автоматизация деятельности предприятия	Автоматизация процессов в сфере услуг	Мобильное приложение для поиска мастеров и услуг
Основные функции	– монитор руководителя; – ведение базы клиентов; – онлайн-запись на обслуживание	– программы лояльности; – онлайн-запись на услуги; – мобильное приложение для клиентов	– ведение онлайн записи клиентов через приложение; – самостоятельная запись онлайн; – автоматическое оповещение клиентов о записи; – управление своим расписанием

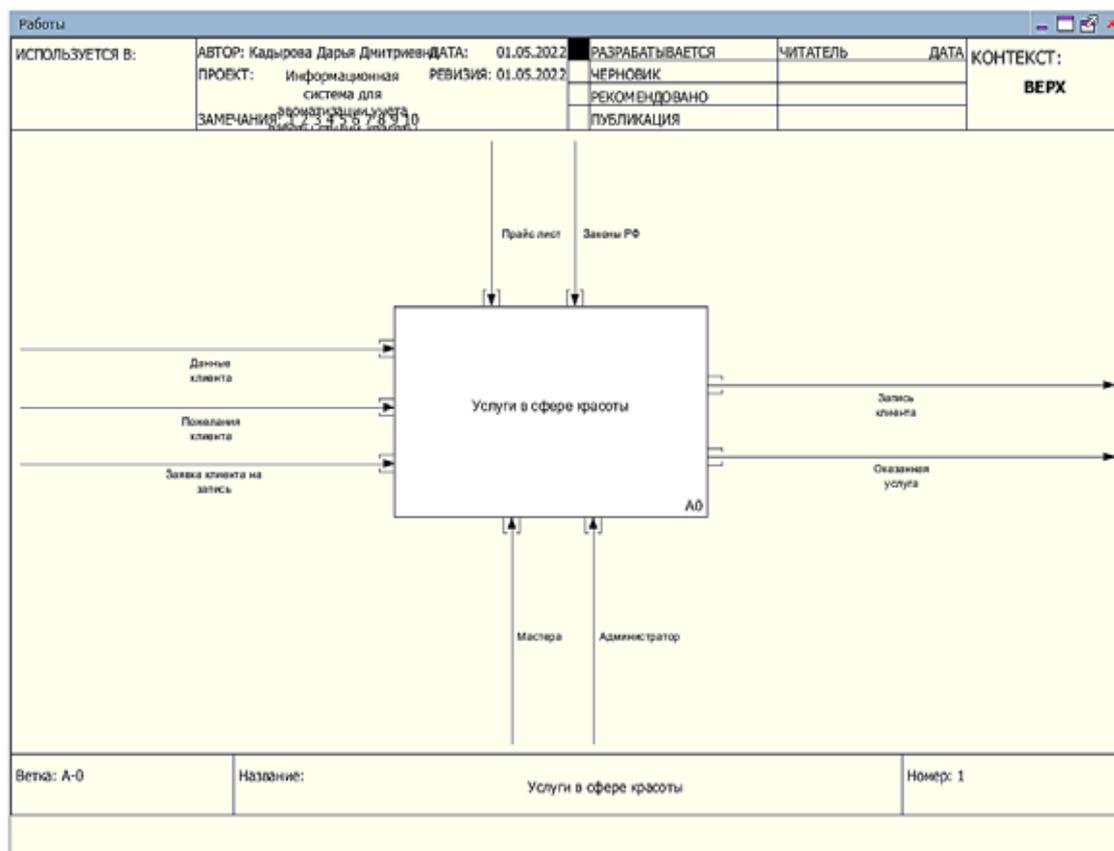


Рис. 1. Диаграмма верхнего уровня IDEF0

Выход отвечает на вопрос: «Что является результатом выполнения функции?» Стрелки выхода рисуются исходящими из правой грани функции. На выход из процесса в представленной проектируемой системе идет запись клиента и оказанная услуга.

Механизм отвечает на вопрос «Кто исполняет функцию либо посредством чего?». Стрелки механизма рисуются входящими в нижнюю грань функции. В качестве ресурсов для проектируемой информационной системы задействованы мастера и администратор.

Далее строим диаграмму декомпозиции, которая предусмотрена для детализации функций и получают при разбиении контекстной диаграммы на большие подсистемы и описывающая их взаимодействие.

Для разрабатываемой информационной системы было выделено четыре блока, которые представлены на рис. 2: сбор данных о клиенте, запись клиента, осуществление желаемой услуги, оплата услуги.

Для уточнения требований к предложенной системе будет применяться объектно-ориентированный подход. Объектно-ориентированный подход основан на выделении агентов, которые считаются либо субъек-

тами действий, либо объектами действий. При объектно-ориентированном подходе каждый объект обладает своим собственным поведением и любой из них моделирует определенный объект реального мира [6].

На основе объектно-ориентированного подхода была построена диаграмма вариантов использования и диаграммы последовательностей. Диаграмма вариантов использования необходима для наглядного представления поведения системы относительно действий каждого пользователя [7].

Основные элементы диаграммы – участник (actor) и прецедент (вариант). Участник – это большое количество логически связанных ролей, исполняемых при взаимодействии с прецедентами либо сущностями (система, подсистема либо класс). Участником может быть человек либо же другая система, подсистема или класс, которые представляют нечто вне сущности. Прецедент (use case) – описание большого числа последовательных событий (включая варианты), производимых системой, которые приводят к отслеживаемому участником результату. Прецедент представляет поведение сущности, описывая взаимодействие между участниками и системой.

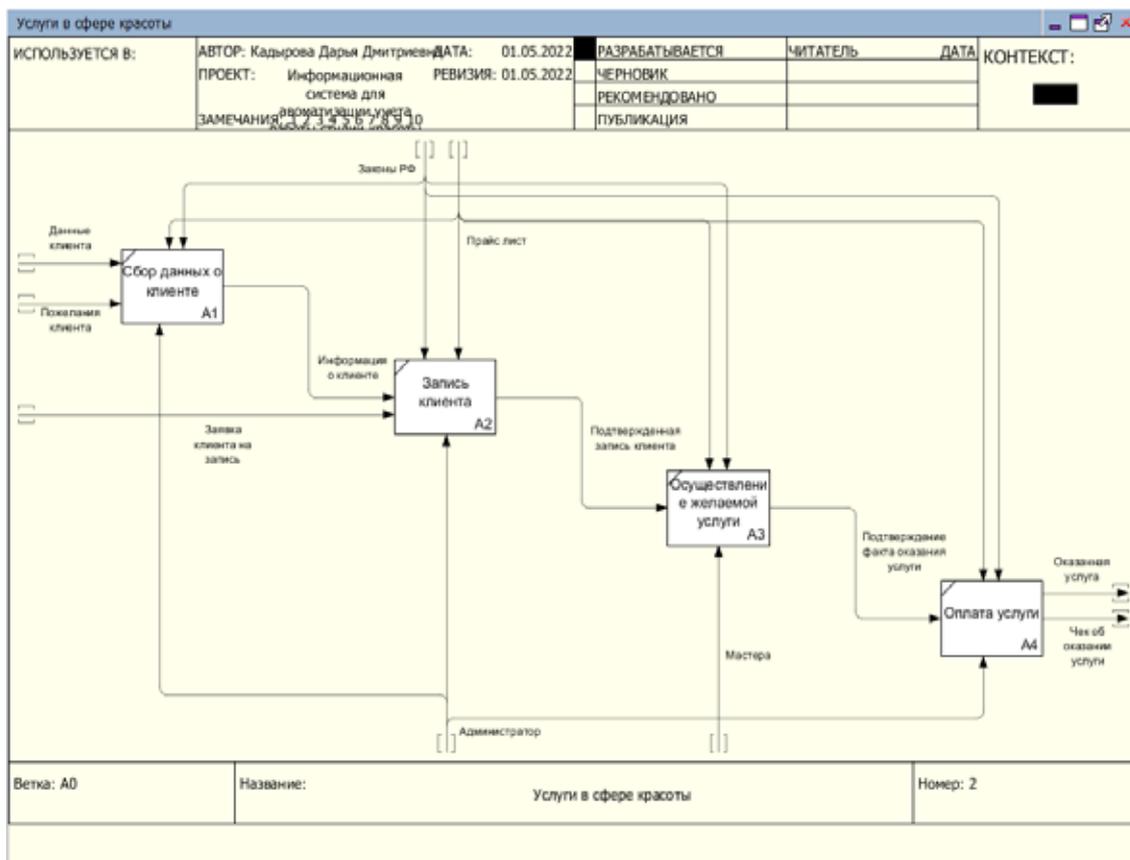


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции IDEF0

На рис. 3 представлена диаграмма вариантов использования для предложенной информационной системы.

На рисунке видно, что администратор может создавать записи, при этом потребуются контактные данные клиента. Также администратор может управлять записями: создавать, удалять, подтверждать, оставлять комментарии и просматривать журнал посещений, вносить информацию в документы, отслеживать приход и расход товара, формировать рабочий график для мастеров. В обязанности администратора входит проведение оплаты (наличной или безналичной) и выдача документа об оплате клиенту.

Руководитель студии может просматривать все справочники и финансовые отчеты в системе.

Мастера могут отслеживать график своей работы и просматривать прайс-лист студии.

Диаграмма последовательности определена для моделирования взаимодействия объектов системы во времени, а также

обмена сообщениями между ними. На диаграмме последовательности объекты владеют собственным поведением и представляют экземпляры класса либо сущности. В качестве объектов также могут выступать пользователи, инициирующие взаимодействие.

На рис. 4 представлена диаграмма последовательности для прецедента «Оказание услуги», выполняемого ролью «Администратор». На диаграмме можно увидеть, что администратор записывает клиента на услугу, после происходит информирование клиента с дальнейшим подтверждением визита.

Администратор создает соответствующую запись в системе, мастеру приходит уведомление о новой записи.

После получения услуги администратор фиксирует оплату клиента и формирует печатную форму документа об оказании услуги с соответствующими реквизитами.

Аналогичным образом строятся диаграммы последовательности для остальных прецедентов.

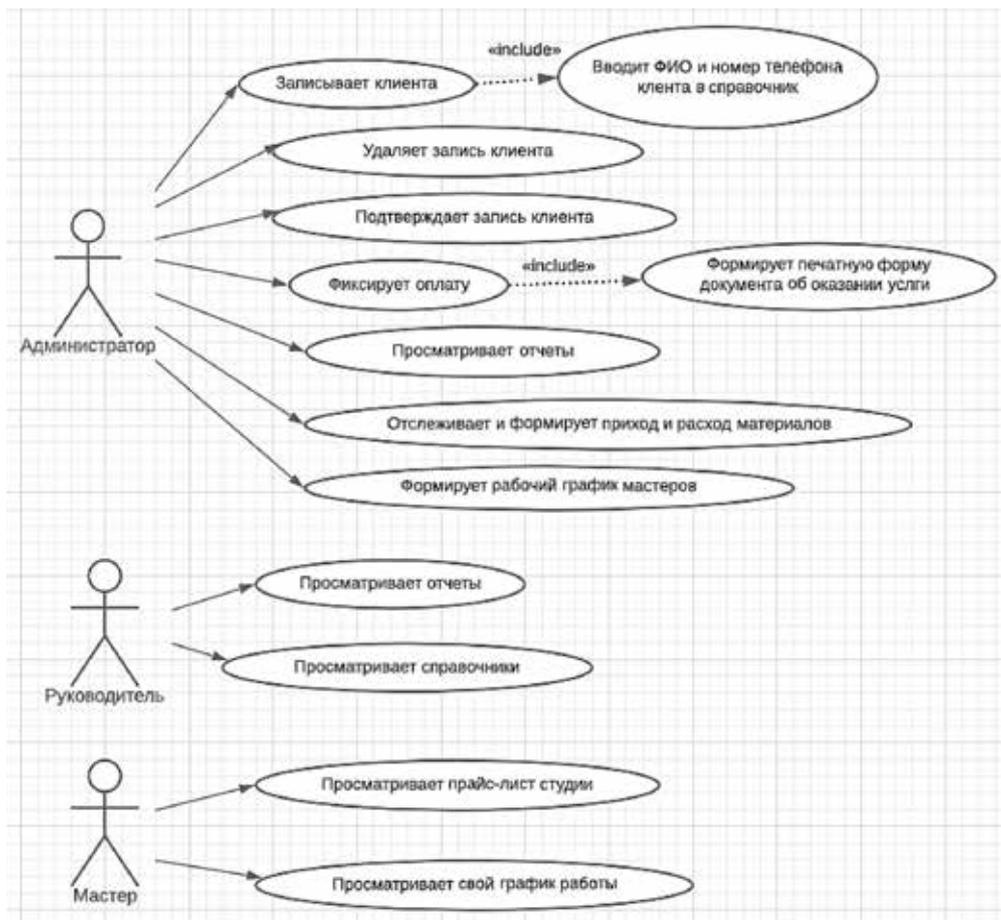


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования

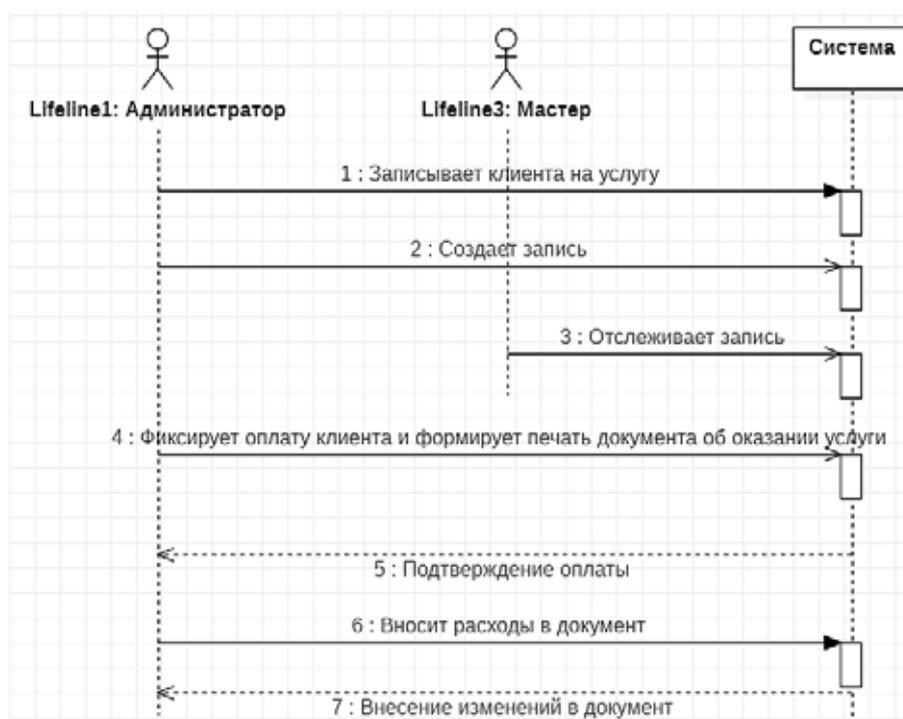


Рис. 4. Диаграмма последовательности

Заключение

Анализ предметной области и формулирование функциональных требований являются необходимыми условиями проектирования и последующей продуктивной разработки программного продукта. Для определения функциональных требований целесообразно использовать функциональную методологию моделирования и объектно-ориентированный подход.

В статье были определены функциональные требования к информационной системе учета работы студии красоты на примере сети студий «Beauty Room». В предложенной информационной системе необходима возможность хранения справочных данных об оказываемых услугах, мастерах и клиентах студии, фиксирование фактов записи клиента на услугу, оказания услуги, поступления расходных материалов, списания расходных материалов, построение отчетов о результатах деятельности организации. Описанные функции распределены между несколькими видами пользователей, определены поведенческие аспекты реализации функций.

Материалы статьи могут служить практическими рекомендациями при проектировании аналогичных систем.

Список литературы

1. 1С: Предприятие 8. Салон красоты. Описание. [Электронный ресурс]. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/beauty-salon> (дата обращения: 25.07.2022).
2. Yclients. Онлайн-запись и автоматизация. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.yclients.com> (дата обращения: 25.07.2022).
3. Easy Style. Мобильное приложение для поиска мастеров красоты в вашем городе. [Электронный ресурс]. URL: <https://esstyle.ru> (дата обращения: 25.07.2022).
4. Карпычев В.Ю. Функциональное моделирование (IDEF0) как метод исследования блокчейн-технологии // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. 2018. № 4 (123). С. 22–32.
5. Новикова Т.Б. Методологии IDEF0: типы связей, тунелирование стрелок // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 12–3. С. 377–383.
6. Гришанова Т.В. Применение объектно-ориентированного подхода для проектирования информационных систем // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2020. № 1 (15). С. 8–12.
7. Голубев С.С., Довгучиц С.И., Дюндик Е.П., Зорина Е.А. Управление процессом объектно-ориентированного проектирования сложных информационных систем с применением UML диаграмм: учебно-методическое пособие. М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр», 2019. 62 с.