

ISSN 2782-2826



MIST

Современные инновации,
системы и технологии

2021

1 (3)



MIST

MODERN INNOVATIONS, SYSTEMS AND
TECHNOLOGIES

www.oajmist.com



"Уважаемые авторы!

Перед вами третий выпуск нового международного научно-технического журнала "Современные инновации, системы и технологии", который издается Сибирским научным центром ДНИТ с 2021 года.

В настоящий выпуск традиционно включены статьи российских авторов из Сибирского федерального университета, Красноярского государственного аграрного университета, Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Краевого государственного бюджетного учреждения культуры «Енисей кино» (г. Красноярск), Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (филиал в г. Ялта), а также авторов из Узбекистана и Китайской народной республики. Статьи представлены авторами Бухарского инженерно-технологического института (г. Бухара, Узбекистан) и Xian University of Science and Technology (КНР).

Тематика представленных статей посвящена актуальным вопросам развития транспорта, прикладным задачам применения современных систем и технологий, проблемам управления и информатики, электроники, измерительной техники, радиотехники и связи, машиностроения и материаловедения. Статьи представлены как на русском, так и на английском языке.

Рубрикатор научно-технического журнала достаточно широкий; самыми актуальными темами являются информатика, физика, транспорт, а также прикладные аспекты применения современных систем и технологий. Журнал представлен на платформе eLibrary, всем опубликованным статьям присваиваются DOI, издание входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), базу Crossref."

"Dear Authors!

This is the third volume of the new international scientific and technical journal "Modern innovations, systems and technologies", which has been published by the Siberian Scientific Center DNIT since 2021.

The volume includes articles of Russian authors from the Siberian Federal University, Krasnoyarsk State Agrarian University, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Regional State Budgetary Institution of Culture "Yenisei Cinema" (Krasnoyarsk), Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky (branch in Yalta), as well as authors from Uzbekistan and the People's Republic of China. The articles are presented by the authors of the Bukhara Engineering Technological Institute (Bukhara, Uzbekistan) and the Xian University of Science and Technology. The topics of the presented articles are devoted to topical issues of transport development, applied problems of using modern systems and technologies, problems of management and informatics, electronics, measuring technology, radio engineering and communications, mechanical engineering and materials science. Articles are presented in both Russian and English.

The scope of the scientific and technical journal is quite wide; the most relevant topics are informatics, physics, transport, as well as applied aspects of the use of modern systems and technologies.

The journal is presented on the eLibrary platform, DOIs are assigned to all published articles, the publication is included in the Russian Science Citation Index (RSCI), the Crossref base."

Сайт журнала "Современные
инновации, системы и
технологии"



 Website

DOI выпуска 1(3)



 DOI 1(3)

Мы в интернете!
Подписывайтесь на наши
каналы



 conf.domnit.ru



Главный редактор

И.В. Ковалев, д-р техн. наук, профессор

Редакционная коллегия

С.П. Друкаренко, канд. техн. наук, профессор

А.А. Ступина, д-р техн. наук, профессор

Е.Н. Головенкин, д-р техн. наук, профессор

Н.А. Тестоедов, член-корр. РАН

А.С. Дулесов, д-р техн. наук, доцент

В.И. Пантелеев, д-р техн. наук, профессор

Ю.А. Шурыгин, д-р техн. наук, профессор

А.И. Легалов, д-р техн. наук, профессор

С.В. Ченцов, д-р техн. наук, профессор

Ю.В. Гуляев, академик РАН

И.Н. Карцан, д-р техн. наук, доцент

О.Я. Кравец, д-р техн. наук, профессор

В.В. Хартов, д-р техн. наук, доцент

В.В. Шайдуров, член-корр. РАН

А.А. Колташев, д-р техн. наук, доцент

О.А. Антамошкин, д-р техн. наук, доцент

А.А. Ворошилова, канд. филос. наук, доцент

А.С. Кузнецов, канд. техн. наук, доцент

В.С. Тынченко, канд. техн. наук, доцент

М.В. Сарамуд, канд. техн. наук, доцент

О журнале

Журнал «Современные инновации, системы и технологии» издается редакцией ООО «СНЦ ДНИТ».



СНЦ ДНИТ

Сибирский научный центр

Редакция проводит полную редакционную обработку статей, а также размещает научные статьи в международных и российских базах цитирования и в открытых репозиториях с целью повышения доступности научных публикаций.



eLIBRARY.RU – одна из крупнейших российских электронных библиотек научных публикаций, которая обладает огромными возможностями поиска и получения информации.



CrossRef – это международный реестр научно-информационных материалов на основе технологии DOI. CrossRef использует технологию открытых стандартов системы DOI и является также официальным регистрационным агентством DOI для образовательных и профессиональных научных публикаций.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Необходимую информацию о журнале и полный список опубликованных статей, а также аннотации к ним Вы найдете на нашем сайте www.oajmist.com

Издательство и редакция:

ООО "Сибирский научный центр ДНИТ" (ООО "СНЦ ДНИТ")
660049, Красноярск, ул. Урицкого, 61, офис 101
Телефон: 8 (391) 227-84-84
E-mail: krasnio@bk.ru
www.oajmist.com

Дизайн обложки Е.А. Борисова

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ПИ №ФС77-81397 от 30.06.2021 г.

Журнал выходит четыре раза в год.

Подписано в печать 30.09.2021 г.
Заказ № 413. Тираж 1000 экз. Изд. №03 (декабрь, 2021)

Цена свободная.

Отпечатано в типографии "Крафт" ООО "Палитра"
660050, Красноярск, ул. Кутузова, 1, стр. 37
Телефон 8 (391) 209-68-28,
E-mail: 209628@mail.ru
www.kraft-pt.ru, www.4uprint.ru

About journal

The journal «Modern Innovations, Systems and Technologies» is published by the editorial offices of LLC «SSC DNIT».



SSC DNIT
Siberian Scientific Centre

The editorial office carries out full editorial processing of articles, as well as places scientific articles in international and Russian citation bases and in open repositories in order to increase the availability of scientific publications.



eLIBRARY.RU – is one of the largest Russian electronic libraries of scientific publications, which has enormous search and information retrieval capabilities.



CrossRef – is an international register of scientific and informational materials based on DOI technology. CrossRef uses the open standards technology of the DOI system and is also the official DOI registration agency for educational and professional scientific publications.

Articles submitted to the Editorial board are reviewed. The authors of the publications are responsible for the accuracy of the information in the articles. The opinion of the editorial board may not coincide with the opinion of the authors. When reprinting, a link to the journal is required. Materials are published in the author's edition.

The necessary information about the journal and a complete list of published articles, as well as abstracts to them, can be found on our website www.oajmist.com

Publisher and Editorial office:

"Siberian Scientific Center DNIT" (Ltd. "SSC DNIT")
61, Uritskogo Street, Krasnoyarsk, 660049, Russia
Tel: +7 (391) 227-84-84
E-mail: krasnio@bk.ru
www.oajmist.com

Cover design by E.A. Borisova

The journal is registered in the FEDERAL SERVICE FOR SUPERVISION OF COMMUNICATIONS, INFORMATION TECHNOLOGY, AND MASS MEDIA
ПИ №ФС77-81397 от 30.06.2021

The journal is published four times a year.

Signed for printing 30.09.2021.
Order No. 413. Circulation 1000 copies. Ed. No. 03 (December, 2021)

Printed in a typography "Kraft" LLC "Palitra"
1/37, Kutuzova Street, Krasnoyarsk, 660050, Russia
Tel: 8 (391) 209-68-28,
E-mail: 209628@mail.ru
www.kraft-pt.ru, www.4uprint.ru

Chief Editor

I **Kovalev**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Editorial Board

S **Drukarenko**, Doctor of Technical Sciences, Professor

A **Stupina**, Doctor of Technical Sciences, Professor

E **Golovenkin**, Doctor of Technical Sciences, Professor

N **Testoyedov**,

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences

A **Dulesov**, Doctor of Technical Sciences, Ass. Prof.

V **Panteleev**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yu **Shurygin**, Doctor of Technical Sciences, Professor

A **Legalov**, Doctor of Technical Sciences, Professor

S **Chentsov**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yu **Gulyaev**, Academician of the Russian Academy of Sciences

I **Kartsan**, Doctor of Technical Sciences, Ass. Prof.

O **Kravets**, Doctor of Technical Sciences, Professor

V **Hartov**, Doctor of Technical Sciences, Ass. Prof.

V **Shaidurov**, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences

A **Koltashev**, Doctor of Technical Sciences, Ass. Prof.

O **Antamoshkin**, Doctor of Technical Sciences, Ass. Prof.

A **Voroshilova**, PhD, Associate Professor

A **Kuznecov**, PhD, Associate Professor

V **Tynchenko**, PhD, Associate Professor

M **Saramud**, PhD, Associate Professor

Содержание

- 5** **Д. И. Ковалев, М.Ф. Козлова, О.И. Ольшевская, Т.П. Мансурова**
Обзор подходов и методов к оценке сравнительной эффективности технологических процессов и производств
- 26** **П.И. Карцан** Развитие информационных технологий в туристической сфере
- 33** **Акбар Аброров, Матлуба Кувончева, Мухсин Мухаммадов**
Ионно-плазменное азотирование дисковых пил волокноотделительной машины
- 41** **А.В. Блинников**
Физико-технический подход к системному увлажнению киноплёнки
- 54** **И.В. Ковалев, В.В. Лосев, М.В. Сарамуд, А.О. Калинин, А.С. Лифарь** К вопросу формирования блочно-модульной структуры системы управления беспилотных летательных объектов
- 72** **Salokhiddin Mardonov and Khasan Saidov**
Structural and mechanical properties of new sizing compositions based on natural and synthetic water-soluble polymers
- 78** **Muhammad Waseem, Khawaja Arslan Ahmed, Muhammad Talha Azeem**
Blockchain Based Intelligent Transport System

Content

- 5** **D.I. Kovalev, M.F. Kozlova, O.I. Olshevskaya, T.P. Mansurova**
Review of approaches and methods to assess the comparative efficiency of technological processes and production
- 26** **P.I. Kartsan** Development of information technologies in the tourism sector
- 33** **Akbar Abrorov, Matluba Kuvoncheva, Mukhsin Mukhammadov**
Ion-plasma nitriding of disc saws of the fiber-extracting machine
- 41** **A.V. Blinnikov**
Physicotechnical approach to systemic film moistening
- 54** **I.V. Kovalev, V.V. Losev, M.V. Saramud, A.O. Kalinin, A.S. Lifar**
To the question for formation of a block-modular structure of the control system for unmanned aerial vehicles
- 72** **Salokhiddin Mardonov and Khasan Saidov**
Structural and mechanical properties of new sizing compositions based on natural and synthetic water-soluble polymers
- 78** **Muhammad Waseem, Khawaja Arslan Ahmed, Muhammad Talha Azeem**
Blockchain Based Intelligent Transport System

Review of approaches and methods to assess the comparative efficiency of technological processes and production

D.I. Kovalev^{1,*}, M.F. Kozlova², O.I. Olshevskaya³, T.P. Mansurova⁴

¹ Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation

² Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation

³ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

⁴ Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Association, Krasnoyarsk, Russian Federation

*E-mail: kovalev.dw7@gmail.com

Abstract. The article provides an overview of approaches and methods to assess the comparative efficiency of technological processes and production. It is known that the most common methods are those that assess production based on the analysis of the states of control objects, as components of production, taken into account in the automated control system, or analysis of the course of the technological process. It is shown that efficiency is the most general, defining property of any purposeful activity, which from the cognitive point of view is revealed through the category of the goal and is objectively expressed by the degree of goal achievement, taking into account the cost of resources and time. Increasing the efficiency of the enterprise is carried out using methods of analyzing the structures of enterprises, which allow, with the transparency of the structure and organization of production, to carry out accurate and high-quality monitoring of the state of the objects of the enterprise and their management. The analysis of comparative efficiency is an important component of production processes. The results of the analysis allow you to debug the work of the enterprise already at the initial stages of reducing the efficiency of its functioning. An important task is to find a mathematical basis for analyzing the efficiency of enterprises. The paper discusses parametric and nonparametric methods for assessing comparative efficiency. The main difference between parametric methods is the econometric estimation of parametric functions in the study of the interaction of costs and resources. The authors pay attention to the nonparametric DEA method, which, due to its characteristics, has a number of advantages and features. The method allows you to obtain a comprehensive performance indicator for each enterprise, and can also take into account multiple input and output variables. These features of the DEA method make it possible to successfully apply it in determining the indicator of the comparative efficiency of enterprises.

Key words: comparative efficiency, automated control system, enterprise, modeling, analysis

Обзор подходов и методов к оценке сравнительной эффективности технологических процессов и производств

Д. И. Ковалев^{1,*}, М.Ф. Козлова², О.И. Ольшевская³, Т.П. Мансурова⁴

¹ Красноярский государственный аграрный университет, Российская Федерация, г. Красноярск

² Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, Российская Федерация, г. Красноярск

³ Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, г. Красноярск

⁴ ОУ «ККДНиТ», Российская Федерация, г. Красноярск

*E-mail: kovalev.dw7@gmail.com

Аннотация. В статье дается обзор подходов и методов к оценке сравнительной эффективности технологических процессов и производств. Известно, что наиболее распространены методы, которые дают оценку производств, исходя из анализа состояний объектов управления, как составных частей производства учитываемых в АСУП или анализа хода технологического процесса. Показано, что эффективность – это наиболее общее, определяющее свойство любой целенаправленной деятельности, которое с познавательной точки зрения раскрывается через категорию цели и объективно выражается степенью достижения цели с учетом затрат ресурсов и времени. Повышение эффективности работы предприятия осуществляется при помощи методов анализа структур предприятий, которые позволяют при прозрачности структуры и организации производства осуществлять точное и качественное слежение за состоянием объектов предприятия и управление ими. Анализ сравнительной эффективности является важной составляющей процессов функционирования производства. Результаты анализа позволяют отлаживать работу предприятия уже на первоначальных этапах снижения эффективности его функционирования. Важной задачей является поиск математической основы анализа эффективности предприятий. В работе рассматриваются параметрические и непараметрические методы оценки сравнительной эффективности. Основным отличием параметрических методов является эконометрическая оценка параметрических функций при исследовании взаимодействия затрат и ресурсов. Авторы уделяют внимание непараметрическому методу ДЕА, который, в силу своих характеристик, обладает рядом преимуществ и особенностей. Метод позволяет получать комплексный показатель эффективности для каждого предприятия, а также может учитывать множественные входные и выходные переменные. Эти особенности метода ДЕА позволяют успешно применить его при определении показателя сравнительной эффективности предприятий.

Ключевые слова: сравнительная эффективность, АСУП, предприятие, моделирование, анализ

1. Введение

Разработка эффективно функционирующих автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и производствами (АСУП) немислима без формализации основных этапов проектирования. При этом постановки математических задач, возникающих при организации проектирования и сравнении вариантов проектных решений,

так или иначе связаны с задачами моделирования, оптимизации, выбора вариантов [1]. Известный польский специалист по методологии проектно-конструкторских разработок В. Гаспарский [2] еще в прошлом веке писал о том, что современные методологии науки в ответ на вопрос: «Что является основой проектирования?» отвечают, что основой являются критерии эффективности, выведенные из утверждений теории оптимизации. Стремление к эффективным, а не к любым допустимым решениям глубоко пронизывает современное проектирование. Методы сравнительного анализа эффективности АСУ ТП и АСУП выступают и как средства организации и модельно-алгоритмического обеспечения самого процесса проектирования, и как инструментарий подсистемы мониторинга в составе АСУП. Немаловажную роль в определении и построении подсистемы мониторинга играет выбор базовой модельно-алгоритмической концепции в виде метода оценки эффективности, как основы системы реагирования на изменения эффективности в организационно-технологическом комплексе предприятия [3].

В работе [4] приведены наиболее распространенные методы, которые могут использоваться для оценки производств, исходя из анализа состояний объектов управления, как составных частей производства, учитываемых в АСУП, или анализа хода технологического процесса. Используемыми методами оценки и оптимизации состояния объекта управления являются: метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия, метод байесовых оценок [5]. Качество управления объектом можно оценить определением математического ожидания условной вероятности [4].

Метод ранжирования [4] используется для оценки состояния объектов управления в том случае, когда необходимо контролировать параметры, ранее измерявшиеся качественно. Им приписывают некоторые количественные оценки, то есть вводят ранжирование параметров. Допускаемая при этом производительность выбора количественных оценок, затрудняет управление объектом в адаптивных системах. Чтобы унифицировать процесс ранжирования различных качественных параметров, можно использовать принцип нормированного ранжирования по какому-либо априорно принятому закону [6].

Приведенные методы рассматривают в основном оптимальность хода технологического процесса. В работе [3], в частности, анализируются методы оценки эффективности сложных производственных систем, таких как перерабатывающие производства.

2. Моделирование структур предприятий в АСУП

С целью оптимизации управления производством и возможного решения ряда проблем, связанных с охватом производственных систем и повышением уровня их управляемости, в середине 60-х годов Американское общество управления производством и запасами (APICS)

сформулировало ряд принципов, по которым предлагалось строить модели предприятия и основных производственных процессов в них. Впервые эти принципы были применены для решения задач управления материальными запасами предприятия и получили название концепции MRP (Material Requirements Planning - планирование материальных ресурсов), основные положения которой перечислены ниже:

- модель производственного процесса описывается как поток взаимосвязанных заказов;
- при выполнении заказов учитываются ограничения ресурсов;
- обеспечивается минимизация производственных циклов и запасов;
- заказы снабжения и производства формируются на основе заказов реализации и производственных графиков;
- движение заказов увязывается с экономическими показателями;
- выполнение заказа завершается к тому моменту, когда он необходим.

Иерархическая структура АСУ технологического процесса подразумевает [7]:

- поток команд направлен от верхнего уровня к нижнему;
- нижний отвечает верхнему по его запросам.

На этапе синтеза модели в состав ее параметров и структур требуется вводить дополнительные элементы (избыточность), которые при непосредственном использовании позволят управлять качеством, снизят чувствительность модели и соответствующих показателей качества к изменениям состава, структуры и содержания исходных данных [8].

При исследовании таких систем при разработке проектов их организационно-технологического развития необходимо учитывать их многоступенчатость. Математические модели могут быть использованы как для оценки функционирования организационно-технологических систем, так и для прогнозирования их развития, что особенно важно в условиях оценки стратегического управления [9].

Дадим понятие модели и системы. Система представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих частей, выполняющих некоторую полезную работу. Частью (элементом) системы могут быть любые комбинации разнообразных сущностей, включающие людей, информацию, программное обеспечение, оборудование, изделия, сырье или энергию (энергоносители). Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство. Модель - искусственный объект, представляющий собой отображение (образ) системы и ее компонентов. Считается, что М (модель) моделирует А (объект), если М отвечает на вопросы относительно А. Модель описывает то, что происходит в системе, как ею управляют, что она преобразует, какие средства использует для выполнения своих функций и что производит [10].

Одной из возможностей моделирования производственной системы предприятия является алгоритмизация. Алгоритмизация технологических процессов представляет собой разработку математического описания поведения системы. В алгоритмах реализации модели процесса, как правило, выделяются программные блоки реализации отдельно детерминированной и стохастической частей модели [4]. Поэтому математическим обеспечением являются все методы, приемы, стандартные алгоритмы, облегчающие и ускоряющие логическое проектирование предприятия в АСУП [8]. К таким методам можно отнести:

- методы исследования поведения технологических процессов и построения математических моделей;
- приемы структурной теории алгоритмов;
- программное обеспечение для автоматизации программирования;
- стандартное программное обеспечение, используемое как составная часть программ управления.

Более того, в публикации В.В. Биличенко [9] приводится предположение о том, что все производственные системы формально подобны между собой. Это подобие основано на таких важнейших атрибутах систем как: организация, управление, технология, социально-психологические отношения, правовая регуляция, экологические требования и многое другое. Производственные системы отличаются одна от другой масштабом, а также видами предметов, которые потребляются и изготавливаются, энергетическими и информационными ресурсами.

Входы-элементы, которые поступают в систему, могут рассматриваться как ресурсы, которые обеспечивают внедрение в неё мероприятий разных направлений организационно-технологического развития. Так продукты других систем, например, сырье, техника, виды продукции и другие обуславливают элементы-входы других подсистем. На этой основе может быть построена иерархическая система факторов – показателей эффективности использования ресурсов системы (см. рисунок 1), которые обуславливают уровень ее конечных результатов [9].

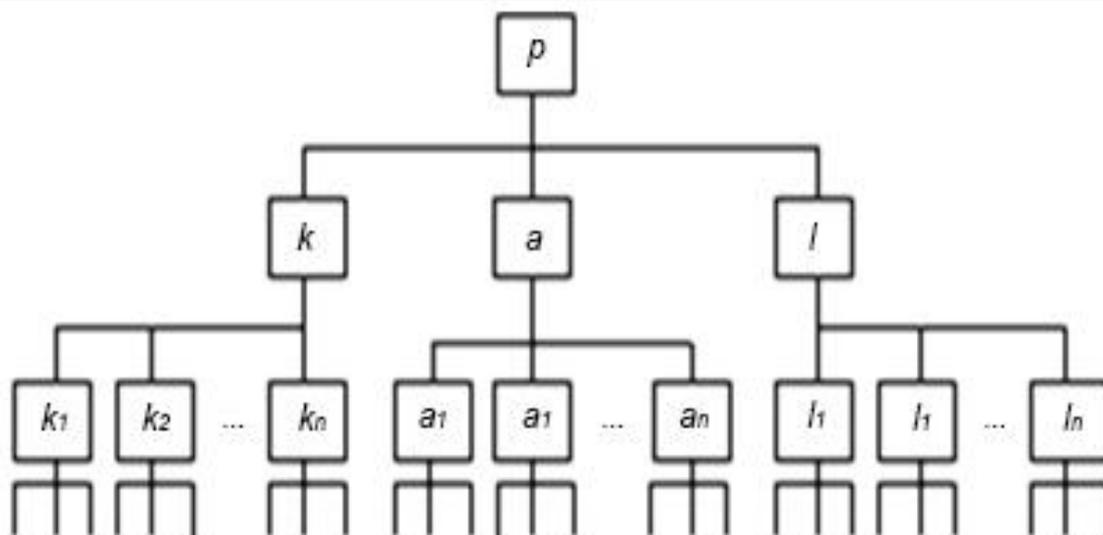


Рисунок 1. Иерархическая система факторов производства.

На рисунке 1: p – показатель, который выражает конечный результат функционирования системы, это может быть объем перевозок, рост производительности труда, прибыль, рентабельность и другие; k – показатель эффективности использования основных фондов; a – показатель эффективности использования предметов труда (запасных частей, материалов и другие); l – показатель эффективности использования труда.

3. Анализ функционирования предприятий с целью повышения его эффективности

Прежде чем разобрать понятие эффективности предприятия, познакомимся с понятием «эффективности» вообще. Эффективность – это наиболее общее, определяющее свойство любой целенаправленной деятельности, которое с познавательной точки зрения раскрывается через категорию цели и объективно выражается степенью достижения цели с учетом затрат ресурсов и времени [11, 12].

Эффективность может рассматриваться как функция от цели. Эффективность – комплексная характеристика потенциальных и (или) реальных результатов использования системы с учетом степени соответствия этих результатов целям, стоящим перед системой [8]. Выступает как индикатор развития, его важнейший стимул, становится целевым ориентиром управленческой деятельности, направляет эту деятельность в русло обоснованности, необходимости, оправданности и достаточности.

Эффективность предприятия определяют сопоставлением результатов от функционирования предприятия и затрат всех видов ресурсов, необходимых для его поддержания и развития. Критерий эффективности предприятия определяют на множестве (системе) показателей, каждый из которых описывает одну из сторон рассматриваемой

системы. В зависимости от используемого математического аппарата критерий может быть выражен в виде целевой функции или порядковой меры, устанавливающей упорядоченную последовательность сочетаний показателей. При определении результатов от функционирования системы управления в АСУП задают универсальную систему обобщенных показателей, таких, как оперативность (своевременность), устойчивость, качество управления и другие. Используемые показатели должны быть развернуты применительно к характеристикам конкретной АСУП (например: оперативность — вероятностно-временные характеристики элементов процесса управления; устойчивость — показатели надежности, помехозащищенности) [7].

Целесообразные варианты построения предприятия выбирают путем балансирования показателей приращения эффективности \mathcal{E} , получаемой за счет поддержания в работоспособном состоянии или совершенствования предприятия, и затрат Q . Математически эту задачу формируют в виде:

$$\max \mathcal{E} \text{ при } Q = \text{const};$$

или в виде обратной задачи:

$$\min Q \text{ при } \mathcal{E} = \text{const}.$$

К основным частным показателям, характеризующим экономическую эффективность предприятий [7,13], относят:

- годовую экономию (годовой прирост прибыли);
- снижение издержек производственно-хозяйственной деятельности на объектах управления;
- повышение производительности труда;
- экономию по видам ресурсов;
- высвобождение работающего персонала;
- повышение качества выпускаемой продукции.

Поэтому эффективность предприятий можно повысить:

- совершенствованием структуры технологических процессов с целью повысить их управляемость и качество;
- уменьшением влияния вероятностных изменений промежуточных технологических процессов на изменение выходных параметров [4];
- увеличением объемов обрабатываемой информации с целью уменьшить неупорядоченность технологических процессов.

Понятие технической эффективности базируется на классическом рассмотрении производственной системы как «черного ящика», действия которого направлены на

оптимальное достижение своих целей. В качестве источников технической эффективности рассматривается весь комплекс внутренних факторов, причем особое внимание уделяется совершенству системы управления, а также распределению нагрузки на элементы автоматики.

Рассмотрим основные причины неэффективности деятельности предприятия [14]:

1. Неэффективность вследствие неоптимального масштаба развернутости производства с избытком резервных элементов или их неупорядоченностью (неэффективность по масштабу).
2. Неэффективность внутренних технологических процессов и объектов предприятия.
3. Неэффективность вследствие нерационального распределения потребляемых ресурсов и несоответствия качества (количества) продукции и спросу на нее.
4. Неэффективность вследствие недостаточно продуманного механизма управленческих решений, не полной реализации потенциала персонала и средств АСУ.

Повышение эффективности работы предприятия осуществляется при помощи методов анализа структур предприятий, которые позволяют при прозрачности структуры и организации производства осуществлять точное и качественное слежение за состоянием объектов предприятия и управление ими. Рассмотрим некоторые из методов анализа структур предприятий в АСУП.

4. Параметрические и непараметрические методы оценки сравнительной эффективности

Параметрические и непараметрические методы были взяты нами из эконометрических подходов анализа эффективности организаций, но позволяют исследовать и производственные системы, так как рассматривают ресурсы и выпуск продукции. Полученные данные по показателям эффективности производств позволят принимать взвешенные решения и проводить планомерную политику повышения эффективности работы предприятий.

Проанализируем методы, отмеченные в [14-17]. Для начала рассмотрим непараметрические методы:

- метод DEA;
- метод свободного расположения оболочки (FDH);
- индексы производительности (PI).

4.1. Метод DEA (Data Envelopment Analysis)

Метод DEA основан на построении границы эффективности, которая является аналогом производственной функции для случая, когда выпуск не скалярный, а векторный.

Граница эффективности имеет форму выпуклой оболочки или выпуклого конуса в пространстве входных и выходных переменных. Граница используется в качестве эталона для получения численного значения эффективности каждого из оцениваемых предприятий. Однако метод DEA имеет следующую особенность: он позволяет оценивать только относительную эффективность предприятий, то есть эффективность по сравнению друг с другом. Степень эффективности предприятий определяется их близостью к границе эффективности в многомерном пространстве входов и выходов. Способом построения границы эффективности является многократное решение задачи линейного программирования. Граница формируется как кусочно-линейная кривая, которая соединяет наиболее эффективные точки, тем самым, формируя выпуклую кривую производственных возможностей [16,18,19].

4.2. Метод свободного расположения оболочки

Метод свободного расположения оболочки также называют «анализом оболочки данных со свободным размещением» (Free Disposable Hull Analysis). Данный подход, предложенный Депринсом, Симаром и Тулкенсом (Deprins, Simar, Tulkens [20, 21]) в 1984 году, представляет собой частный случай метода DEA, когда точки на линиях, соединяющих наиболее эффективные значения показателей, не включаются в границу эффективности. Таким образом, ни одно из предприятий не может достигнуть состояния максимальной эффективности. Основным отличием метода FDH является специфика построения границы эффективности. В основе метода DEA лежит возможность линейных комбинаций наборов входных и выходных переменных, что предполагает взаимозаменяемость ресурсов. В методе FDH, наоборот, взаимозаменяемость отсутствует, применяется производственная функция *леонтьевского* типа. В результате чего граница эффективности имеет ступенчатый вид. Она образуется путем пересечения вертикальных и горизонтальных линий для каждой из рассматриваемых комбинаций входов и выходов [16, 20].

4.3. Метод индексов производительности (Productivity indexes)

Индекс – это относительная величина, показывающая, во сколько раз численное выражение уровня изучаемого явления в данных условиях отличается от уровня того же явления в других условиях. Различие условий может проявляться во времени (тогда говорят об индексах динамики), в пространстве (территориальные индексы), выборе в качестве базы сравнения какого-либо условного уровня, например планового показателя, уровня договорных обязательств и тому подобное. Они представляют собой простейшую оценку сравнительной производительности между двумя объектами. Идея индексов производительности (PI) основана на общей теории индексов. Индексы производительности представляют собой

отношение суммы взвешенных выходных переменных к сумме взвешенных входных переменных. Примерами индексов производительности в анализе эффективности производственных объектов выступают индекс Малмквиста (Malmquist Productivity Index), используемый в паре с методом DEA; индекс Торнквиста (Tornqvist Productivity Index) и индекс Фишера (Fisher Productivity Index).

Индексы, которые рассчитываются по типу индексов физического объема, применимы при изучении наборов, состоящих как из разных объектов, так и из объектов одного и того же типа. Если совокупность неоднородна (например, совокупность производимых продуктов различного вида), то индекс физического объема – единственный способ показать динамику такой массы различных предметов, выражая ее через взвешивающий множитель (себестоимость, трудоемкость). Если совокупность состоит из объектов одного типа, то динамику этой массы можно показать непосредственно, сравнивая общее количество таких предметов в отчетном периоде с аналогичной величиной в базисном [17].

4.4. Параметрические методы оценки эффективности

Параметрические методы оценки эффективности опираются на известную спецификацию производственной функции, включают в себя метод стохастических границ, метод без спецификации распределения и метод густой границы. При использовании этих методов нельзя обойтись без вычисления основных параметров распределения (средних величин, дисперсий), поэтому они получили название параметрических методов.

Рассмотрим параметрические методы:

- метод стохастической границы;
- метод без спецификации распределения;
- метод густой границы.

4.5. Стохастическая фронтальная модель (Stochastic Frontier Analysis, SFA)

SFA-модель впервые была представлена Aigner, Lovell, Schmidt [22,23] и Meeusen, van den Broeck [22] в 1977 году. В основе метода стохастической границы лежит предположение о том, что эффективность распределена несимметрично, тогда как случайная ошибка подчиняется симметричному распределению. Как правило, в качестве закона распределения принимается стандартное нормальное распределение. Особенности SFA-модели являются построение границы эффективности на основе заданной спецификации ее функциональной формы и непосредственное включение в модель случайного компонента.

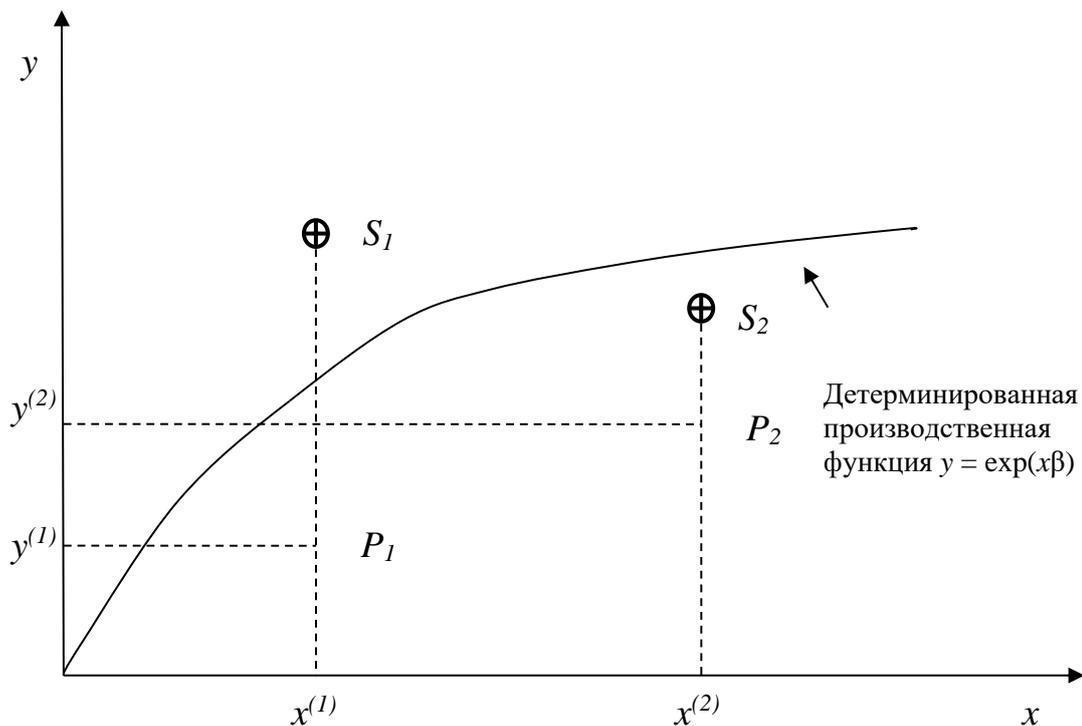


Рисунок 2. Стохастическая производственная функция.

SFA-модель была параметризована [24] в форме производственной функции Кобба–Дугласа:

$$\ln(y^{(i)}) = x^{(i)}\beta + v^{(i)} - u^{(i)}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

где N – количество рассматриваемых объектов; $\ln(y^{(i)})$ – натуральный логарифм числового значения выпуска i – го объекта; $x^{(i)}$ – вектор размерностью $(K+1)$, чей первый элемент равняется 1, а все последующие элементы являются натуральными логарифмами значений количества используемых i – м объектом K ресурсов; $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_K)$ – вектор неизвестных параметров, подлежащих оценке; $v^{(i)}$ – случайная ошибка, предназначенная для измерения значения воздействия на значение переменной выпуска таких случайных факторов, как погода, забастовки, удача и тому подобное, а также общего воздействия неучтенных ресурсов переменных производственной функции; $u^{(i)}$ – имеющая положительное значение случайная переменная, связанная с технической неэффективностью производств в конкретной отрасли.

Эйгнер, Ловелл и Шмидт [22] предположили, что $v^{(i)}$ являются независимыми случайными переменными с одинаковым нормальным распределением с нулевым средним значением и постоянной вариацией. Они независимы от $u^{(i)}$, которые предполагались как независимые случайные переменные с одинаковым экспоненциальным или усеченным нормальным распределением. В такой модели значения выпуска ограничены стохастической переменной $\exp(x^{(i)}\beta + v^{(i)})$. При этом случайная ошибка $v^{(i)}$ может принимать как

положительные, так и отрицательные значения. Таким образом, граница производственных возможностей (ГПВ) оказывается не детерминированной, а стохастической. Причем значения выпусков продукции варьируются вокруг детерминированной части рассматриваемой модели: $\exp(x^{(i)}\beta)$.

Основные особенности модели оценки стохастических ГПВ могут быть проиллюстрированы на двухмерном графике рисунок 2. Детерминированная составляющая модели изображена, исходя из предположения об уменьшающейся отдаче от масштаба. На графике представлены используемые ресурсы и выпуск для двух организаций, имеющих одинаковые технологии производства [25]. Организация 1 использует $x^{(1)}$ ресурсов для выпуска $y^{(1)}$ продукции. Указанное значение отмечено точкой P_1 . Значение выпуска, соответствующее стохастической границе, отмечено точкой S_1 . Оно находится выше производственной функции, так как случайная ошибка $v^{(1)}$ имеет положительное значение. Для фирмы 2 такая точка находится ниже производственной функции по причине отрицательного значения случайной ошибки $v^{(2)}$. Очевидно, что значения выпуска, лежащие на стохастической ГПВ, не наблюдаемы, так как не наблюдаемы соответствующие им случайные ошибки, $v^{(1)}$ и $v^{(2)}$. Тем не менее, детерминированная составляющая рассматриваемой модели лежит именно между этими значениями выпуска. Наблюдаемое значение выпуска фирмы может быть и выше детерминированной составляющей, если случайная ошибка (v) превышает показатель неэффективности для этой фирмы (u) [22]. Показателем неэффективности принимается условная средняя или мода распределения.

Метод SFA сначала разрабатывался в конце 1970-х гг. как абстрактная эконометрическая модель, носящая универсальный характер [15]. Стохастическая фронтальная модель включает в себя два компонента случайной переменной — симметричный, отражающий влияние случайных факторов, и строго неположительный, отражающий эффективность работы производства. Закон распределения случайного компонента эффективности выбирается исследователем и задается при спецификации модели. Одним из базовых предположений стохастической фронтальной модели является наличие общей производственной границы для всех объектов выборки. В случае нарушения данного предположения форма и положение границы (а как следствие и значения эффективностей работы всех объектов выборки) могут быть определены неправильно. Поэтому для корректной спецификации модели необходим предварительный анализ выборки на наличие выбросов [14,26].

4.6. Метод без спецификации распределения (distribution free approach, DFA)

DFA-метод предполагает наличие некоторой средней эффективности для каждого предприятия за определенный период времени. Данный метод был предложен Бергером в 1993 году [27]. В целом, метод DFA повторяет метод SFA, однако его особенность заключается в том, что оценка эффективности не может быть отделена от случайной ошибки, отделение эффективности от случайной компоненты производится иным способом. Предполагается, что неэффективность постоянна во времени, а средняя величина случайной ошибки за период стремится к нулю. Данная статистическая модель также основана на вероятностном подходе к определению границы и требует спецификации функционального вида границы эффективности. В отличие от стохастического фронтального анализа, данный подход не требует строгих предположений о законе распределения эффективностей. Таким образом, данная модель строится на основе панельных данных и является модификацией модели со случайными эффектами [14].

4.7. Метод густой границы

Еще одним параметрическим методом, редко используемым в анализе производств, является метод густой (плотной, широкой) границы (Thick Frontier Approach, TFA), разработанный А. Бергером и Д. Хэмфри в 1991 году [27]. Метод TFA основан на выделении из всей выборки двух квартилей - с наиболее высокими и наиболее низкими показателями эффективности. В рамках метода определяется функциональная форма зависимости издержек и прибыли от входных параметров. Предполагается, что отклонения в прогнозных значениях между наивысшим и самым низким квартилями представляет собой показатель эффективности. Метод TFA не предназначен для оценки эффективности отдельного предприятия, а нацелен на анализ общего уровня эффективности в выборке. Стохастическая модель на основе широкой границы использует только предположение о функциональной форме границы, не накладывая дополнительных ограничений на распределения эффективностей и случайной компоненты.

5. Сравнительный анализ и обоснование выбора метода

Для обоснования подходящего метода модельно-алгоритмической основы АСУП для оценки эффективности предприятий, сравним особенности рассмотренных методов. В таблице 1 приведем сравнительную характеристику по выделенным критериям параметрических методов.

Таблица 1. Сравнительная характеристика параметрических методов.

Методы	Особенности Случайная ошибка	Определение границы распределения эффективности	Закон распределения
SFA	Случайная ошибка подчиняется симметричному распределению	Эффективность распределена несимметрично, закон распределения случайного компонента эффективности выбирается исследователем и задается при спецификации модели	Стандартное нормальное распределение
DFA	Средняя величина случайной ошибки за период стремится к нулю	Оценка эффективности не может быть отделена от случайной ошибки, отделение неэффективности от случайной компоненты производится иным способом	Требует строгих предположений о законе распределения эффективностей. Строится на основе панельных данных и является модификацией модели со случайными эффектами
TFA	Отклонения от прогнозных значений внутри наивысшего и самого низкого квартилей представляет собой случайную ошибку	Отклонения в прогнозных значениях между наивысшим и самым низким квартилями представляет собой показатель эффективности	Предположение о функциональной форме границы

Из описания параметрических методов и их сравнительной характеристики можно сделать выводы:

- Метод фронтальной границы требует предварительного выбора закона распределения случайной составляющей эффективности и соответственно не может быть определен наверняка, а только с определенной долей вероятности, поэтому выбросы в показателях не удастся полностью исключить. Метод SFA хорошо проработан только для случаев с одним выпускаемым продуктом или одним потребляемым ресурсом.
- Метод без спецификации распределения требует базового предположения о постоянном значении эффективности во времени. На практике данное предположение нарушается даже при условии сохранения организационных

принципов работы предприятия из-за влияния научно-технического прогресса, изменений законодательной базы и экономических циклов. А также обязательное требование к наличию панельных данных (для симметричности влияния случайного компонента необходима достаточно длинная панель за длительный промежуток времени) [14].

- Метод густой границы не может предоставить индивидуальные значения эффективности для каждой организации, только возможность расчета средней эффективности по выборке.

Преимуществами параметрических (SFA, DFA, TFA) методов являются:

- В методах учтена возможность случайных ошибок, например, из-за ошибок построения границы или неверной отчетности. Неправильное измерение эффективности работы одного предприятия не влечет за собой смещение оценок остальных [15].
- Учитывают такую характеристику как стохастичность, все они дают оценку эффективности, а не ее строгое вычисление.
- Не требуется применение дополнительных методик (например, bootstrap [28]) для тестирования гипотез о значимости полученных оценок и влиянии различных факторов.
- Уменьшение влияния отдельных наблюдений (выбросов).

Преимущества непараметрических (DEA, FDH, PI) методов перед параметрическими:

- Отсутствие изначальных предположений о форме границы эффективности, граница представляется в виде произвольной ломаной.
- Отсутствие предположений о распределении эффективности работы организаций. Исключение составляет обязательность существования предприятий со стопроцентной эффективностью, которые и определяют вершины ломаной.
- Предоставляют точное вычисление показателя эффективности для каждого объекта.
- Возможность вычисления показателей объектов для большого количества входов и выходов (DEA).

Приведем в таблице 2 сравнительные характеристики непараметрических методов.

Таблица 2. Сравнительная характеристика непараметрических методов.

Методы	Особенности Построение производственной границы	Взаимозаменяемость входов и выходов	Вид производственной границы
DEA	Строится по матрице входов и выходов	Предполагает перестановку входов и выходов	Граница формируется как кусочно-линейная кривая, которая соединяет наиболее эффективные точки
FDH	Граница эффективности имеет ступенчатый вид	Взаимозаменяемость входов и выходов отсутствует	Граница формируется в виде ступенчатой ломанной
PI	Линейная граница, которая строится по данным нескольких временных периодов	Взаимозаменяемость возможна между двумя объектами	Показывает отношения двух объектов в разные временные промежутки

Как следствие, непараметрические методы основываются на следующих предположениях [14]:

- отсутствие случайных факторов, которые могут влиять на эффективность работы предприятия;
- отсутствие ошибок при построении границы;
- совершенство отчетности, определяемой техническими средствами.

Из приведенных описаний и сравнительных характеристик, можно сделать следующие выводы:

- Метод оболочки данных (DEA) предоставляет измерение показателя эффективности при векторном входе и выходе, что позволяет подсчитывать показатели эффективности, учитывая множественные факторы и сравнивая большое количество объектов.
- Метод свободного расположения (FDH) оболочки не предполагает наличия предприятий с максимальной эффективностью и оценивает объекты, исходя из невозможности замены одних ресурсов другими, что суживает применение модели при оценке объектов в расширенной совокупности.
- Метод индексов производительности (PI) используется в основном для определения сравнительных показателей эффективности предприятий, рассматриваемых в определенный промежуток времени.

Необходимость применения непараметрических методов, обладающих свойствами анализа случайной ошибки и определения распределения эффективности по объектам выборки, отпадает. Так как мы работаем с измерительной информацией, на основе которой строятся показатели входов и выходов предприятий, и которая определяется техническими

средствами с достаточно высокой долей точности. Погрешности в точности получаемой информации ложатся на обслуживающий эти средства персонал.

Среди непараметрических методов выделим метод DEA и отметим необходимость применения его для модельно-алгоритмического обеспечения подсистем оперативного мониторинга в АСУП [29]. Значения показателя могут колебаться в интервале от 0 до 100%, причем стопроцентную эффективность имеют предприятия, находящиеся на границе эффективности. К преимуществам данного подхода относятся объективность и воспроизводимость результатов. Построение границы эффективности и расчет индивидуальных значений эффективностей объектов производится с использованием четких математических моделей. Возможно включение в модель одновременно любого количества факторов, влияющих на эффективность, и определение значимости того или иного фактора. В результате имеется возможность сравнения предприятий на основе рассчитанных значений эффективностей [14, 28, 29].

6. Заключение

В работе приводится понятие автоматизированной системы управления предприятием, а также структура, некоторые особенности моделирования и понятие эффективности предприятия, как одной из целей его моделирования. В результате выделены основные задачи и функции системы, заключающиеся в обеспечении эффективного функционирования производства и поддержании работоспособности составляющих его модулей и объектов.

Существующие методы анализа структур и функционирования предприятий обладают рядом свойств, позволяющих повысить эффективность функционирования предприятий за счет анализа и синтеза их структуры. Известная методология «IDEF0», как наиболее приближенная к оценке предприятий, позволяет анализировать как структуру, так и способы взаимодействия объектов, входящих в производственную систему. Отдельно стоит выделить методы, основанные на технологиях «BMS» и «CASE», которые сочетают управление с производственными и организационными процессами, учитывая документооборот в управлении предприятием. Построение унифицированных структурных моделей технологических операций по «Методу анализа процесса» позволяет повысить управляемость отдельных объектов за счет прозрачности и унификации производства.

Аналитический обзор внешних и внутренних факторов по методу «SWOT-анализа» и обзор эталонных предприятий по методу «Бенчмаркинга» строят более полную картину работы производства. В логической основе методов «Тагутти» и «Функционально-стоимостного анализа» лежит оптимизация производства и процессов, протекающих в нем, с целью повышения качества выпускаемой продукции и отладки связей между объектами

управления в предприятии. Дополняют данные методы «Value stream mapping» и «Диаграммы Ишикавы», позволяющие оценивать структуру, находить причины снижения эффективности производств, и оптимизировать процесс создания промышленных продуктов по времени или обеспечить более оперативный отклик производства на изменяющиеся внешние условия.

Моделирование функциональных связей и структур предприятий совместно с их системами управления позволяет построить подсистему анализа эффективности технологических процессов и производств в АСУ предприятием для повышения прозрачности работы и управляемости производства. Это приводит к повышению оперативности работы АСУП. Анализ сравнительной эффективности является достаточно важной составляющей процессов функционирования производства, более того, он должен осуществляться оперативно. Это позволит отлаживать работу предприятия буквально на первоначальных этапах снижения эффективности его функционирования. Поэтому важной задачей является поиск математической основы анализа эффективности предприятий.

В рамках данного обзора проанализированы параметрические и непараметрические методы оценки эффективности производственных объектов. Основными отличиями параметрических методов является эконометрическая оценка параметрических функций при исследовании взаимодействия затрат и ресурсов. Существенное внимание уделено непараметрическому методу DEA, который в силу своих характеристик, обладает рядом преимуществ и особенностей. Позволяет получать комплексный показатель эффективности для каждого предприятия и предполагает выдачу рекомендаций по повышению их эффективности, а также может учитывать множественные входные и выходные переменные. Эти особенности метода DEA позволяют успешно применить его при определении показателя сравнительной эффективности предприятий.

Проведенные исследования наметили необходимость решения следующих научно-практических задач:

- дальнейшее развитие метода DEA и разработка его модификаций с целью учета дополнительных факторов при осуществлении оценки сравнительной эффективности работы предприятий различного типа;
- на основе рассмотренных методов оценки функционирования предприятий, реализовать способ анализа структуры предприятий;
- разработать методическое и алгоритмическое обеспечение оперативных подсистем мониторинга сравнительной эффективности технологических процессов и производств.

Список литературы

- [1] Юдин, Д.Б. Математические методы оптимизации устройств и алгоритмов АСУ / Д.Б. Юдин, А.П. Горяшко, А.С. Немировский, под ред. Ю.В. Асафьева, В.А. Шабалина. – М.: Радио и связь, 1982. – 288 с.
- [2] Гаспарский, В. Праксеологический анализ проектно-конструкторских разработок: Пер. польск / В. Гаспарский, под ред. А.И. Половникова. – М.: Мир, 1978. – 97 с.
- [3] Новожилов, А.А. Модифицированный метод оценки сравнительной эффективности предприятий в подсистеме мониторинга АСУП: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.06 / А.А. Новожилов; [Место защиты: Сиб. аэрокосм. акад. им. акад. М.Ф. Решетнева]. – Красноярск, 2011.- 161 с., ил. РГБ ОД, 61 12-5/821.
- [4] Вальков, В.М. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. – 3-е изд., перераб. и доп. / В.М. Вальков, В.Е. Вершин. – Л.: Политехника, 1991. – 269 с.
- [5] Гусаров, В.М. Статистика: Учеб. пособие для вузов / В.М. Гусаров. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 463 с.
- [6] Зенюткин, Н. О способах формирования информационных структур для моделирования объектов, сред и процессов / Н. Зенюткин, Д. Ковалев, Е. Туев, Е. Туева // Современные инновации, системы и технологии - Modern Innovations, Systems and Technologies. – 2021. – № 1(1). – С. 10–22. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2021-1-1-10-22>.
- [7] Данильченко, И.А. Проектирование АСУП на основе типовых решений / И.А. Данильченко, А.С. Армягов, В.А. Егорова. – М.: Статистика, 1977. – 213 с.
- [8] Охтелев, М.Ю. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов / М.Ю. Охтелев, Б.В. Соколов, Р.М. Юсупов. – М.: Наука, 2006. – 410 с.
- [9] Биличенко В.В. Многоступенчатость организационно-технического развития производственных систем на автомобильном транспорте / В.В. Биличенко, С.О. Романюк. – М.: Машиностроение и транспорт, 2009. – №1. – 1-5 с.
- [10] Р 50.1.028-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
- [11] Альпидовская, М.Л. и др. Макроэкономика: учебник / М.Л. Альпидовская и др. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. – 412 с.
- [12] Реброва, Т.И. Мероприятия по эффективности производства предприятий легкой промышленности / Т.И. Реброва. Компьютерные технологии при моделировании, в управлении и экономике: Сборник научных трудов. – Харьков: ХАИ, 2004. – 400-

405 с.

- [13] Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка: учеб.-практ. пос / Ю.Н. Федоров. – М.: Инфра - инженерия, 2008. – 928 с.
- [14] Павлюк, Д.В. Статистическое исследование эффективности деятельности банков в Российской Федерации: дис. ... канд. эк. наук / Д.В. Павлюк. – М. 2005. – 59-64 с.
- [15] Моисеев, С.Р. Аналитический отчет. Эффективность российских банков. / С.Р. Моисеев. М: Изд-во МФПА, 2007. – 20 с.
- [16] Новожилов, А.А. Анализ эффективности организационно-технологических комплексов предприятий / И.В. Ковалев, А.А. Новожилов, Т.А. Рукавицына // Системы управления и информационные технологии. – 2010. – 4(42). – С. 36-39.
- [17] Иванов, Ю.Н. Экономическая статистика: учебник / под ред. Ю.Н. Иванова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 584 с.
- [18] Cooper, W.W. Handbook on Data Envelopment Analysis / W.W. Cooper, L.M. Seiford, J. Zhu (Eds.). – Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 608 p.
- [19] Cooper, W. Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software Second Edition / W. Cooper, Lawrence M. Seiford, K. Tone. – Springer Science+Business Media, LLC, 2007.
- [20] Afonso, A., Public Sector Efficiency: An International Comparison / L. Schuknecht, V. Tanzi // European Central Bank Working Paper Series. – 2003. – No 242. – P. 18-23.
- [21] Simar, L. Stochastic FDH/DEA estimators for frontier analysis / L. Simar, V. Zelenyuk // Springer Science+Business Media, 2010. – P.350-371.
- [22] Aigner, D.J. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models / D.J. Aigner, C.A.K. Lovell, P. Schmidt // Journal of Econometrics. – 1977. – 6(1). – P. 21–37.
- [23] Алескеров, Ф.Т. Анализ и оценка эффективности функционирования банков и банковских систем / Ф.Т. Алескеров, Ю.И. Мартынова, В.М. Солодков. – М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2009. – С.69-71.
- [24] Гончаров, В. А. Методы оптимизации: учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. – Москва: Издательство Юрайт, 2020.
- [25] Бертсекас, Д. Стохастическое оптимальное управление / Д. Бертсекас, С. Шрив. – М.: Наука, 1985. – 280 с.
- [26] Coelli, T. An introduction to efficiency and productivity analysis / T. Coelli, D.S. Prasada Rao, G.E. Battese. – Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [27] Berger, A. The efficiency of bank branches / A. Berger, J. Leusner, J. Mingo // Journal of Monetary Economics. – 1997. - № 40. – P.141-162.

- [28] Моргунов, Е.П. Многомерная классификация на основе аналитического метода оценки эффективности сложных систем: дисс...канд.техн.наук. – Красноярск, 2003.
- [29] Туев, Е. В. Реализация мониторинга эффективности предприятий с помощью специальной подсистемы АСУП. / Е.В. Туев, М. Козлова, О. Ольшевская // Современные инновации, системы и технологии - *Modern Innovations, Systems and Technologies*. – 2021. – 1(2). – 34–45. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2021-1-2-34-45>.

Development of information technologies in the tourism sector

P.I. Kartsan

Humanitarian and Pedagogical Academy (branch) of the Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education «Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky»,
14, Khalturina str., Yalta, 298600, Russian Federation

E-mail: pkartsan@mail.ru

Abstract. The development of foreign and Russian tourist information centers is characterized. The extensive expansion of the network of Russian centers, the diversity of their activities, the accumulation of a number of unresolved problems are noted. A vector of transformations of domestic tourist information centers is proposed based on the formulation of three hypotheses: a further increase in the tourist mobility of the population; structural shifts in the tourist flow: a decrease in the share of organized tourists and an increase in the share of amateur tourists; expansion of the information capabilities of the centers. The development of the system of tourist information centers, both on the territory of the Russian Federation and in the world, is considered. This is an urgent problem from the point of view of forming a positive image of the regions in the field of international and domestic tourism. In the presence of a developed network of tourist companies engaged in the organization of regional tourism, the number of tourist information centers is small, and their development needs systematic coordination. A systematic approach to building a network of tourist information centers in Russian regions will help solve the main task of regional policy - creating conditions for more effective and harmonious development of regions and ensuring the growth of the welfare of the country's population. the article describes the conceptual foundations and economic and organizational principles of the creation and development of tourist information centers. The foreign and domestic experience in this field is summarized. Various approaches to the organization and evaluation of the effectiveness of the formed system of tourist information centers are identified. Conclusions are drawn about the need to improve the current system of tourist information centers and assess the prospects for its use in Russian practice in modern conditions.

Keywords: information technologies, tourism, development, internet, strategy

Развитие информационных технологий в туристической сфере

П.И. Карцан

Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) федерального автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский Федеральный Университет имени В.И. Вернадского», ул. Халтурина, 14, г. Ялта, 298600, Российская Федерация

E-mail: pkartsan@mail.ru

Аннотация. В статье представлены основные характеристики развития зарубежных и российских туристских информационных центров. Отмечается экстенсивное наращивание сети российских центров, разнообразие их деятельности, накопление ряда нерешенных проблем. Предлагается вектор преобразований отечественных туристских информационных центров на основе формулирования трех гипотез: дальнейшего увеличения туристской подвижности населения; структурных сдвигов в туристском потоке: снижение доли организованных туристов и увеличение доли самостоятельных туристов; расширение информационных возможностей центров. Рассматривается развитие системы туристических информационных центров как на территории Российской Федерации, так и в мире. Это является актуальной проблемой с точки зрения формирования позитивного имиджа регионов в сфере международного и внутреннего туризма. При наличии развитой сети туристских фирм, занимающихся организацией регионального туризма, количество информационных туристских центров небольшое, а их развитие нуждается в системной координации. Системный подход к построению сети туристских информационных центров в российских регионах поможет решить главную задачу региональной политики - формирование условий для более эффективного и гармоничного развития регионов и обеспечения роста благосостояния населения страны. представлено описание концептуальных основ и экономико-организационных принципов создания и развития туристских информационных центров. Обобщен зарубежный и отечественный опыт в данной области. Выявлены различные подходы к организации и оценке эффективности формируемой системы туристских информационных центров. Сделан вывод о необходимости совершенствования действующей системы туристских информационных центров и оценки перспектив его использования в российской практике в современных условиях.

Ключевые слова: информационные технологии, туризм, развитие, интернет, стратегия

1. Введение

Сфера мирового туризма по своим экономическим показателям является одной из самых прибыльных сфер в экономической системе большинства стран. Область туризма, характеризуясь своими выдающимися успехами и многочисленными специализациями,

оказывает сильное воздействие на систему транспорта (автотранспорт, авиатранспорт, аэротранспорт) и на уровень торговли между различными странами.

Комплекс информационных технологий, применяемых на современных этапах прогресса сферы туризма, по своей структуре и особенностям состоит из нескольких элементов: автоматическая система резервирования, настройки видеосистем, координации информационными потоками и общая система электронной транзакции денег и т. д. Нынешние информационные технологии являются важной составной частью туристической сферы, которые обуславливают её скорый прогресс. Рекламные компании туристических фирм часто размещаются в интернете на различных сайтах, тем самым привлекая всё большее внимание аудитории. Эффективная деятельность сайта туристических фирм является основной базовой составляющей любого туристического агентства. Деятельность сайта не может осуществляться без помощи рекламы. Персональный компьютер и интернет, будучи общедоступными современными технологиями, являются тем специфическим фактором, в результате которого всё новые и новые информационные технологии внедряются во все сферы туризма. Туристические фирмы и различные турагентства используют абсолютно весь имеющийся потенциал информационного ресурса интернета, чтобы еще более модернизировать систему резервирования. Например, онлайн заказы были пионерами в области электронного резервирования туристических поездок, которые вместе с развитием интернета превратились в мощный фактор, обуславливающий развитие туризма в рамках современных коммуникационных технологий.

2. Проблемы и перспективы развития информационных технологий

Информационный ресурс представляет собой объективную и своевременную информацию, необходимую для ведения туристского бизнеса, в том числе информацию о туристском рынке, клиентах, спросе, предложении и т.д. Наличие полной и достоверной информации является необходимым условием ведения предпринимательской деятельности в туризме. Предприятия туристской индустрии, способные продуктивно использовать информационно-коммуникационный ресурс, становятся лидерами рынка и обеспечивают ускоряющееся развитие туризма. Те предприятия туристической индустрии, которые активно внедряют и используют современные информационные технологии, в свою очередь стимулируют их развитие.

Развитие информационной среды становится важнейшим фактором роста туризма. Современный уровень развития информационно-коммуникационных технологий существенно влияет на все аспекты организации туристского бизнеса. В частности, с помощью интернет- технологий появилась возможность управлять в реальном времени объектами

туристской индустрии, расположенными в любой точке земного шара. Это позволяет создавать принципиально новые типы организаций в сфере туризма - пространственно-распределенные сетевые структуры, виртуальные туристические фирмы и т.д. Именно информационно-коммуникационная инфраструктура содержит огромный потенциал для развития туристического бизнеса [1].

Внедрение современных информационных технологий должно обеспечивать выполнение ряда требований, в том числе наличие удобного и дружелюбного интерфейса, обеспечение безопасности с помощью различных методов контроля и разграничения доступа к информационным ресурсам, поддержку распределенной обработки информации, использование архитектуры клиент-сервер, модульный принцип построения систем, поддержку технологий интернет и т.д. [2-4].

3. Концепция развития информационного туризма

Информационное пространство выполняет следующие основные функции:

- 1) Интегрирующая, в рамках которой происходит объединение информационного пространства и различных видов человеческой деятельности, в том числе как отдельных людей, так и целых государств, народов и международных коалиций, транснациональных корпораций в единую пространственно-коммуникативную и социокультурную среду [5-7];
- 2) Коммуникативная - позволяет осуществлять информационный обмен в рамках созданной особой среды за счет трансграничной, интерактивной и мобильной коммуникации различных субъектов деятельности [3];
- 3) Актуализирующая. Субъекты деятельности посредством реализации ими информационной политики осуществляют актуализацию своих интересов;
- 4) Геополитическая - формирование собственных ресурсов изменяет значимость традиционных ресурсов, создавая новую среду геополитических отношений и конкуренции;
- 5) Социальная - происходит трансформация состава общества, изменение характера и содержания социально-политических (общественных) отношений во всех сферах - политике, культуре, науке, религии и других [2-4].

Развивая сферу туризма в современном мире, необходимо учитывать основные направления формирования информационного общества, к которым можно отнести:

- доступ к туристической информации;
- развитие человеческого потенциала информационного общества;
- создание электронных приложений инфраструктуры туризма;

- развитие культурного разнообразия, культурной самобытности и языкового разнообразия;
- развитие специализированных электронных средств массовой информации туристической направленности.

Рассматривая роль информационных технологий в сфере регионального туризма, следует помнить, что предполагаемые разработки и планы развития туризма должны давать ответы на следующие вопросы:

- 1) Как следует оценить состояние туристской сферы и основные проблемы ее развития.
- 2) Какие основные направления туризма более всего отвечают интересам региона, куда и во что эффективнее всего вкладывать деньги.
- 3) Как улучшить имидж и увеличить привлекательность региона для туристов.
- 4) Как за счет развития туризма стимулировать социально-экономическое развитие региона.
- 5) Снабжение путешественника детальной и актуальной информацией относительно широчайшего спектра тем.
- 6) Предоставление небольшим туристским организациям возможности недорого и эффективно продвигать на рынок свои услуги и предложения.
- 7) Обеспечить недорогой способ любым организациям распространять информацию через электронные сети.
- 8) Предложение альтернативной системы маркетинга и каналов распространения информации.
- 9) Создание открытой экономической системы для продажи в электронной форме туристских услуг.

Большинство туристических фирм уже оснащены компьютерами, работающими, как правило в автономном режиме. При поэтапном построении единой региональной информационной сети в туризме, одним из промежуточных шагов может стать осуществление модемной связи между различным участниками проекта. Анализ российского рынка информационных технологий в индустрии туризма показывает, что в настоящее время существуют возможности не только автоматизации различных аспектов внутриофисных операций, но и создания локальных вычислительных сетей и систем удаленного резервирования [8, 9].

Применение электронных сетей может приблизить потребителя к предложению, обеспечивая быстрый дешевый, организованный, двусторонний, прямой и независимый информационный канал. Рассмотренные выше примеры демонстрируют возможности

международной сети Интернет при планировании путешествия. В настоящее время большая часть туристской информации, поставляемой в электронные сети, является статической. По этой причине, туристские компании, использующие Интернет в своем бизнесе, пока не могут извлечь прибыль из существующих преимуществ электронных сетей. Поэтому необходимо сделать акцент на то, что в период до принятия решения, динамическая часть информации о месте предполагаемого отдыха для путешественника намного важнее.

4. Заключение

Туристские организации производят, в основном, информационные услуги, а вся отрасль является информационно-насыщенной. Поэтому применение компьютерных технологий становится неотъемлемым условием повышения конкурентоспособности любого туристского предприятия.

Вместе с едиными потребностями всей туристической отрасли в применении информационно-компьютерных технологий для производства и продаж турпродукта, каждый вид туризма нуждается в специфическом информационном обеспечении. Однако, несмотря на разнообразие спроса на информационные услуги, для их реализации целесообразно создавать единые интегрированные информационные структуры, в которых одни и те же универсальные средства используются для передачи, обработки и отображения различной информации в интересах различных пользователей. Вместе с тем единая политика и единые стандарты построения информационного обеспечения в туристической индустрии сегодня отсутствуют, хотя современная информатизация туризма реально становится процессом его интеграции, причем происходит информационное объединение персонала и клиентов туризма.

Главным недостатком создания и деятельности туристских информационных центров является отсутствие системности и конструктивного подхода к проблеме исследования структуры и особенностей современного информационного туристского пространства.

Основными целями создания туристских информационных центров являются:

- содействие региональным администрациям в разработке и реализации стратегии продвижения регионов на международный и внутренний рынки туристских услуг;
- повышение информационной доступности регионов;
- создание инвестиционной привлекательности туристско-рекреационной сферы;
- привлечение внебюджетных средств в развитие туристской сферы региона;
- формирование современной системы информационных технологий, обеспечивающей эффективное взаимодействие различных субъектов туристской деятельности.

Основным ожидаемым результатом реализации стратегии развития системы туристских информационных центров на территории Российской Федерации является создание условий для удовлетворения потребности российских и иностранных граждан в информации о туристских услугах, а также в активизации внутреннего и въездного туризма.

Список литературы

- [1] Чернякова, Ю.В. Формирование туристского продукта в условиях применения новых информационных технологий / Ю.В. Чернякова // Препринт. – СПб.: СПбГУЭФ, 2013. – 12 с.
- [2] Карцан, П.И. Методика оценки трудозатрат на разработку программного обеспечения с применением избыточности / П.И. Карцан, А.В. Новицкий // В сборнике: Решетневские чтения. Материалы XXIV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева: в 2 частях. – 2020. – С. 654-655.
- [3] Сафонова, Л.В. Социальные технологии в сфере сервиса и туризма / Л.В. Сафонова. – М.: Академия, 2009. – 128 с.
- [4] Кузнецов, С.А. Развитие туризма на региональном и местном уровнях. / С.А. Кузнецов // Регионология. – 2007. – № 1. – С. 73-83.
- [5] Гордин, В.Э. Культурный туризм как стратегия развития города: поиск компромиссов между интересами местного населения и туристов / В.Э. Гордин, М.В. Матецкая // Санкт-Петербург: многомерность культурного пространства. – СПб.: Левша, 2009. – 109-119 с.
- [6] Карцан, П.И. Применение неалгоритмических моделей оценки стоимости программного обеспечения / П.И. Карцан, И.Н. Карцан // В сборнике: Решетневские чтения. Материалы XXIV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева: в 2 частях. – 2020. – С. 651-653.
- [7] Широкова, Г.В. Использование сети Интернет в индустрии путешествий / Г.В. Широкова // Вестник СПбГУ. Серия Экономика. – 2011. – № 26.
- [8] Морозов, М.А. Влияние мобильных приложений на развитие туристской индустрии / М.А. Морозов, Н.С. Морозова // Вестник Национальной академии туризма. – 2015. – С. 17-20.
- [9] Родигин, Л.А. Информационные технологии в гостиничном и туристском бизнесе / Л.А. Родигин. – М.: РМАТ, 2009. – 138 с.

Ion-plasma nitriding of disc saws of the fiber-extracting machine

Akbar Abrorov*, Matluba Kuvoncheva, Mukhsin Mukhammadov

Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

*E-mail: abrorov1975@mail.ru

Abstract. The technology of deep ion-plasma nitriding has been developed in this article and its practical implementation for disc saws made of U8G steel has been carried out. The technology of deep ion-plasma nitriding was implemented on the STANKIN-APP-1 installation. A circular saw made of U8G steel and witness samples of the same steel were selected as the object of research for subsequent measurement of microhardness and phase analysis. In order to avoid deformation of the saw blade, a tooling was developed, since the thickness of the saw blade is 0.95 mm. The results of resistance tests have shown the feasibility of using this technology for disc saws. The total resistance of the teeth of disc circular saw made of U8G steel increased by 4 times compared to a circular saw without nitriding.

Keywords: ion-plasma nitriding, disc saw, U8G steel, fiber-extracting machine

Ионно-плазменное азотирование дисковых пил волоконотделительной машины

Акбар Аброров, Матлуба Кувончева, Мухсин Мухаммадов

Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

E-mail: abrorov1975@mail.ru

Аннотация. В данной статье разработана технология глубокого ионно-плазменного азотирования и произведена ее практическая реализация для дисковых пил из стали У8Г. Реализация технологии глубокого ионно-плазменного азотирования выполнена на установке "СТАНКИН-АПП-1". В качестве объекта исследования была выбрана дисковая пила из стали У8Г и образцы-свидетели той же стали для последующего измерения микротвердости и фазового анализа. Во избежание деформации дисковой пилы была разработана оснастка, так как толщина дисковой пилы составляет 0,95 мм. Результаты стойкостных испытаний показали целесообразность применения данной технологии для дисковых пил. Суммарная стойкость зубьев дисковой пилы из стали У8Г увеличилась в 4 раза по сравнению с дисковой пилой без азотирования.

Ключевые слова: ионно-плазменное азотирование, дисковая пила, сталь У8Г, волоконотделительная машина

1. Введение

Задача повышения эффективности дисковой пилы узла пильного цилиндра волоконотделительной машины путем увеличения стойкости зуба может быть решена за счет применения ионно-плазменного азотирования. Эта технология позволяет значительно ускорить процесс насыщения поверхности зуба азотом по сравнению с традиционным печным азотированием. Так при азотировании дисковой пилы узла пильного цилиндра волоконотделительной машины углеродистой стали У8Г, 65Г в плазме двухступенчатого вакуумно-дугового разряда (ДВДР) в течение одного часа образуется слой с эффективной толщиной до 100 мкм и твердостью до 11,8 ГПа [1]. Стойкость зуба дисковой пилы, прошедшего такую обработку, возрастает в 1,5—2,5 раза по сравнению с неазотированным дисковой пилой [2].

Однако, толщина получаемого азотированного слоя не позволяет повысить суммарную стойкость дисковой пилы, так как после первой же переточки удаляется упрочненный азотированный слой. Получить глубокий азотированный слой возможно за счет увеличения времени азотирования до нескольких десятков часов, но при длительном тепловом

воздействии происходит разупрочнение дисковой пилы. Таким образом, получение глубоких азотированных слоев (более ~2 мм) на готовой дисковой пиле, используя только технологию ДВДР, невозможно.

2. Метод

Одним из решений данной задачи может быть применение технологии глубокого азотирования, суть которой заключается в том, что ионно-плазменное азотирование по методу ДВДР выполняется до окончательной термической обработки.

Предложенная технология выгодно отличается от других известных технологий азотирования дисковой пилы тем, что в стали создается относительно глубокий диффузионный слой с высокой концентрацией азота. В ходе проведения последующей закалки дисковой пилы азот диффундирует вглубь изделия, повышая твердость и теплостойкость стали на глубине до 2—2,5 мм.

Метод ионно-плазменного азотирования по методу ДВДР позволяет за счет высокой эмиссионной способности плазмы обеспечить очистку, нагрев и высокую скорость диффузии азота вглубь металла [3]. Благодаря такому решению за короткое время (0,5—2 часа) в тонком (до 200 мкм) поверхностном слое удается достичь высокой концентрации азота. Это является необходимым условием получения глубоких азотированных слоев в стали после того, как дисковая пила пройдет окончательную термическую обработку, стандартную для выбранной марки стали.

3. Методика эксперимента

Реализация технологии глубокого ионно-плазменного азотирования осуществляли на установке "СТАНКИН-АПП-1". В качестве объекта исследования была выбрана дисковая пила из стали У8Г и образцы-свидетели той же стали для последующего измерения микротвердости и фазового анализа. Во избежание деформации дисковой пилы была разработана оснастка, так как толщина дисковой пилы составляет 0,95 мм (рисунок 1).

Дисковая пила и образцы после механической обработки отожженной стальной заготовки помещались в вакуумную камеру установки "СТАНКИН-АПП-1". Затем, осуществляли нагрев до 650 °С в среде аргона при давлении 0,4 Па с одновременной ионной очисткой поверхности. Ионно-плазменное азотирование проводилось при 650 °С в среде чистого азота в течение 1 ч при токе дуги $I_d = 80$ А и токе дополнительного анода $I_{да} = 75$ А, при этом на стол с деталью подавалось напряжение смещения $U = -700$ В.

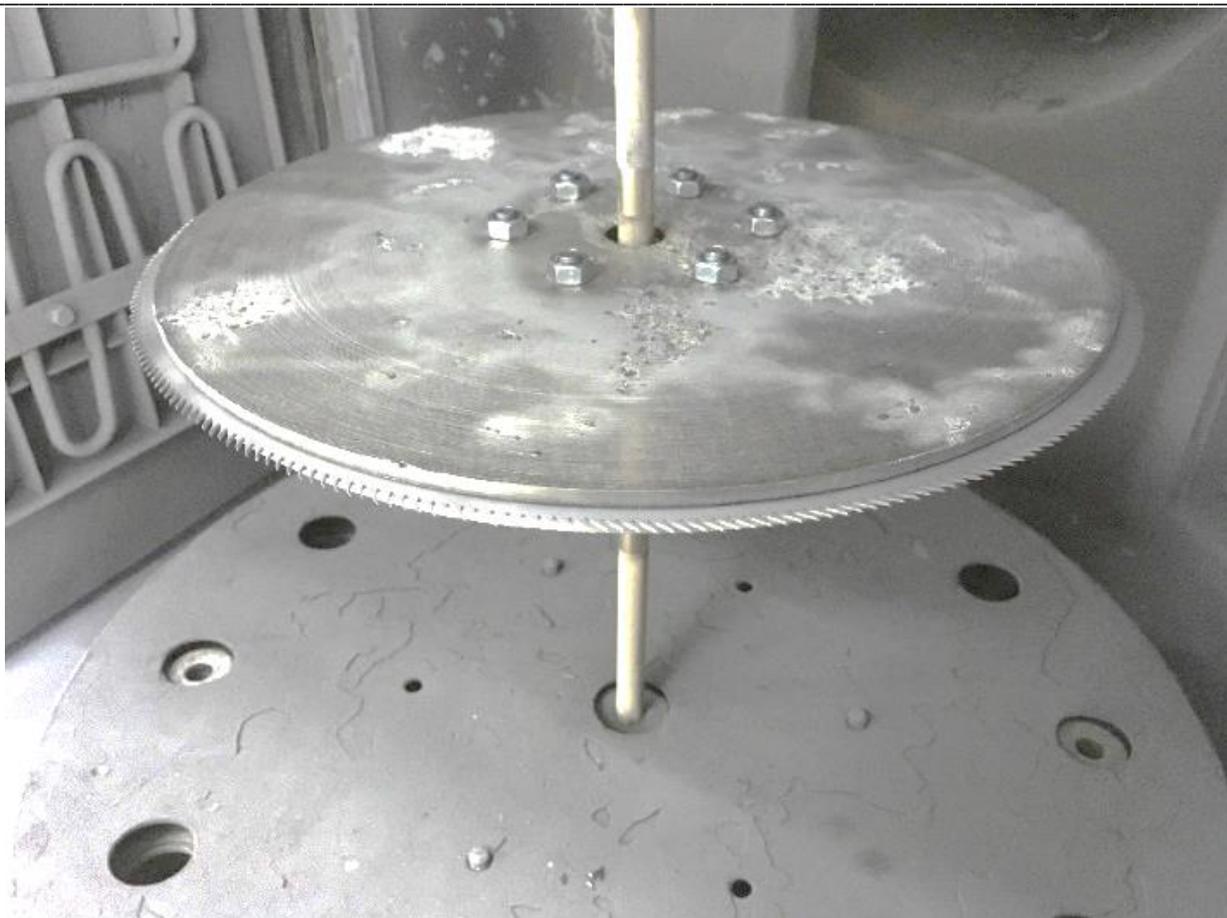


Рисунок 1. Дисковая пила с оснасткой, помещенная в вакуумную камеру установки "СТАНКИН-АПП-1".

После азотирования дисковая пила и образцы медленно охлаждались в камере до комнатной температуры. На заключительном этапе проводили стандартную термическую обработку:

- закалку с нагревом в соляной ванне в течение 4 мин при температуре 1220 °С и охлаждением в масле;
- трехкратный отпуск при 560°С по 1 ч.

Для измерения микротвердости и установления фазового состава изготавливали микрошлифы на оборудовании фирмы "Struers" (Дания).

Микротвердость измеряли с помощью приставки "Micro-duromat 4000" к микроскопу "Polyvar-Met" (Австрия) при нагрузке 0,294 Н и времени испытания 10 сек. Отпечатки на поверхность микрошлифа наносили в виде "дорожки" от края к центру с шагом от 10 до 200 мкм (в зависимости от твердости и расстояния от поверхности образца). При этом число отпечатков на каждой глубине варьировалось от трех до восьми в зависимости от величины

разброса значений. Относительная ошибка среднего значения микротвердости с вероятностью 0,95 не превышала 4 %.

Рентгеновский фазовый анализ (РФА) проводили на дифрактометре PANalytical Empyrean (Голландия) с использованием $\text{CuK}\alpha$ -излучения. Съемку осуществляли в условиях симметричной фокусировки по Брэггу-Брентано, с применением бета-фильтра.

Переточку выполняли на заточном станке с применением корундовых кругов. Глубина переточки по передней и задней поверхностям составила 0,8 и 0,2 мм, соответственно.

4. Результаты эксперимента и их обсуждение

Результаты измерения микротвердости после ионно-плазменного азотирования приведены на рисунок 2 и позволяют косвенно судить о высокой концентрации азота в тонком поверхностном слое.

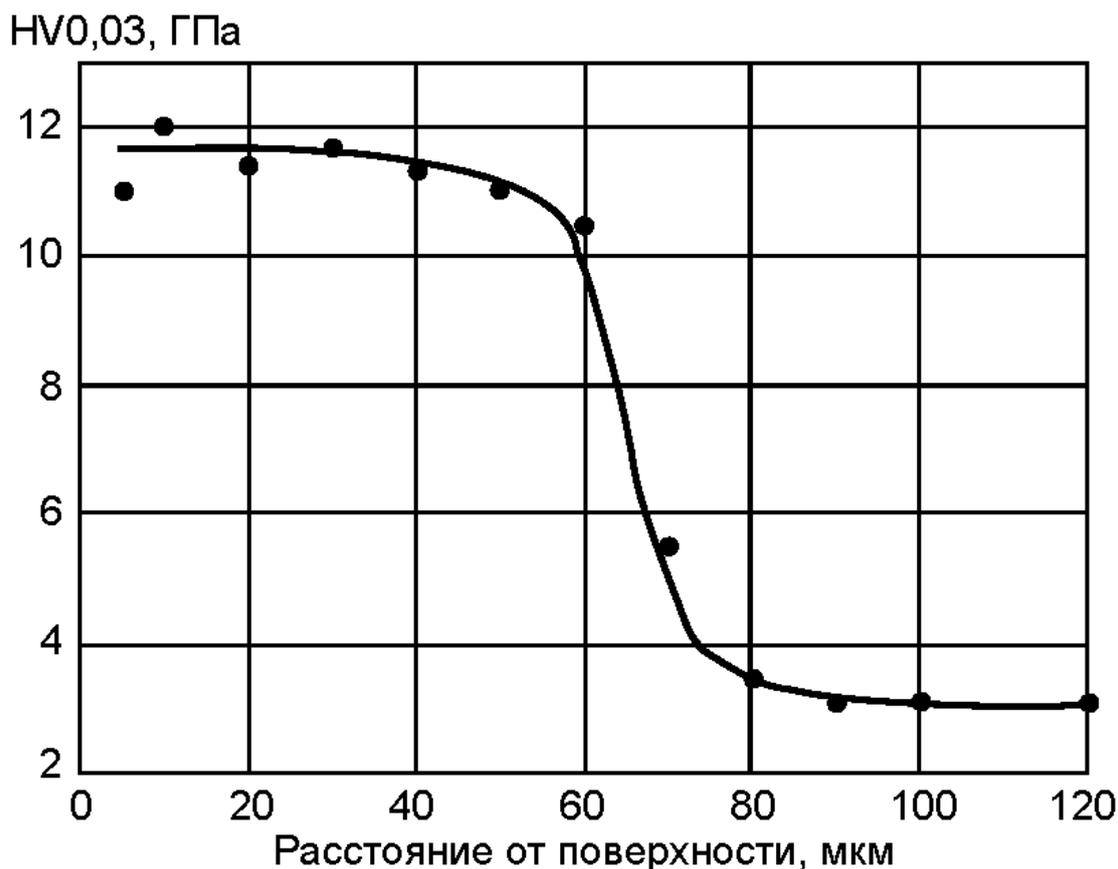


Рисунок 2. Распределение микротвердости по глубине в стали У8Г, прошедшей ионно-плазменное азотирование при 650 °С с выдержкой 1 ч.

Об этом свидетельствует высокая микротвердость поверхностного слоя: на глубине до 60 мкм микротвердость составляет от 10 до 12 ГПа. Высокая твердость обусловлена

присутствием в структуре стали сложных нитридов железа и легирующих компонентов типа Me_4N , которые содержат до 6 % азота по массе, в то время как содержание азота в феррите существенно ниже (при $590^\circ C$ не более 0,12 %) [4, 5]. Созданная высокая концентрация азота в тонком приповерхностном слое необходима для дальнейшей диффузии азота вглубь стали в процессе последующей закалки.

При нагреве стали У8Г в соляной ванне под закалку ($1220^\circ C$) большая часть нитридов растворяются в аустените, а, следовательно, после закалки получается азотистый мартенсит, который обладает повышенной твердостью и теплостойкостью [6]. Результаты измерения микротвердости стали У8Г после закалки и трехкратного отпуска показали, что на глубине от 0,3 до 2 мм наблюдается твердость, значения которой выше, чем у основы стали (рисунок 3). Величина твердости на указанной глубине достигает 9,5 ГПа при твердости основы 8,9 ГПа.

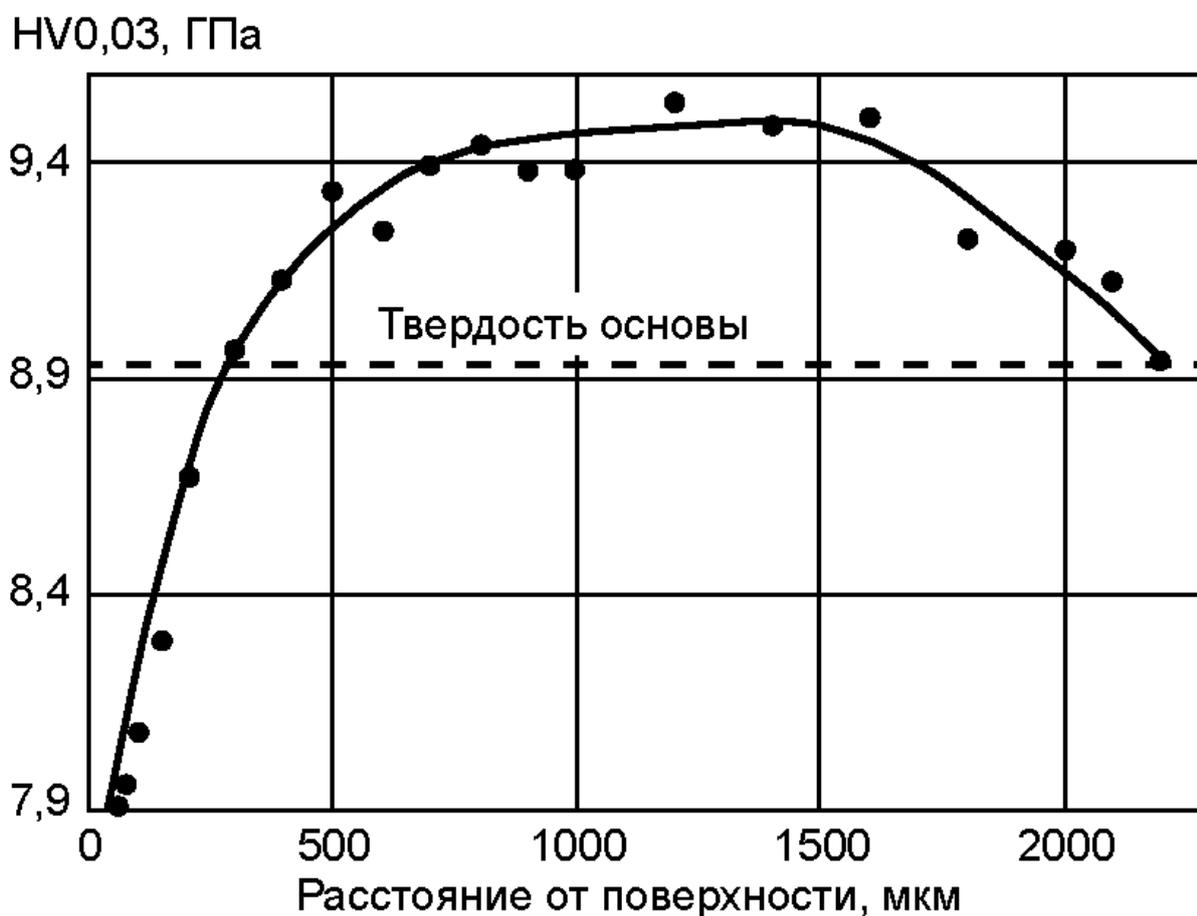


Рисунок 3. Распределение микротвердости по глубине в стали У8Г, прошедшей ионно-плазменное азотирование при $650^\circ C$ с выдержкой 1 ч и последующую стандартную термическую обработку: закалку $1220^\circ C$ (масло) и трехкратный отпуск при $560^\circ C$ по 1 ч.

Диффузионный слой глубиной до 2 мм, по-видимому, образуется в ходе мартенситного превращения, а не при тепловой выдержке, так как за 4 мин при 1220 °С азот не может продиффундировать в аустените на глубину более 0,2 мм, согласно закону Фика.

Высокие твердость и теплостойкость стали У8Г после проведенной обработки, а также большая глубина упрочненного слоя обуславливают повышенную стойкость зубьев дисковой пилы. Так, например, стойкость зубьев после глубокого азотирования в 2 раза выше по сравнению с неазотированными [7].

5. Заключение

В статье представлена разработанная технология глубокого ионно-плазменного азотирования и ее практическая реализация для дисковых пил из стали У8Г.

Показано, что технология глубокого азотирования позволяет получить глубину диффузионного слоя до 2 мм с повышенной твердостью и теплостойкостью, при этом сам процесс насыщения азотом не превышает 1 ч.

Результаты стойкостных испытаний показывают целесообразность применения данной технологии для дисковых пил. Суммарная стойкость зубьев дисковой пилы из стали У8Г увеличилась в 4 раза по сравнению со стойкостью зубьев дисковой пилы без азотирования.

Список литературы

- [1] Abrorov, A. Method of thermal treatment of saw disk teeth of fiber-processing machines by laser quenching / A. Abrorov, M. Kuvoncheva, O. Rajabov, M. Mukhammadov, S. Jumaev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – № 862. – 032034.
- [2] Фукс-Рабинович, Г С. Износостойкость азотированного инструмента из быстрорежущих сталей / Г.С. Фукс-Рабинович, В.Ф. Моисеев, В.А. Брострем и др. // Трение и износ. – 1995. – № 4. – С. 780-786.
- [3] Urinov, N. Technology of ionic-plasmic nitriding of teeth of disc saw of the knot of saw cylinder / N. Urinov, M. Saidova, A. Abrorov, N. Kalandarov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – № 734(1). – 012073.
- [4] Федорович, В А. Азотирование и карбонитрирование / В.А. Федорович, А.В. Супов // Металлургия. – 1990. – С. 14-17.
- [5] Лахтин, Ю.М. Азотирование стали / Ю.М. Лахтин, Я.Д. Коган // Машиностроение. – 976. – С. 257.
- [6] Fedorov, S. Increasing the surface stability of the cutting tool through complex machining / S. Fedorov, J. Sharipov, A. Abrorov // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – № 1889(2). – 022079.
- [7] Богачёв, И И. Технология глубокого ионно-плазменного азотирования режущего

инструмента / И.И. Богачёв, В.Н. Климов, С.В. Алешин // Станкостроение и инструментальное производство. – 2016. – № 5. – С. 30-32.

Physicotechnical approach to systemic film moistening

A.V. Blinnikov

Institute of Space and Information Technologies of the Siberian Federal University, 26,
building 1, st. Academician Kirenskiy, Krasnoyarsk, 660074, Russia
Krasnoyarsk State Agrarian University, Prospect Mira, 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia
Regional Government-Owned Publicly Funded Institution of Culture "Enisey Kino", 153, st.
Proletarskaya, Krasnoyarsk, 660100, Russia

E-mail: blinshur@yandex.ru

Abstract. This article discusses the features of storage, humidification and operation of film in Central Siberian conditions. A number of features and a certain factology are revealed that affect the organization of systemic moistening (humidification) and maintenance of film materials on analog media for long-term storage and operation of film. The main factors included in the description of this article, which affect the dynamics of maintaining the working surface of 35 mm and 16 mm film: the specifics of the composition of the film; the impact of a temporary, natural and technological nature on the "light pictures"; sophisticated technology for servicing analog film projectors, rewinding devices and film checking facilities; the specifics of the sequence of manipulations of equipment and chemical compositions for stable operation without gusts, drying and burnout of film materials. The article shows the content of work on the stages of film moistening, taking into account the specifics of their application. This specificity manifests itself most significantly when working with especially fragile film materials that are of cultural value and have an actual shelf life of at least 60 years. In the step-by-step process of moistening, after the end of each stage, the main results obtained are assessed by visual comparison of the image projections, followed by the digitization of the image and the correction of the result obtained in graphic editors. If the "light picture" is of interest and needs additional adjustments to eliminate artifacts, scratches and other elements of entropy, then neural network approaches are used to work with film material. The article presents an analysis that allows you to determine the permissible option for the implementation of film moistening in the given conditions of film testing for subsequent projection on film equipment.

Keywords: motion picture materials, physical and technical methods, film moistening, film residual liquid, isopropyl alcohol, acetone, glycerin

Физико-технический подход к системному увлажнению киноплёнки

А.В. Блинников

Институт Космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, ул. Академика Киренского, 26 к.1, Красноярск, 660074, Россия
Красноярский государственный аграрный университет, 90, пр. Мира, Красноярск, 660049, Россия

Краевое государственное бюджетное учреждение культуры «Енисей кино», Хранитель фондов отдела хранения и ремонта фильмофонда, 153, ул. Пролетарская, Красноярск, 660100, Россия

E-mail: blinshur@yandex.ru

Абстракт. В данной статье рассматриваются особенности хранения, увлажнения и эксплуатации киноплёнки в среднесибирских условиях. Выявляется ряд особенностей и определённая фактология, влияющая на организацию системного увлажнения и поддержания киноматериалов на аналоговых носителях для длительного хранения и эксплуатации киноплёнки. Основные факторы, вошедшие в описание данной статьи, которые влияют на динамику сохранения рабочей поверхности 35 мм и 16 мм плёнки: специфика состава киноплёнки; воздействия временного, природного и технологического характера на «световые картины»; сложная технология обслуживания аналоговых кинопроекторов, перемоточных устройств и средств фильмопроверки; специфика последовательности манипуляций оборудования и химических составов для стабильной работы без порывов, высушивания и выгораний киноматериалов. В статье показано содержание работ по этапам увлажнения киноплёнки, с учетом специфики их применения. Данная специфика наиболее существенно проявляется при работе с особо хрупкими киноматериалами, которые представляют культурную ценность и имеют фактический срок хранения не менее 60 лет. При поэтапном процессе увлажнения после окончания каждого этапа выполняется оценка основных полученных результатов путем визуального сравнения проекций изображения, далее следует оцифровка изображения и корректировка полученного результата в графических редакторах. Если «световая картина» представляет интерес и нуждается в дополнительных корректировках, по устранению артефактов, царапин и прочих элементов энтропии, то применяются уже нейросетевые подходы для работы с киноматериалом. В статье представлен анализ, который позволяет определить допустимый вариант реализации увлажнения киноплёнки в заданных условиях фильмопроверки для последующей проекции на кинооборудовании.

Ключевые слова: кинофотоматериалы, физико-технические методы, увлажнение киноплёнки, фильмопленочная жидкость, изопропиловый спирт, ацетон, глицерин

1. Введение

Относящиеся к историко-культурным ценностям, охраняемые государством как исторические артефакты и объекты культурного наследия, кинофотоматериалы, как и другие документы государственных архивов, подлежат вечному хранению, которое обеспечивается

переводом их в цифровой формат. В работе [1-3] авторы предлагают использовать при подготовке материалов на эфироцеллюлозной основе к оцифровке для последующего долгосрочного хранения полимерные лаки. Данный способ [2] позволяет существенно снизить трудоемкость корректировки сканированных изображений при их переводе из аналогового формата в цифровой.

2. Исторические аспекты исследования

Кино в город Красноярск Енисейской губернии пришло буквально через пару лет после знаменитого показа в Париже на Boulevard des Capucines. Первый общественный киносеанс в Енисейской губернии прошел 9 марта 1897 года. Этот показ состоялся в городе Красноярске благодаря коммивояжеру Моржецкому и привезённому анимографу лондонского оптика-механика Поля, который он собрал по заказу «Северо-Американской компании фонографов» [4]. Но главным первопроходцем кинематографа в Красноярске стал Василий Алексеевич Поляков – начинал он гастролером с киноаппаратом. Чуть позднее, с повсеместным приходом «волшебных фонарей», показывавших «световые картины», стали организовываться склады с фильмокопиями на территории Енисейской губернии, которые периодически уничтожались пожарами, так как киноплёнка в начале века была на нитрооснове и являлась пожароопасным продуктом. В двадцатые годы XX-го столетия разрозненные частные склады начали объединять, и к 1935 году в Красноярске уже работал КиноТрест, занимавшийся прокатом кинофильмов на территории Красноярского края.

Фильмофонд КГБУК «Енисей кино» периодически пополняется фильмокопиями, которые порой попадают из самых разных мест: Краевой музей, КИЦ (бывший Музей Ленина, а ныне МЦ «Площадь Мира»), Канский филиал КГБУК «Енисей кино», Минусинский, Ачинский, несколько фильмокопий пришло из «Дома Науки и техники». Не так давно в Красноярск из Норильска по навигационным путям прибыл Северный архив, часто киноплёнки приносят жители города или отправляют на оцифровку с территорий Красноярского края. Киноплёнка встречается самая разная, и цветная, и чёрно-белая, и повреждённая, и выцветшая. И для того, чтобы фильмокопию можно было правильно хранить и в дальнейшем эксплуатировать, надо определить, что же конкретно и в каком состоянии попадает в фильмохранилище.

Если с "узкой" 16-мм киноплёнкой работать достаточно просто и без видимой энтропии (триацетат или диацетат советского производства или ORWO производства ГДР от «Filmfabrik Wolfen» из города Вольфена под Биттерфельдом, или AGFA европейской компании из города Мортсел, Бельгия), то с плёнкой 35 мм возможны серьезные трудности при обработке (см.

например, ГОСТ 20904-82. Киноплёнка 16-мм. размеры и методы контроля и ГОСТ 4896-80. Киноплёнка 35-мм. размеры и методы контроля).

Современная киноплёнка на лавсановой основе встречается и с синей циановой фонограммой, и с красно-коричневой фонограммой, и с пурпурной. Подобная фонограмма, кстати, печаталась вплоть до середины нулевых и прекрасно воспроизводится как на советской киноаппаратуре, так и на кинопроекторах иностранного производства [5-7].

Советская киноплёнка производственного объединения "Свема" (Светочувствительные материалы Шосткинскинского химического комбината), или "Тасма" (Татарские светочувствительные материалы Казанского химзавод им. Куйбышева) на триацетатной основе, как правило, весьма красновата, впрочем, градации красного, насыщенность и тон зависят от года выпуска (менее пурпурная и багряная - плёнка 1985-1989 годов, а самая алая – начала и середины 1990-х годов).



Рисунок 1. Киноплёнка производственного объединения "Свема".

Если копию просматривали и просвечивали в основном на проекторах с ксеноновыми лампами, то фильмокопия, обычно, намного краснее, чем, если, скажем, её смотрели на аппаратуре с лампами накаливания (например, киноустановки КН15, КН15-3, КН16, КН17, КН17М, КН19П, КН20П, КН20, КН20А и др.) [6].

Также триацетатная плёнка очень быстро может пересыхать, становясь при этом и ломкой, и нестабильной на сгибах и перфорациях, поэтому именно триацетатная кинолента требует особых условий хранения: температура не выше +20, влажность не менее 60 %. В

условиях фильмо-склада создать подобные условия хранения достаточно сложно, так как основная система отопления монтировалась в 80-е годы, поэтому триацетатная киноплёнка хранится в наиболее прохладном и хотя бы относительно сухом и проветриваемом помещении (в закрытых частёвых банках под 35 мм, чтобы плёнка не пересыхала, и не находилась ни на солнце, ни рядом с конвекторами).

При сложных условиях хранения с высокой температурой, низкой влажностью, при хранении киноплёнки без жестяных коробок, либо не в яуфах или частёвках кинолента пересыхает, становится хрупкой, легко рвётся и деформируется. Так же из-за усадки плёнки, лента в лентопротяжном механизме проектора перестаёт нормально двигаться, в следствии чего, из-за уменьшения шага перфорации возникают проблемы с зацепление транспортирующими зубчатыми деталями, грейферным или мальтийским механизмом.



Рисунок 2. Хранение триацетатной пленки 8 мм.

Особенно это относится к 8 мм плёнке, имеющей края с перфорацией 8 мм или «8 Супер» (площадь кадра «8 Супер» увеличена за счёт уменьшения размеров перфорации и увеличения шага кадра до 4,23 мм). Требования представлены в ГОСТ 8761-75. Киноплёнка 8-мм. размеры, методы контроля. Перфорационные отверстия размером 0,92×1,14 мм расположены длинной стороной вдоль киноплёнки, а не поперёк, как в стандартном формате 8 мм, и они очень часто повреждаются и рвутся.

Далее рассмотрим вопросы хранения и повреждений 35 мм киноплёнки (рисунок 3).



Рисунок 3. Хранение 35 мм киноплёнки.

Во время хранения киноплёнок, в том числе и обработанных, начинается усадка, причем на величину усадки сильно влияют характер упаковки рулонов, плотность намотки, температура и влажность в помещении. Иногда происходит удлинение продольных размеров киноплёнки, например, при растяжении во время обработки в проявочных машинах.

Под временными изменениями размеров киноплёнок понимают усадку или удлинение вследствие влияния влажности окружающего воздуха. Изменение влажности воздуха на 1% вызывает почти вдвое большее изменение размеров по сравнению с колебаниями по температуре на 1°C, однако эти процессы обратимы.

По ГОСТу 19-62—76 киноплёнки должны храниться при температуре воздуха $50 \pm 5^\circ$ и относительной влажности $60 \pm 10\%$ —до 15 суток; при температуре $20 + 2—5^\circ\text{C}$ и относительной влажности $60 + 5—10\%$ —До одного года; при температуре $15 \pm 5^\circ$ и относительной влажности $50 + 15—10\%$ —до трех лет; с температурой $10 \pm 5^\circ\text{C}$ и относительной влажности $50+10\%$ —свыше трех лет.

Перед передачей на склад на хранение киноплёнки наматывают на стандартные «бабышки» фотографическим слоем наружу и укладывают в металлические или другие специальные коробки. Хранят их на стеллажах или в металлических шкафах в горизонтальном положении (рисунок 4).

Температурно-влажностный режим хранения киноплёнок контролируется с помощью психрометров не реже одного раза в сутки.

В работе [8] выполнен анализ зацепления зубьев барабана с перфорацией (методическое пособие по кинопоказу). Показано зацепление зубьев барабана и перфораций у нормальной киноплёнки. В этом случае все перфорации стабильно работают, усилие

распределяется равномерно. Также представлено зацепление пересохшей киноплёнки с повышенной усадкой. Продемонстрировано, что в этом случае работает только нижняя перфорация, остальные проскальзывают или точнее пропускаются механизмом и, как следствие, повышается износ киноплёнки, разрывы перфораций и частые склейки ленты.

3. Методы работы со «световыми картинками»

По каким признакам можно определить, что киноплёнку пора увлажнять? Как узнать, что та или иная фильмокопия требует повышенного внимания и определённых манипуляций по восстановлению?

Ответы на эти вопросы можно получить уже после простого визуального осмотра частёвки. Иногда применяется дополнительное оборудование, как например, специальная кинолупа с оптической двойной линзой для увеличения кадра.

Основные признаки того, что плёнку уже «пора увлажнять» следующие:



Рисунок 4. Хранение пленки в металлических или других специальных коробках.

- Плёнка очень ломкая, может легко порваться даже от небольшого усилия, рулон частёвки не круглый, а вывернут многоугольником с почти равными гранями (см. рисунок 4);
- Фильм нестабильно скользит в проекторе, заметны горизонтальные скачки и прыжки изображения на киноэкране, появляется повышенный шум и энтропия в виде полос и дефектов при проекции, случается, что плёнка соскакивает с зубчатых барабанов и приходится заряжать её повторно в проектор;
- В процессе склеивания плёнку трудно одеть на зубья пресса. Или часто при попытке сделать склейку повреждаются кромки одетых на зубья перфораций.

Увлажнение существенно помогает восстановить качество киноплёнки. Пересохшую киноленту практически всегда можно попытаться сделать рабочей с помощью увлажнения

спецсоставом, однако испорченную неправильным увлажнением плёнку спасти уже будет весьма затруднительно, поэтому надо тщательно соблюдать регламент процесса увлажнения. Очевидно, что увлажнение, это всегда риск, но оправданный риск, если использовать работы выполняются опытными фильмопроверщиками.

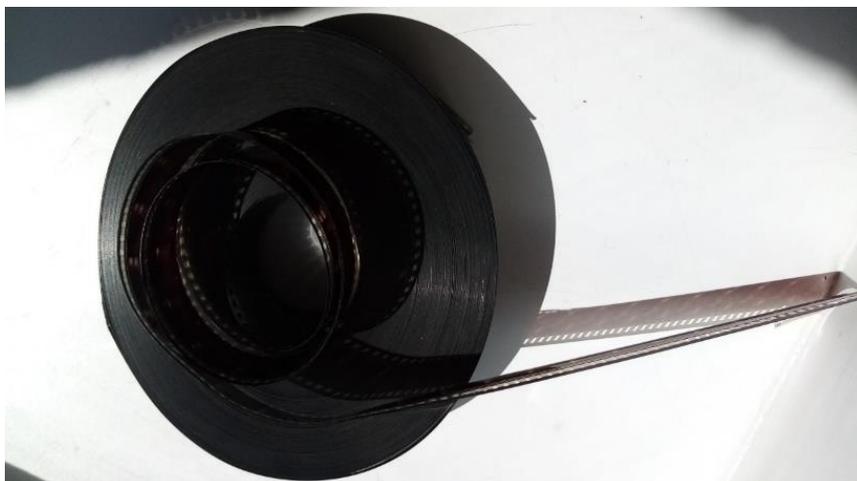


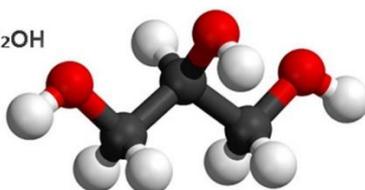
Рисунок 5. Киноплёнка в специальной увлажнительной камере.

Для увлажнения киноплёнок их помещают в специальные увлажнительные камеры (гидростаты) или особые шкафы-увлажнители (рисунок 5). Эта операция проводится при температуре 15-20°C и относительной влажности ~75-85%. Увлажняемые киноплёнки должны иметь слабую намотку фотографическим слоем наружу. Для увлажнения применяют насыщенные растворы хлористого натрия или бромистого калия. Продолжительность увлажнения 2-6 суток в зависимости от толщины фотографического слоя и степени пересушивания.

4. Способы и результаты увлажнения киноплёнки

Для увлажнения киноплёнки в КГБУК «Енисей кино» фильмопроверщиками используется несколько составов: на основе глицерина и ацетона и глицерина с применением изопропилового спирта.

Процентное соотношение увлажняющей (фильмостатной) жидкости № 1:



25% глицерина

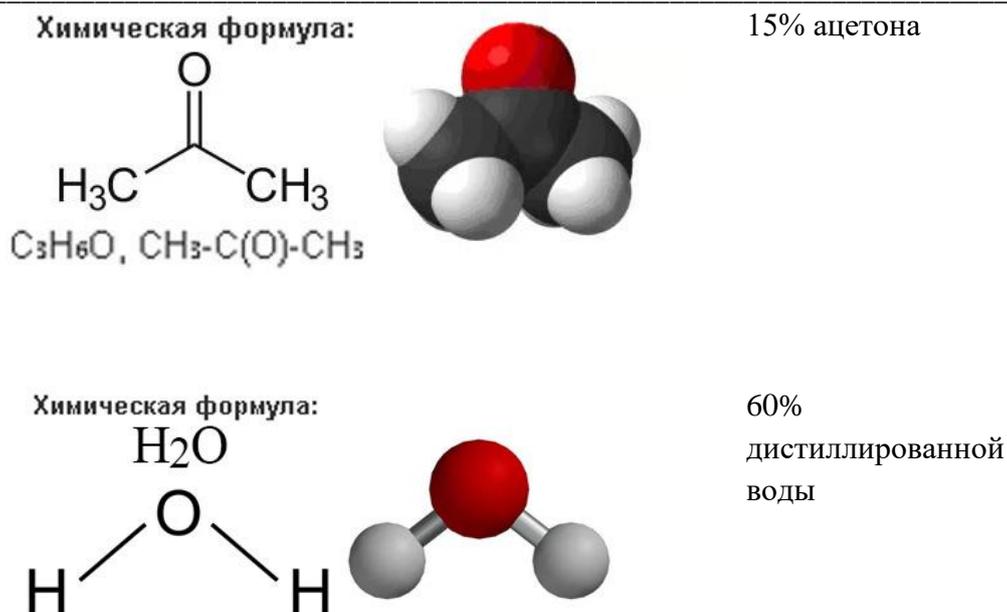
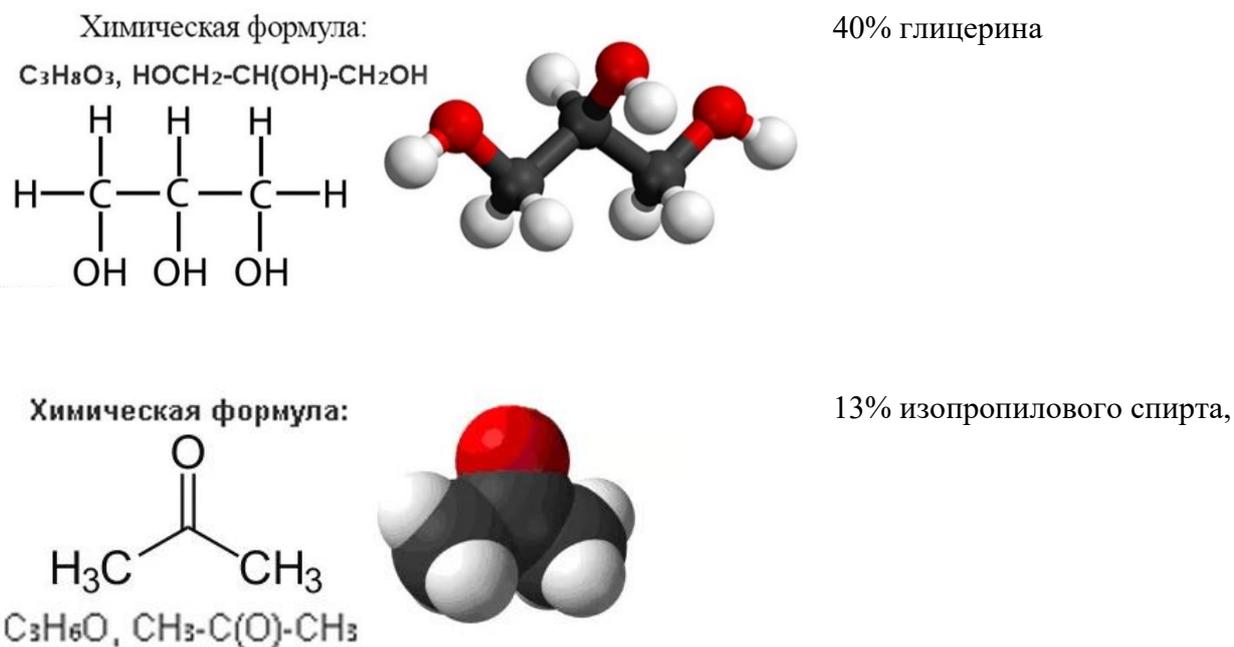
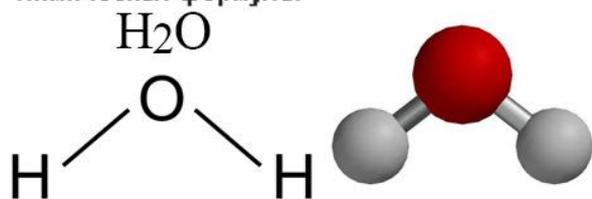


Рисунок 6. Химический состав № 1.

Процентное соотношение увлажняющей (фильмостатной) жидкости № 2:



Химическая формула:



47% дистиллированной воды.

Рисунок 7. Химический состав № 2.

Продолжительность увлажнения — до двух суток.



Рисунок 8. Кинопленка в частёвой банке для увлажнения.

Внутри обычной частёвой банки закладывается увлажняющий элемент – обычно это прокладка из пористого материала, например: сукно, войлок, хлопчатобумажная ткань, картон и пр.), которая смачивается фильмоустойчивой жидкостью.



Рисунок 9. Раствор фильмоустойчивой жидкости.

Сверху кладётся алюминиевый диск с отверстиями-перфорациями диаметром 7 мм. (см. рисунок 10).



Рисунок 10. Алюминиевый диск с отверстиями-перфорациями.

Затем сверху кладётся рулон киноплёнки. Киноплёнка не должна соприкасаться напрямую с увлажняющей жидкостью и прокладкой, то есть на плёнку не должна попасть ни одна капля фильмоэмульсионной жидкости. Результат подобного соприкосновения – это склеивание рулона киноплёнки и такую ленту нужно будет, скорее всего, утилизировать. Прежде чем укладывать киноплёнку, алюминиевый диск желательно немного придавить к прокладке, и посмотреть - не выступит ли через отверстия фильмоэмульсионная жидкость. При условии выхода увлажняющего состава через перфорации, лишнюю жидкость удаляют, а диск протирают.



Рисунок 11. Размещение киноплёнки для увлажнения.

По рекомендациям специалистов рулоны киноплёнки полезно упаковывать в полиэтиленовые пакеты толщиной 0,12 мм и более, так как тонкий полиэтилен гигроскопичен. Размеры пакетов должны быть такими, чтобы почти не оставалось свободного места после помещения в них рулонов. Не менее одного раза в год следует менять упаковку киноплёнки, перекладывая ее в новые пакеты в условиях, исключающих конденсацию влаги. Иногда киноплёнки рекомендуют помещать в вакуум, в инертные газы или создавать другие специальные условия. Однако на практике достаточно поместить плёнку в жестяную банку частёвок.

Если плёнка десятилетиями хранилась в слишком сыром помещении, то на ней часто появляется плесень. Тогда обрабатывать плёнку следует уже фунгицидными растворами на специальных машинах. Для восстановления утраченных свойств поврежденных негативов, контратипов, промежуточных позитивов и для их очистки и приведения к первоначальному (или близкому к первоначальному виду) применяют уже реставрационную обработку. В частности, среди экспонатов «Музея кино» в КГБУК «Енисей кино» представлена фильмореставрационная машина РТ-3 производства ГДР, предназначенная для устранения механических повреждений (царапин и потёртостей) на подложке киноплёнки, возникающих при многократных демонстрациях фильма. Основные узлы машины: лентопротяжный механизм, стеклянный или металлический барабан и сушильная камера. Для устранения повреждений обрабатываемая киноплёнка с обеих сторон чистится с помощью, например, четырёххлористого углерода, промывается, затем полируется замшевыми дисками под водяным душем и поступает в сушильную камеру, где и удаляются остатки влаги.

5. Заключение

В дореволюционные времена кинофильмы и киноплёнку в нашей стране называли «световыми картинами». А кинопроекторы и оборудование, позволявшее показывать кино – «волшебными фонарями». Очевидно, что без увлажнения спецрастворами эти киноплёнки (световые картины) не сохранились бы до настоящего времени. На сегодняшний день на фильмобазе КГБУК «Енисей кино» хранится более 5000 фильмокопий как художественного содержания, так и документального. По кинокартинам, находящимся в фильмохранилище, можно изучать не только хронологию и историю нашей Родины и мира в целом, но также и технологии, и методологии, использовавшиеся в жизни человечества на протяжении, как минимум, последних 120 лет.

Существующие способы увлажнения киноплёнки, представленные в данной работе, позволяют сохранить материал в состоянии, когда к нему можно применить новые подходы, развивающиеся на основе цифровых технологий. На сегодняшний день важно, с учетом

развития технологий, применения методов искусственного интеллекта, нейросетевых подходов при обработке изображений цифровыми и квантовыми методами [9-11] не растерять опыт, приобретённый за долгие десятилетия работы в фильмопроверочном направлении. Именно эти наработки и устоявшиеся рабочие методы по «ухаживанию» за аналоговыми носителями обеспечивают сегодня возможность эффективного сканирования и цифровизации исторического наследия, доставшегося нам от предыдущих поколений.

Список литературы

- [1] Бабкин, О.Э. Реставрация архивных кинофото документов: фото- и киноплёнки / О.Э. Бабкин, В.В. Ильина // Манускрипт. – 2016. – № 12-1(74). – С. 17-20.
- [2] Бабкин, О.Э. Лаки УФ-отверждения / О.Э. Бабкин, Л.А. Бабкина // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2009. – № 5. – С. 33-35.
- [3] Бабкин, О.Э. Покрyтия ультрафиолетового отверждения для функциональной защиты / О.Э. Бабкин, В.В. Бабкина Л.А. Сиротина // Журн. прикл. химии. – 2016. – Т. 89. – № 1. – С. 83-89.
- [4] Глебова, И.С. Развитие экранных искусств и их влияние на аудиовизуальное образование (на примере американских киношкол) / И.С. Глебова // Наука телевидения. – 2017. – № 13.3. – С. 33-42.
- [5] Фотокинотехника: Энциклопедия / Гл. ред. Иосиф Е. А.; [Предисл. В. Ю. Торчкова]. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. – 447 с.
- [6] Черкасов, Ю.П. Справочник киномеханика: Учеб. пособие для средних проф.-техн. училищ / Ю.П. Черкасов. – М.: Высшая школа, 1979, второе издание, 325 с.
- [7] Данилов, К.Б. Кинопроекция / К.Б. Данилов. – М.: Искусство, 1979. – 144 с. ил. – (Б-ка киномеханика).
- [8] Иосиф, Е.А. Кинопленки и их обработка / Е.А. Иосиф. – М.: Искусство, 1964. – 300 с.
- [9] Карнаухов, В.Н. Принципы построения цифрового фотоархива российской академии наук / В.Н. Карнаухов, Н.А. Кузнецов, Н.С. Мерзляков, Л.И. Рубанов // Компьютерная оптика. – 1999. – № 19. – С. 188-192.
- [10] Дударов, Д.А. Методы обработки цифровых телевизионных сигналов / Д.А. Дударов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2004. – № 1(36). – С. 34.
- [11] Байбикова, Т.Н. Комплексы программ для цифровой обработки изображений / Т.Н. Байбикова // Вестник Московского финансово-юридического университета. – 2016. – №2. – С. 255-266.

To the question for formation of a block-modular structure of the control system for unmanned aerial vehicles

I.V. Kovalev^{1,2}, V.V. Losev^{2,*}, M.V. Saramud^{1,2}, A.O. Kalinin², A.S. Lifar²

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

² Reshetnev university, Krasnoyarsk, Russia

* E-mail: basilos@mail.ru

Abstract: The article discusses an approach to the formation of the basic structure of the control system for unmanned aerial vehicles, based on existing system solutions, typical specifications of the developer's boards. The characteristics of an unmanned aerial vehicle of both air and space class are given. General requirements for hardware and peripheral devices of unmanned aerial vehicles have been formed in accordance with their basic operating modes. Based on the obtained and generalized information about the developer's boards, the block-modular structure of the control system for unmanned aerial vehicles is presented. It includes all the main elements of the system and can be expanded by connecting additional boards. The advantage of this structure for debugging purposes is the presence of an FPGA on the development board.

Keywords: unmanned aerial vehicle, control system, peripherals

К вопросу формирования блочно-модульной структуры системы управления беспилотных летательных объектов

И.В. Ковалев^{1,2}, В.В. Лосев^{2,*}, М.В. Сарамуд^{1,2}, А.О. Калинин²,
А.С. Лифарь²

¹ Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

² СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

*E-mail: basilos@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается подход к формированию базовой структуры системы управления беспилотными летательными объектами, основанный на существующих системных решениях, типовых спецификациях плат разработчика. Дана характеристика беспилотному летательному объекту как воздушного, так и космического класса. Сформированы общие требования к аппаратному обеспечению и периферийным устройствам беспилотных летательных объектов согласно их базовым режимам работы. На основании полученной и обобщенной информации о платах разработчика представлена блочно-модульная структура системы управления беспилотных летательных объектов. Она включает в себя все основные элементы системы и может расширяться за счет подключения дополнительных плат. Преимуществом данной структуры для целей отладки может служить наличие ПЛИС на плате разработчика.

Ключевые слова: беспилотный летательный объект, система управления, периферийные устройства

1. Введение

Беспилотный летательный объект (далее - БЛО) – это объект, способный перемещаться или корректировать свое позиционирование в пространстве на основании некоторого набора входных данных (изображение с камер, сканирующих лидаров, показания датчиков, заранее заданный маршрут с привязкой к местности) и способный либо выполнять манипуляции с окружающими объектами, либо собирать/отправлять данные [1]. У подобных объектов опционально имеется возможность перехвата управления вручную, по каналу связи, однако это не всегда удобно, либо вовсе не реализуемо (например, работа в среде, в которой невозможно прохождение радиосигналов и обеспечение иных способов реализации канала связи). Определяющая характеристика - способность полностью автономной работы, без участия оператора или поступления иных команд извне.

Условно БЛО можно разделить на следующие классы:

- *Воздушные.* К этому классу относятся как классические крылатые беспилотники и ракетная техника, так и набирающие популярность мультироторные системы. Отсутствие пилота позволяет кардинально снизить вес и уменьшить габариты летательного аппарата, соответственно снижаются и затраты на производство и сами полеты, в большинстве случаев отпадает необходимость в топливных двигателях, достаточно электромоторов, работающих от аккумуляторов. Небольшие габариты и отсутствие топливных двигателей - источников большого количества тепла существенно усложняют обнаружение подобных летательных средств. Основным недостатком беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) считается уязвимость радиоканала связи для удаленного управления, автономный режим решает эту проблему, поскольку даже полная потеря канала не выводит аппарат из строя, он продолжает выполнять задачу. Отсутствие радиоканала также является существенным преимуществом в плане сложности обнаружения объекта. На данный момент воздушные БЛЮ находят все большее применение в коммерческом использовании, в сельском и лесном хозяйстве, в геодезии и картографии, практикуется доставка потребительских товаров с помощью автономных беспилотных мультироторных систем,
- *Космические.* К данному классу относятся как решения для постоянного нахождения в открытом космосе (спутники на околоземной орбите), так и аппараты, запускаемые на другие космические тела, предназначенные для передвижения по ним и активных действий – сбор и анализ образцов поверхности, атмосферы, фото, видеосъемка с дальнейшей отправкой результатов на землю. Реализация радиоканала связи для управления подобными объектами крайне затруднительна, поскольку на космических расстояниях начинает иметь значение скорость радиосигнала, внося существенные задержки как в сторону передачи управляющих команд, так и в сторону отправки видео или иного сигнала с управляемого объекта. Например, вы пытаетесь управлять объектом в трех световых минутах от земли, который постоянно транслирует картинку с камеры. В данный момент вы видите картинку не в реальном времени, а с задержкой не менее трех минут; отправляете управляющие команды, которые также дойдут до объекта только спустя 3 минуты, он их выполнит, а видеосигнал процесса выполнения дойдет до вас только спустя 6 минут после ваших команд на земле. Этот фактор существенно усложняет удаленное управление, даже при наличии стабильного канала связи, к тому-же расходует лишнюю энергию на аппарате для поддержания постоянной двусторонней связи на таком расстоянии. Поэтому космические аппараты

разрабатываются автономными с возможностью ручного управления во внеплановых ситуациях [2]. На сегодняшний день дальние космические полеты осуществимы только беспилотными аппаратами, поскольку отправить человека на расстояние нескольких световых лет и вернуть его назад практически неосуществимо на данном этапе развития технологий. Наличие человека для подобных миссий не требуется, а его отсутствие позволяет сделать космический аппарат существенно легче, компактнее и проще, что очень важно для космических запусков. Благодаря миниатюризации электронных компонентов стали возможны такие проекты, как кубсат (англ. CubeSat) и покетсат (англ. PocketSat), что дает шанс на реальный запуск в космос студенческих малых спутников.

Таким образом, в основу формирования необходимого функционала плат разработчика положим БЛЮ воздушного и космического класса, как наиболее требовательные к надежности и габаритам.

2. Общие требования к аппаратному обеспечению беспилотных летательных объектов

В процессе изучения функциональных узлов БЛЮ наиболее эффективным подходом является использования отладочных плат и плат разработчика. Плата разработчика - средство для прототипирования и апробации автоматических систем управления и робототехники, ориентированное на широкий круг пользователей. Аппаратная часть представляет собой одноплатную структуру с минимально необходимым набором “обвязки” для нормальной работы микроконтроллера (программатор, стабилизатор питания, кварцевый резонатор, цепочки сброса и т. п.). Также имеется возможность подключения плат расширения для дополнения ее функционала. С точки зрения разработчика, программная часть состоит из программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Плата разработчика может использоваться как для создания автономных объектов, так и подключаться к другим системам через стандартные проводные и беспроводные интерфейсы.

Среди существующих плат разработчика, были проанализированы платы, отвечающие таким требованиям, как: малое энергопотребление, открытая спецификация, подробная документация, поддержка распространенных языков программирования, официальная продажа на территории Российской Федерации, наличие возможности подключения внешних модулей расширения, поддержка операционной системы реального времени.

3. Анализ типовых узлов платы разработчика

Проведенная спецификация и структурный анализ плат разработчика (Приложение 1, Таблица 1), позволяет выделить основные узлы систем (плат), которые формируют базовую (типовую) аппаратную платформу БЛО (класс воздушные) и являются ее неотъемлемой частью с возможностью последующей отладки [3, 4]. Узлы имеют обобщенную спецификацию по назначению, представленную на рисунке 1 [5].



Рисунок 1. Основные узлы БЛО (класс воздушные) по назначению.

3.1. Микропроцессор

Основным узлом типового решения является сам микропроцессор, включающий в себя основную схемотехническую часть. В качестве примера типового решения можно привести такие процессоры как ARM Cortex-A53, ATmega16U2, ARM Cortex™ A8, Atom T5700, Altera Nios II Gen2, MKE15Z256VLH7.

3.2. Память

Вторым по важности компонентом является блок внешней памяти, позволяющий обрабатывать и хранить большое количество информации. Микроконтроллеры (МК) для своего функционирования требуют наличия нескольких видов памяти. FMC (Flexible Memory Controller), что обеспечивает параллельный доступ к памяти (NOR, PSRAM) за счет увеличения количество использованных для интерфейса пинов.

Для операций, не требующих высокой скорости доступа к памяти, можно использовать последовательные интерфейсы:

- Шина I2C, как правило, 100 или 400 кбит/с внешним 8-контактный EEPROM (энергонезависимая память);
- SPI-шина, обычно 10 Мбит с использованием 4 проводов для подключения к EEPROM или Flash (NOR или NAND);

- SDIO шина и QSPI 1, 2 или 4 (или более) линии передачи данных, чтобы увеличить пропускную способность данных с внешней Flash.

SDIO, I2C, SPI – все обрабатывается встроенным программным обеспечением в режиме чтения и записи.

3.3. Порты ввода/вывода

Для прототипа БЛО третьим по важности элементом является наличие портов ввода/вывода для аналоговых и цифровых сигналов, наличие аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) для них, наличие широтно-импульсной модуляция (ШИМ) и т.д.

3.4. Часы реального времени

Для бесперебойного функционирования также необходимо наличие часов реального времени. Данный модуль необходим для протоколирования данных со штампом времени и восстановления после сбоя в аварийном режиме. К каждой записи показаний на SD-карту или на удалённый сервер возможно добавление штампа времени. GPS-приёмники могут ускорять процесс включения, сравнивая время в собственных часах реального времени со временем последнего получения сигнала от спутника (если предыдущее включение было несколько часов назад, то ранее найденные спутники всё ещё могут быть использованы и определение координат начнется быстрее). Как правило, данные модули обеспечиваются автономным питанием.

3.5. Таймеры

Существует несколько видов таймеров, применяемых в микроконтроллерах. К примеру, 8-ми разрядный таймер общего назначения содержит предделитель, который ведет обратный отсчет от системных часов. Выходной сигнал предделителя поступает в счетчик, который отсчитывает от него сохраненное в нем значение. Когда счетчик опустошается, устанавливается флаг, и может выполняться прерывание. Существуют системы захвата входных данных и системы сравнения выходных данных, содержащие до 16 таймеров [6]. В моделях высокого класса существует блок процессора таймера, у которого время является основным операндом. Одним из значимых видов таймеров является сторожевой таймер (WDT), который вызывает сброс микроконтроллера. Это позволяет восстановить нормальную работу микроконтроллера вследствие кратковременных сбоев, вызванных перегрузкой, влиянием электромагнитного импульса или некорректной работой управляющей программы.

3.6. Последовательный ввод / вывод

На сегодняшний день относительно низкоскоростные асинхронные последовательные интерфейсы (SCI) используются для терминальных, модемных и сетевых интерфейсов. Высокоскоростные синхронные последовательные каналы (SPI) используются, в том числе для межкомпьютерных соединений, аппаратной периферийной связи и других типов устройств, где требуется высокоскоростная и безопасная связь.

Обычно системы SCI могут обмениваться данными на любой из популярных асинхронных последовательных скоростей передачи данных. Эти системы имеют встроенные генераторы скорости передачи данных, регистры ввода и вывода с двойной буферизацией, а также все средства обнаружения ошибок, собранные на универсальной микросхеме асинхронного приемопередатчика (UART). Эти устройства ввода-вывода могут опрашиваться или управляться прерываниями компьютерной частью микроконтроллера.

SPI предназначен для связи на высоких скоростях с другими микроконтроллерами или, возможно, с аппаратными устройствами с синхронным последовательным интерфейсом. Поскольку для синхронных систем требуются системные часы, каждый SPI микроконтроллера может действовать как ведущий или ведомый. Связь с микроконтроллером и SPI может быть опрашиваемой (синхронной) или через контроллер прерываний (асинхронной) [6].

3. Периферийные устройства БЛО

3.1. Инерциальные датчики на основе МЭМС

Сегодня датчики, основанные на технологии МЭМС (микроэлектромеханические системы), многочисленны по типам, что приводит к постоянному росту их применения. Эта технология используется при реализации критически важных инерциальных датчиков. Концепция вибрационного гироскопа Кориолиса является основой этой технологии при реализации гироскопов, также акселерометры всех типов подпадают под эту технологию. Текущий рынок в недорогой интегрированной инерциальной навигации в аэрокосмической отрасли, в первую очередь, связан с наличием миниатюрных приемников GPS и инерциальных систем на основе МЭМС [7, 8].

3.2. Электродвигатели

В мультироторных БПЛА силовая установка основана на системе прямого привода. Каждая стойка напрямую подключается к собственному источнику подъемной силы, в основном это бесщеточные электродвигатели. Большинство современных бесщеточных электродвигателей идентифицируются по ширине и высоте корпуса двигателя. Еще одна характеристика бесщеточных электродвигателей - номинальное напряжение в киловольтах.

Это позволяет определить число оборотов двигателя на каждый вольт подаваемого в него электричества. Данное измерение выполняется при нулевой нагрузке на двигатель, поэтому в действительности, частота вращения будет варьироваться в зависимости от трения и нагрузки. Аккумулятор с более высоким напряжением заставит двигатель вращаться быстрее, но номинальное напряжение в киловольтах останется прежним.

3.3. Канал телеметрии

Для обеспечения двусторонней связи с БЛО необходима организация канала телеметрии с управляемым объектом путем формирования специальной двусторонней радиосвязи. Канал телеметрии берет серию измерений с управляемого объекта и отправляет их обратно на землю, где они могут быть отображены в программном обеспечении наземного управления. В качестве параметров канала телеметрии могут выступать: путевые точки, автономные полеты, конфигурации БЛО, а также широта, долгота, высота, положение БЛО, текущее напряжение батареи, курс БЛО, скорость, продолжительность полета и многое другое [9].

На сегодняшний день аэрофото-, видеосъемка является первоочередной востребованной задачей применения БПЛА. К примеру, наиболее часто используемые датчики на сельскохозяйственных БПЛА - это красный, зеленый и синий в полосе пропускания изображения в ближнем и инфракрасном диапазонах.

Конструктивно, датчики должны быть простыми в установке и отсоединении. Они должны быть достаточно миниатюрными, чтобы вместить полезную нагрузку и занять место на небольшом дроне. Современные тенденции заключаются в использовании небольших и быстрых дронов для получения аэрофотоснимков и сбора цифровых данных. Низколетящие и парящие БПЛА предпочтительнее, если требуются снимки крупным планом с более подробной детализацией объектов или местности [10].

3.4. Позиционирование и навигация

Отличительной особенностью между дроном и модельным самолетом является способность первого работать с использованием GPS. Добавление этой технологии спутниковой навигации обеспечивает уровень контроля, который раньше был просто невозможен. Этот дополнительный контроль позволил конструкторам дронов разрабатывать режимы полета для конкретных типов полетов.

Режим «Лойтер» (Loiter) – позволяет удерживать дрон в определенном месте (широта, долгота и высота). При этом находясь в удержании положения дрон сам исправит свое месторасположение, если оно будет изменено какими-то внешними возмущениями.

Режим «Возврат домой» (RTH). Этот режим позволяет летательному аппарату определять домашнее местоположение, обычно исходное место взлета, и возвращаться туда при определенных условиях безотказной работы. Потеря радиосвязи с БПЛА – один из распространенных факторов, вызывающих возврат домой.

Режим «Навигация по путевым точкам». Это режим автономной навигации по запрограммированным путевым точкам. Программное обеспечение наземного управления загружает список инструкций по навигации в полетный контроллер, который выполняет их шаг за шагом, как полную миссию. Этот метод особенно полезен в индустрии картографирования, где необходимо снова и снова летать по определенным схемам полета.

Режим «Следуй за мной». Этот режим позволяет пользователю отправлять на дрон поток данных о местоположении пользователя в реальном времени с помощью мобильного приложения. Затем дрон использует данные о местоположении с вашего мобильного телефона, чтобы следовать за вами с заданной высотой и расстоянием [9].

4. Блочная-модульная структуры системы управления БЛЮ

На основании полученной и обобщенной информации о платах разработчика была составлена блочно-модульная структура, представленная на рисунке 2. Она включает в себя все основные элементы системы и может расширяться за счет подключения дополнительных плат. Дополнительным преимуществом для целей отладки может служить наличие ПЛИС на плате разработчика, но этот узел не является критически необходимым [11].

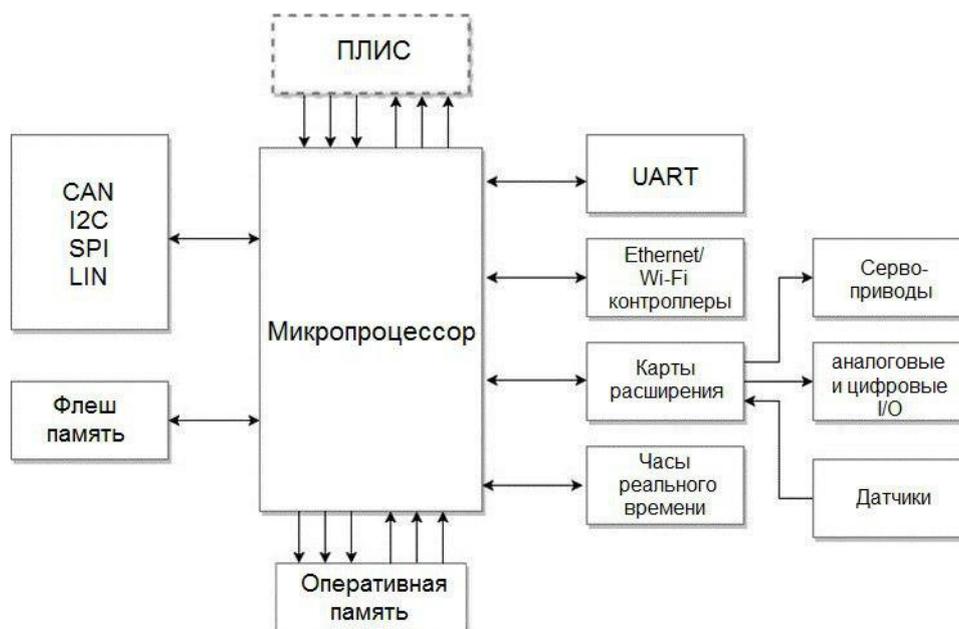


Рисунок 2. Блочно-модульная структура аппаратной платформы БЛО (класс воздушные).

5. Заключение

Большое число микропроцессоров, обладая разной архитектурой и периферией, подходят по всем сформированным требованиям и могут проявлять свою эффективность в различных ситуациях использования БЛО, что приводит к необходимости на этапе формирования требований к интегрированной среде разработки (IDE) включить в нее поддержку кроссплатформенности [12], т.е. поддержку большого числа микроконтроллеров, драйверов электродвигателей, датчиков и других элементов аппаратной части БЛО.

Список литературы

- [1] Ковалев, И.В. К вопросу реализации мультиверсионной среды исполнения бортового программного обеспечения автономных беспилотных объектов средствами операционной системы реального времени / И.В. Ковалев, В.В. Лосев, М.В. Сарамуд, Д.И. Ковалев, М.О. Петросян // Вестник СибГАУ. – 2017. – № 1(18). – С. 58-61.
- [2] Карцан, И. Построение наземных пунктов управления космическими аппаратами с использованием оптимизационно-имитационной модели. Современные инновации, системы и технологии / И. Карцан // *Modern Innovations, Systems and Technologies*. – 2021. – № 1(2). – С. 64-71. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2021-1-2-64-71>.
- [3] Аленченков, Г. С. Структурный синтез механизмов стартовых устройств беспилотных летательных аппаратов малой массы // Г.С. Аленченков, А.Э. Пушкарев. Интеллектуальные системы в производстве. – 2012. – № 1. – С. 5-11.
- [4] Догерти, Мартин Дж. Дроны. Первый иллюстрированный путеводитель по БПЛА / Мартин Дж. Догерти. – М.: Издательство ЭКСМО, 2017. – 224 с.
- [5] Функции электроники в составе мультикоптеров. Материал получен с сайта АО «КОМПЭЛ» – compel.ru (Дата обращения: 19.09.2021).
- [6] Sickie, Ted Van. Programming Microcontrollers in C. Second edition / Ted Van Sickie // – Newnes Publishing House, 2001. – P. 472.
- [7] Bose, A., Fundamentals of navigation and initial sensors / A. Bose, K.H. Bhat, T. Kurian // PHI Learning. – 2014. – P. 322.
- [8] Bose, A., S. Puri, Banerjee. Modern Inertial Sensors and Systems / A. Bose, S. Puri, Banerjee // PHI Learning. – 2008. – P. 416.
- [9] Kilby, T. Make: Getting Started with Drones / T. Kilby, B. Kilby // Maker Media. – 2015. – P. 187.

- [10] Krishna, K.R. Agricultural Drones. A Peaceful Pursuit / K.R. Krishna // Apple Academic Press. – 2018. – P. 381.
- [11] Моисеев, В.С. Беспилотные авиационные комплексы. I. Структура и организация функционирования // В.С. Моисеев и др. Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2006. – №. 2. – С. 3-7.
- [12] Ковалев, И., Сарамуд М., Лосев, В., Колташев, А. Метод и инструментарий верификации кроссплатформенного бортового программного обеспечения / И. Ковалев, М. Сарамуд, В. Лосев, А. Колташев // Современные инновации, системы и технологии - Modern Innovations, Systems and Technologies. – 2021. – № 1(2). – 22-33. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2021-1-2-22-33>.

Приложение

Таблица 1. Сравнительная таблица основных характеристик плат разработчика.

Фирма	Название	Порты ввода/вывода	ЦАП/АЦП	Интерфейсы	Встроенные модули	Встроенные датчики	Память	Архитектура ядра	IDE
Microsemi (formally Actel)	Smart Fusion2 Starter Kit	14 - analog 18 - digital	Configurable 8-to 20-bit delta-sigma ADC, Up to two 12-bit SAR ADCs, 4 x 8-bit DACs	JTAG, Ethernet 10/100, USB OTG, SPI, I2C, UART	Ethernet 10/100, USB UART, USB OTG, JTAG	-	64MB LPDDR, 16MB SPI flash	32	-
	Smart Fusion2 Development Kit	14 - analog 18 - digital	Configurable 8-to 20-bit delta-sigma ADC, Up to two 12-bit SAR ADCs, 4 x 8-bit DACs	JTAG, Ethernet 10/100, USB OTG, SPI, I2C, CAN, RS-232, RS-485, PCIe, FMC	JTAG Ethernet 10/100 USB OTG SPI I2C CAN RS-232 RS-485 PCIe	-	512 Мб DDR3; 256 Мб для контроля ошибок (ECC); 6 Мб SDRAM; 4 Гб флэш-памяти NAND; 8 Мбт флэш-памяти с интерфейсом SPI.	ARM Cortex-M3	-
	Smart Fusion2 Advanced Development Kit	14 - analog 18 - digital	Configurable 8-to 20-bit delta-sigma ADC, Up to two 12-bit SAR ADCs, 4 x 8-bit DACs	JTAG, Ethernet 10/100, USB OTG, SPI, I2C, RS-232, RS-485, PCIe, 2 x FMC	JTAG Ethernet 10/100 USB OTG SPI I2C CAN RS-232 RS-485 PCIe	-	1 Гб DDR3; 256 Мб для коррекции и ошибок; 2 Гб флэш-памяти SPI	-	-

Altera	Cyclone III FPGA Development Kit	General purpose I/O (GPIO) 214 вводов-вывода	Configurable 8-to 20-bit delta-sigma ADC, Up to two 12-bit SAR ADCs, 4 x 8-bit DACs	HSMC JTAG USB-Blaster GUI 10/100/1000 Ethernet USB 2.0	HSMC JTAG USB-Blaster GUI 10/100/1000 Ethernet USB 2.0	-	256 мегабайт (МБ) двухканальной DDR2 SDRAM с кодом исправления ошибок (ECC) 8 МБ синхронной SRAM 64 Мб флэш-памяти	ARM Cortex-M3	-
	Cyclone® V SoC Development Kit	линии ввода/вывода	20-бит дельта-сигма-аналого-цифровой преобразователь (линейная технология LTC2422)	QSFP Interface HSMC JTAG USB-Blaster GUI 10/100/1000 Ethernet USB 2.0 PCIe SDI SMA CAN UART	USB-Blaster II	-	1 Гб DDR3 SDRAM (32 бит) с кодом коррекции и ошибок (ECC) 128 Мб QSPI flash Разъем Micro-SDCard с флэш-устройством microSDCard емкостью 4 Гб	ARM Cortex-A9	-
ST	STMicroelectronics B-L475E-IOT01A2	линии ввода/вывода	Configurable 8-to 20-bit delta-sigma ADC, Up to two 12-bit SAR ADCs, 4 x 8-bit DACs	I2C SPI USB JTAG/BDM Flash	RF-модуль Bluetooth® V4.1 Wi-Fi NFC	2 цифровых всенаправленных микрофона цифровая датчик относительной влажности и температуры 3-осевой магнитометр 3D-акселерометр 3D-гироскоп абсолютный цифровой выходной барометр Датчик времени обнаружения и обнаружения жестов	-	ARM Cortex-M4	-

	STMicroelectronics P-NUCLEO-LRWAN1	14 - analog 18 - digital	Configurable 8-to 20-bit delta-sigma ADC. Up to two 12-bit SAR ADCs, 4 x 8-bit DACs	I2C SPI USB JTAG/BDM UART	ISM трансивер LoRa трансивер	температурный датчик	-	Cortex-M0+	-
	STM3210 C-EVAL	14 - analog 18 - digital	аудио ЦАП I2S	USB-OTG, Ethernet, CAN2.0A/B, I2S, USART, SPI RS-232 IrDA JTAG	3.2 "240x320 TFT цветной ЖК-дисплей с сенсорным экраном Джойстик с четырехпозиционным управлением и селектором Кнопки сброса, пробуждения, вмешательства и пользователя IrDA-приемопередатчик	-	64KB SRAM and 256KB Flash 2 ГБ MicroSD Card™ или больше	Cortex-M3	-
Atmel	Atmel ATEVK1105AU	14 - analog 18 - digital	Configurable 8-to 20-bit delta-sigma ADC. Up to two 12-bit SAR ADCs, 4 x 8-bit DACs	I2C SPI TWI USB Ethernet JTAG/BDM	аудиоинтерфейс сенсорный интерфейс	-	-	AVR32 UC	-
	Artix Artix-7 FPGA	4 Pmod connectors, Arduino/chip KIT шилд разъем;	АЦП на кристалле (XADC),	10/ 100 Mbps Ethernet, USB-UART SPI I2C JTAG PCIe	10/ 100 Mbps Ethernet, USB-UART SPI I2C JTAG PCIe	-	256 MB DDR3L с 16-bit шиной @ 667 MHz, 16 MB Quad-SPI Flash	-	Vivado Design Suite
Cortus	Spartan-3E Starter Board	100-контактный разъем Hirose FX2 Три 6-контактных порта Pmod DB15HD VGA	видео ЦАП	JTAG, Ethernet 10/100, USB, SPI, I2C, RS-232, RS-485, PCIe, VGA, PS/2, SMA	SMSC LAN83C185 Ethernet PHY Клавиатура PS / 2 RJ-45 Ethernet 16-контактный разъем для дополнительных ЖК-модулей Разъем SMA для высокоскоростного входного тактового сигнала Два разъема DB9 RS-232	-	64 МБ Micon® DDR SDRAM 16MB Numonyx StrataFlash™ 2MB ST Microelectronics	Xilinx Spartan-3E	-
Cypress	CY8CKIT-001 PSoC® Development Kit	I/O (GPIO) expansion slots	12-bit Delta-Sigma ADC, 8-bit DAC	USB 2.0, LCD, JTAG, I2C, SMBus, PMBus, P15-DB9 Serial Communication Port, J9-Full-Speed USB Port, RS-232	P15-DB9 Serial Communication Port, J9-Full-Speed USB Port, RS-232	CapSense	RAM 64Kb, Flash 256KB + 32KB Flash for ECC, EEPROM 2KB	M8C / 8051 / Cortex-M3	PSoC Creator IDE
	CY8CKIT-050 PSoC® 5LP Development Kit	I/O (GPIO) expansion slots	Configurable 8-to 20-bit delta-sigma ADC. Up to two 12-bit SAR ADCs, 4 x 8-bit DACs	RS-232 I2C SPI USB LCD JTAG/BDM	P15-DB9 Serial Communication Port, J9-Full-Speed USB Port, RS-232	CapSense	RAM 64Kb, Flash 256KB + 32KB Flash for ECC, EEPROM 2KB	ARM Cortex-M3	PSoC Creator IDE

Freescale	FRDM-KW41Z: NXP	14 - analog 18 - digital	16-bit analog-to-digital converter (ADC) 12-bit digital-to-analog converter (DAC) 6-bit high-speed analog comparator (CMP)	I2C SPI LPUART TSI CMT GPIO w/ IRQ Capabilities BLE 4.2 and 802.15.4 radio	USB OpenSDA OpenSDA SWD F-Antenna	Accelerometer and magnetometer Thermistor	512 KB flash memory 128 KB SRAM	48 MHz ARM® Cortex®-M0+ core	MCU Xpresso Integrated Development Environment (IDE)
	FRDM-K22F: NXP	14 - analog 18 - digital	16-bit ADC with configurable resolution	one UART that supports RS232 with flow control, RS485, and ISO7816 two UARTs that support RS232 with flow control and RS485 One low-power UART (LPUART) I2C	OpenSDAv2 USB Port	Accelerometer and magnetometer Thermistor	512 KB Flash 28 KB SRAM FPU DSP 64 LQFP	120-MHz ARM Cortex-M4 core with DSP and FPU instruction set	MCU Xpresso Integrated Development Environment (IDE)
PC (all x86)	Industrial PC Port	Платы расширения	Платы расширения	Платы расширения	Платы расширения	Платы расширения	-	-	-
	Intel® Galileo	Платы расширения	Платы расширения	Платы расширения	Платы расширения	Платы расширения	-	-	-
Infineon	XMC4000	12-channel DMA (XMC4500), 8-channel DMA (XMC4400), XMC4200, XMC4100) 4-channel high-resolution, PWM (150ps) (XMC4400), XMC4200, XMC4100)	Up to 4x 12-bit ADC achieving 4 Mega samples per second (interleaved mode) 2x 12-bit DAC	6 multi-functional serial interface modules configurable to SPI, I2C, I2S, UART Up to 6xCAN External bus interface supporting SDRAM, SRAM, NOR-Flash and memory-mapped IO devices (e.g. LCD)	Touch interface and LED Matrix Battery-backed real-time clock with calendar function and time-based or external wake-up capabilities	-	Up to 2MB embedded Flash with 22ns access time and error correction unit Up to 352kB embedded RAM	ARM® Cortex®-M4 with floating point unit (FPU), single-cycle DSP MAC, 80-144MHz CPU frequency	DAV E™ 3 IDE

Microchip	Explorer 16/32 Development Kit	14 - analog 18 - digital	16-bit analog-to-digital converter (ADC) 12-bit digital-to-analog converter (DAC)	USB to UART/I ² C™ adapter 2x mikroBUS interface RJ11 ICSP™ programming/debug interface for the PICkit programmer MCP2221A USB to UART (up to 460,800 baud) + I2C serial adapter chip	USB to UART/I ² C™ adapter 2x mikroBUS interfaces RJ11 ICSP™ programming/debug interface for the PICKit programmer MCP2221A USB to UART (up to 460,800 baud) + I2C serial adapter chip	Serial SPI EEPROM (25LC256)	dsPIC33EP256GP506	MPLAB Integrated Development Environment (IDE)
Renesas	YRDKRL78G14	14 - analog 18 - digital	14-Bit 1-MSPS SAR ADC	On-board Wi-Fi 802.11b Module from GainSpan Corporation RS-232 Interface I2C, SPI with Debug through the Beagle connect or from Total Phase	On-board Wi-Fi 802.11b Module from GainSpan Corporation RS-232 Interface I2C, SPI with Debug through the Beagle connector from Total Phase	Relative Humidity & Temperature Sensor	Micro SD card slot 512KB Serial EEPROM (Renesas) 256KB On-chip Flash Memory (program) 8KB On-Chip Flash (Data) 8Mbit Serial Flash for Web Server data storage (Micron)	

Raspberry Pi	Raspberry Pi	12-channel DMA , 8-channel DMA 4-channel high-resolution, PWM	16-bit analog-to-digital converter (ADC) 12-bit digital-to-analog converter (DAC)	USB to UART/I2C™ adapter 2x mikroB US interface RJ11 ICSP™ programming/debug interface 6-pin interface for the PICkit programmer I2C serial adapter chip	-	-	-	-	-
Arduino	Arduino	12-channel DMA (XMC4500), 8-channel DMA (XMC4400) XMC4200, XMC4100 4-channel high-resolution, PWM (150ps) (XMC4400) XMC4200, XMC4100	– Four General-Purpose Timers With 16-Bit PWM Mode – 4-Channel 12-Bit ADCs	USB-OTG, Ethernet CAN2.0 A/B, I2S, USART, SPI, RS-232 irDA JTAG	-	-	-	-	-
NI	Evaluate NI myRIO	GPIO with four 32-bit banks, of which up to 54 bits can be used with the PS I/O (one bank of 32b and one bank of 22b) and up to 64 bits (up to two banks of 32b) connected to the Programmable Logic Up to 54 flexible multiplexed I/O (MIO) for peripheral pin assignments	– Four General-Purpose Timers With 16-Bit PWM Mode – 4-Channel 12-Bit ADCs	USB-OTG, Ethernet CAN2.0 A/B, I2S, USART, SPI, RS-232	-	Accelerometer	-	-	-

Silicon Labs	Giant Gecko GG11 Starter Kit	-	12-bit 1 Msps ADC 12-bit 500 ksps DAC	I2C SPI UART RMII	EFM32 Ethernet Connector EFM32 USB Connector Debug Connector Simplicity Connector	Relative Humidity & Temperature Sensor Inductive LC Sensor Capacitive Touch Slider	2048 kB Flash 512 kB RAM BGA192 package	48 MHz ARM Cortex-M3 CPU	Simplicity Studio
Texas Instruments	SimpleLink MSP-EXP432P401R	-	14-Bit 1-MSPS SAR ADC With 13.2 ENOB Native and Capability to Reach 16 ENOB With Oversampling, Differential and Single-Ended Inputs Internal Voltage Reference With 10-ppm/°C Typical Stability Two Analog Comparators	- Up to Four eUSCI_A Modules - UART With Automatic Baud-Rate Detection - IrDA Encode and Decode - SPI (up to 16 Mbps) - Up to Four eUSCI_B Modules - I2C (With Multiple-Slave Addressing) - SPI	- Up to Four eUSCI_A Modules - UART With Automatic Baud-Rate Detection - IrDA Encode and Decode - SPI (up to 16 Mbps) - Up to Four eUSCI_B Modules - I2C (With Multiple-Slave Addressing) - SPI (up to 16 Mbps)		Up to 256KB of Flash Main Memory (Organized Into Two Banks Enabling Simultaneous Read/Execute During Erase) 16KB of Flash Information Memory (Used for BSL, TLV, and Flash Mailbox) Up to 64KB of SRAM (Including 6KB of Backup Memory) 32KB of ROM With MSP432™ Peripheral Driver Libraries	ARM® 32-Bit Cortex® -M4F CPU	Simpl eLink SDK

Xilinx	Xilinx Zynq-7000	GPIO with four 32-bit banks, of which up to 54 bits can be used with the PS I/O (one bank of 32b and one bank of 22b) and up to 64 bits (up to two banks of 32b) connected to the Programmable Logic Up to 54 flexible multiplexed I/O (MIO) for peripheral pin assignments	12-Bit ADC	<ul style="list-style-type: none"> • Two 10/100/1000 tri-speed Ethernet MAC peripherals with IEEE Std 802.3 and IEEE Std 1588 revision 2.0 support • GMII, RGMII, and SGMII interfaces • Two USB 2.0 OTG peripherals, each supporting up to 12 Endpoints • USB 2.0 compliant device IP core • Supports on-the-go, high-speed, full-speed, and low-speed modes • Intel EHCI compliant USB host • 8-bit ULPI external PHY interface • Two full CAN 2.0B compliant CAN bus interfaces • Two CAN 2.0-A and CAN 2.0-B and ISO 118981-1 standard compliant • External PHY interface • Two SD/SDIO 2.0/MMC3.31 compliant controllers • Two full-duplex SPI ports with three peripheral chip selects • Two high-speed UARTs (up to 1 Mb/s) • Two master and slave I2C interfaces 	<ul style="list-style-type: none"> • Two 10/100/1000 tri-speed Ethernet MAC peripherals with IEEE Std 802.3 and IEEE Std 1588 revision 2.0 support • GMII, RGMII, and SGMII interfaces • Two USB 2.0 OTG peripherals, each supporting up to 12 Endpoints • USB 2.0 compliant device IP core • Supports on-the-go, high-speed, full-speed, and low-speed modes • Intel EHCI compliant USB host • 8-bit ULPI external PHY interface • Two full CAN 2.0B compliant CAN bus interfaces • CAN 2.0-A and CAN 2.0-B and ISO 118981-1 standard compliant • External PHY interface • Two SD/SDIO 2.0/MMC3.31 compliant controllers • Two full-duplex SPI ports with three peripheral chip selects • Two high-speed UARTs (up to 1 Mb/s) • Two master and slave I2C interfaces 	32 KB Level 1 4-way set-associative instruction and data caches (independent for each CPU) 512 KB 8-way set-associative Level 2 cache (shared between the CPUs) On-chip boot ROM 256 KB on-chip RAM (OCM)	ARM® Cortex™-A9	Xilinx Software Development Kit
--------	------------------	---	------------	--	--	---	-----------------	---------------------------------

Structural and mechanical properties of new sizing compositions based on natural and synthetic water-soluble polymers

Salokhiddin Mardonov^{1,*} and Khasan Saidov²

¹ PhD, Department of Textile technology and design, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

² student, Department of Light Industry Machinery and Equipment, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

* E-mail: saloxiddin.1980@mail.ru

Abstract. In the article results of studying specific structurally-mechanical properties new developed sizing compositions on the basis of corn starch and water-soluble synthetic polymeric preparations such as K-4 and uniflock made in Company "Navoiazot" are given. It is established that, introduction in starch pastes acrylates leads to increase coefficient of thixotropic restoration, i.e. to increase of speed relaxation processes.

Keywords: size, starch, adhesion, thixotropic, rheology, yarn, fluidity limit, paste, retrogradation, structuring

1. Introduction

Structural-mechanical or rheological properties for fluid systems means the behavior of polymer systems upon deformation. They determine the dependences linking stresses at different temperatures and modes of deformation and deformation of polymer systems, and provide valuable information about their properties, structure, and structural transformations. They are of great importance not only from the point of view of the study of the systems themselves and the study of changes occurring in them, but also from the point of view of the problems associated with the use of such systems in technological processes [1,2].

In the processes of sizing textile materials, the used sizing compositions undergo various mechanical influences, which change the rheological properties of sizing systems based on starch and water-soluble acrylates [3]. It can be expected that due to the complexation reaction of starch and acrylic polymers, the rheological properties of the systems undergo significant changes.

The advantage of polyacrylate compositions as a sizing preparation lies in its high adhesive property. In addition, polyacrylates can be obtained of homopolymer and copolymer character, with various derivatives of acrylic and methacrylic acids, which allows combining different ratios of

monomers in a polymer molecule and obtaining a wide range of physical and chemical properties in the synthesized material [4].

2. Materials and methods

On the basis of these studies, we have developed a new dressing composition based on corn starch obtained from secondary raw materials, as well as synthetic water-soluble polymer preparations such as K-4 and uniflock produced at Navoiyazot OJSC. The introduction of acrylic polymers into the composition of the shrinking agents leads to a change in the structural and mechanical properties.

Polymer solutions, including starches, are not structureless. The structure of solutions is understood as the mutual arrangement of the solvent and polymer molecules, the conformation of macromolecules, and the interaction between polymer macromolecules [5]. The stability of the structure can be judged by the values of the degree of thixotropic reduction given in Table 1. Thixotropy - the ability of structures after their destruction as a result of some mechanical action is spontaneously restored in time, that is, thixotropy is the ability to reversible isothermal transformation of a sol into a gel. Table 1 shows that starch pastes containing K-4 and unifloc are characterized by higher values of the degree of thixotropic reduction.

Table 1. Yield point and degree of thixotropic reduction of starch solutions with different contents of K-4 and unifloc.

Composition and content of components in solution			Yield point (Pa)	Degree of thixotropic recovery, %
Starch, %	K-4, %	Uniflock, %		
6	-	-	3,89	88,57
6	0.2	0.2	11.12	90.12
6	0.3	0.2	12.23	91.79
6	0.4	0.2	20.57	93.52
6	0.5	0.2	30.58	97.16
6	0.6	0.2	42.6	98.4
6	0.5	0.3	36.44	97.3
6	0.5	0.4	42.15	98.4
6	0.5	0.5	46.83	98.8

Such a gradual restoration of the structure and, consequently, an increase in its strength occurs not only when the system is at rest, but also when the system flows at a rate lower than that which caused the given degree of destruction of the original structure. However, with the reverse transition from a steady flow with a high velocity to a flow with a lower velocity, some recovery of the structure

occurs and, accordingly, the effective viscosity and strength of the structure increase, and the higher the content of K-4 in the system, this effect is more pronounced.

Thus, the introduction of K-4 starch and uniflock into the paste leads to an increase in the coefficient of thixotropic recovery, i.e., an increase in the rate of relaxation processes. Due to their high adhesive properties, polyacrylate compositions are becoming increasingly important as a sizing agent for sizing cotton fibers [6].

3. Results

A change in the chemical composition of these compounds allows a wide variation of their properties, which is much more difficult to accomplish with polymers of other groups. Therefore, this work presents the results of experimental substantiation of the influence of K-4 and uniflock, which is part of the sizing compositions, on the structural and mechanical properties of starch solutions.

The study of the rheological properties of 6% glues based on corn starch with the addition of small amounts (0.2-0.6%) of K-4 and uniflock showed that the rheological properties of the systems change significantly when these preparations are introduced.

Table 2 shows the change in the viscosity of 6% starch pastes (at $\gamma = 27\text{cm}^{-1}$) from the content of the introduced K-4 at different temperatures.

Table 2. Viscosity changes of 6% starch paste from content of K-4 in it at different temperatures.

Temperature, K	The viscosity of the dressing (Pa.s) at various concentrations of K-4, %				
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
298	0.35	0.67	1.15	1.48	1.93
313	0.26	0.58	1.03	1.22	1.60
323	0.20	0.50	0.91	1.13	1.45
333	0.15	0.41	0.83	1.05	1.32
343	0.12	0.35	0.77	0.93	1.24
353	0.07	0.30	0.74	0.84	1.18

From Table 2 it follows that the addition of K-4 to the starch system causes an increase in the viscosity of the system. This fact indicates the reaction of complexation of K-4 with starch, since in the polymer chain of starch (more precisely, its constituents - amylose and amylopectin), hydroxyl groups are likely to be present in a position convenient for complexation (at a distance of 2.42 Å at an angle of 109°).

The formation of complexes is possible both within one polymer chain and between two chains [7]. The formation of such knots can lead to a decrease in the mobility of the chains, i.e. limiting their thermal movement, increasing the structuredness of the system and the formation of a more rigid chain, and as a result of all this, to an increase in the viscosity of the system.

From table 2 it also follows that for all systems with increasing temperature, the viscosity decreases. This can be explained by the fact that as the temperature rises, the energy of the thermal motion of the polymer units sharply increases and, at certain values, this energy increases the energy of intra-intermolecular interaction.

Starch solutions that have stood for a long time are capable of aging due to retrogradation and biodegradation phenomena. The ability to retrograde is extremely strongly manifested in solutions of pure amylose, which aggregates over time and finally forms an insoluble microcrystalline precipitate [8].

The figure 1 shows the data of the study of the aging process of 6% starch paste with K-4 (0.5%) uniflock (0.3%) and without it at a temperature of 293 K by changing the viscosity of the system (at $\gamma = 27 \text{ s}^{-1}$).

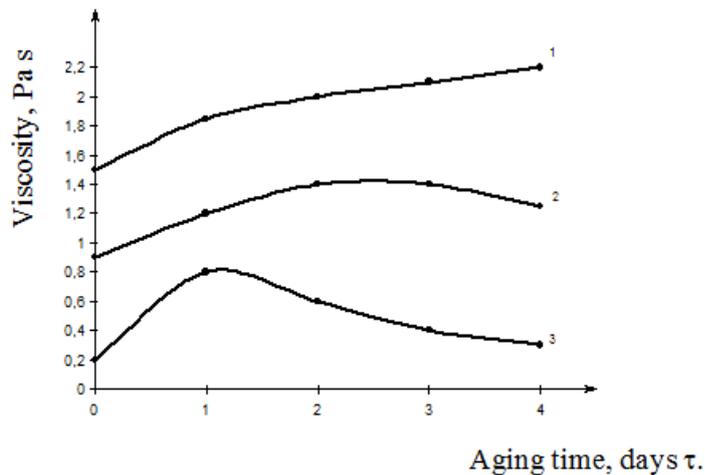


Figure 1. Kinetics of the “Aging” process of 6% starch paste with K-4 (1), uniflock (2), without it (3).

It follows from the figure 1 that for starch paste that does not contain K-4 (curve 1), the dependence of the paste viscosity on the storage time passes through a maximum. The presence of a maximum in this dependence can be explained by the occurrence of two processes: an increase in the viscosity of the paste during the first day is a consequence of the process of retrogradation of the paste, i.e., the aggregation of amylose macromolecules. In contrast to curve 3, curves 1 and 2, which characterize the dependence of the viscosity of 6% starch paste, with K-4 and uniflock does not have a maximum.

The viscosity of this paste increases monotonically within 5 days. The absence of a decrease in the viscosity of the paste on the second day of storage is explained by the blocking of the process of microbiological destruction of starch due to the antiseptic action of K-4 and uniflock. This can be judged by the angle of inclination to the abscissa axis of the curves of viscosity versus storage

duration. At the same time, we studied the periods during the first day when the process of microbiological destruction does not leave its mark.

It follows from the figure 1 that the slope of curve 1 is much greater than the slope of curve 2, which indicates a slowdown in the process of retrograding of starch pastes in the presence of K-4 and uniflock, i.e., polyacrylates have a stabilizing effect on starch pastes, slowing down the processes retrogradation of starch pastes and microbiological destruction of starch.

4. Conclusion

Thus, significant changes in the rheological properties of solutions of the polymer composition based on corn starch, K-4 and uniflock indicate a good sizing ability of cotton yarn.

References

- [1] Ganzyuk, L.I. New preparations in sizing technology / L.I. Ganzyuk // *Technics*. – 1991. – P. 223.
- [2] Mardonov, Salokhiddin. 2020 Analysis of quality indicators of sizing warp threads / Salokhiddin Mardonov, Sanovar Khamraeva, Kodir Muminov, Khakim Rakhimov and Elyor Kuldoshev // *International Journal of Advanced Science and Technology*. – № 4. – P. 4957-4968.
- [3] Mardonov, S.E. Structural and mechanical properties of a water-soluble synthetic acrylic polymer and new abrasive compositions based on uzhitan / S.E. Mardonov, M.S. Norova, M.B. Ayupova // *Scientific and technical journal of science and technology development*. – 2020. – № 2. – P. 32-37.
- [4] Abrorov, A. Physical essence and process of laser hardening of circular saw of a saw cylinder / A. Abrorov, M. Gapparova, A. Temirov and N. Mirzakulova // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – 2020. – № 7(1). – P. 12418-12421.
- [5] Latipova, I.M. Effect of mechanical treatment on the technological properties of starch gluing / I.M. Latipova, I.L. Sedova, N.A. Ermolaeva, V.A. Padokhin, A.P. Moryganov // *Textile chemistry*. – 1993. – № 1(3). – P. 26-30.
- [6] Amonov, M.R. Water-soluble polymer compositions based on local raw materials for use in the production of cotton fabrics and the technology for their production: Diss ... Doctor of Engineering Sciences / M.R. Amonov. – Tashkent, 2005, 252 p.
- [7] Ikhtiyarova, G.A. On the processes of saponification of acrylic emulsion in order to obtain a thickener for printing fabrics Uzbek / G.A. Ikhtiyarova, O.M. Yariev, B.A. Mavlonov, A.A. Khaidarov // *Chemical journal*. – 2002. – № 3. – P. 77-81.
- [8] Alekseeva, S.V. Modification of the properties of hydrogels and starch films with specialized

enzyme preparations / S.V. Alekseeva, S.A. Koksharov // Chemistry and chemical technology. – 2003. – № 46(1). – P. 120.

Blockchain Based Intelligent Transport System

Muhammad Waseem¹, Khawaja Arslan Ahmed², Muhammad Talha Azeem³

Xian University of Science and Technology, Shaanxi Sheng, Xian Shi, Beilin Qu, Yan Ta I
T Shang Quan, China

E-mail: wasem.hanif89@gmail.com¹, askankhawaja@gmail.com²,
Talhaazeem82@gmail.com³

Abstract. Blockchain technology is widely studied in these days and has vital role in the ITS and Vehicular network. Intelligent Transport System (ITS) have resolved several issues of transportation like congestion, electronic toll collection, traffic light cameras, traffic updates, and environment forecasting. The vehicular network is the ever-increasing network it is not only facilitates us but also brings new challenges with it. The mobile nature of vehicular networks it is very important to collect and broadcast information of traffic events in real-time. A little delay to broadcast important information or deciding on this information can cause a serious situation in the mobile vehicular network. Moreover, malicious vehicles in the network broadcasting false information about these traffic events cause a disturbance in the network. In large-scale scenarios, the transmission of malicious messages offers a lot of danger to the system. They can wrongly claim the roads and provide false information about the incident. These traffic events can be life-threatening and cause unwanted situations like accidents, wastage of time and other resources. Therefore, it is very much important to provide real-time information on recent traffic events and real-time authentication of vehicles that broadcast information in the network. Traditional studies are unable to solve these security issues and contain a single point of failure issue. These studies are centralized and dependent on a single higher authority. Moreover, they have serious security concerns that are harmful for vehicular network. Moreover, any vehicles are unwilling to share their private information while broadcasting information about traffic events because they are strangers to each other. And if a vehicle does not want to share its private information like name, id, etc. It is not possible to authenticate this vehicle and manage trust in the network. It means that it is very crucial to prevent vehicles to broadcast wrong information in the network while preserving their privacy at the same time. Therefore, there is a need to authenticate vehicles and manage trust in the network while preserving their privacy simultaneously. Blockchain can offer better solution to solve these issues due to its secure distributed environment and features that ensure immutability about actions. The purpose of this report is to provide real-time security and privacy in the network. It is also ensured that vehicles get real-time authenticated information about traffic incidents from legitimate vehicles while simultaneously preserving their privacy. It means that only authenticated and legitimate entities (vehicles) can participate in vehicular network and privacy of both sender and receiver is secured in the network. Details of conducted experiments are given, and shreds of evidence are provided to evaluate the performance of architectures for authentication and trust management. The shreds of evidence show that these blockchain-based systems can solve security and trust issues more effectively.

Keywords: Intelligent transport system, blockchain technology, real-time information, vehicular network

1. Introduction

In recent years, considerable academic advancement, and business growth in Intelligent Transport Systems (ITS) has been enabled through the exponential development of new sensing, networking, research and computational technologies and tools. Intelligent Transportation System (ITS) provides services to enhance traffic management and makes the use of the traffic network more safely. Moreover, it increases the efficiency of road traffic and applied to all modes of transport [1].

In general, ITS services are namely:

1) intelligent transport, an efficient path can be selected in terms of economy and time by intelligent routing preparation and navigation, preventing traffic jams, etc.

2) With the help of vehicles interconnectivity, barriers early warnings can be issued, or internal or external system failures can be conveyed to the driver.

3) Driver or vehicle support services, such as fines for violation of road laws, automated repair of vehicles.

4) Entertainment for onboard users, such as streaming media, etc.

5) providing statistical data about the surrounding areas, traffic, and environment, from crowdsourcing method [2].

Blockchain is known as one of the most transformative technology of current time. A distributed ledger system in form of blockchain, is new data storage and processing method. The major characteristics of mutual honesty, anonymity, data confidentiality and transparency have a great opportunity for resolving the challenges of the established ITS.

The goal of ITS is to gather, analyze and apply all transport-related data to monitor the flow of vehicles in order to increase traffic quality and safety [3]. Researchers predict that blockchain deployment in transport should primarily concentrate on the application of technology to minimize or by third party cost elimination (i.e., shared mobility, fare increases, asset transfer and supply chain), by minimizing a particular point of failures (i.e., the internet of services like wired and autonomous vehicles) and improve efficiency (i.e., supply chain and transfer of assets) that show in figure 1[4]. ITS professionals commonly seek to create new tools (e.g., property, road) and intelligent technologies (e.g., sensors, self-driving cars) [4].

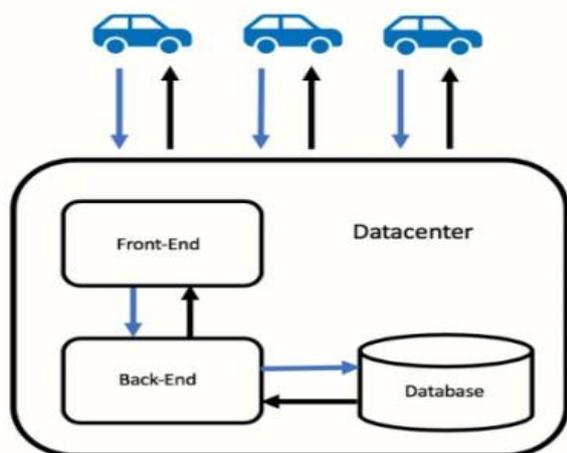


Figure 1. Central Server Vehicular-network.

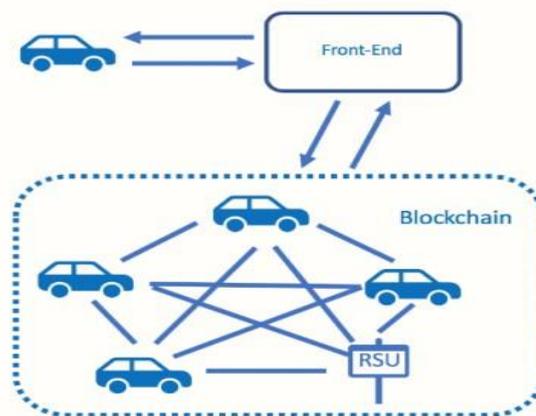


Figure 2. Blockchain-based Vehicular network.

The issues that ITS is facing now can be solved by Blockchain and the underlying architecture can also be used for social dealing. Blockchain is a perfect solution to the key issues faced by ITSs, and also a potential underlying architecture for dealing with the social [4]. Such intelligent systems collect and process a variety of arriving vehicle details as input tables to produce optimized traffic plans at each location that shows in figure 2. According to restricted computing capacity in real-time processing and their central algorithms and data centers, they are vulnerable when the input table involves malicious attacks vehicle information [5]. It is Difficult to detect malicious attacks.

New vehicles are becoming increasingly dependent on the on-board device and control functions. Attacking the internal software or control functions of a vehicle (e.g., downloading on-line malicious software) can cause severe safety problems for drivers and passengers [2-5]. Any of the issues described above can be addressed by implementing new transport policies. In fact, the approach aligns for extreme situations, but may not be suitable in insignificant circumstances. Another plan adds more services by constructing new roads and/or upgrading existing facilities, such as bridge widening [6]. However, Due to the ever-increasing volatility, variety, and sophistication of behaviors, processes and techniques involved in this environment, ITS has now indicated a high degree of social complication rather than intelligent forecasts for days, leaving some early issues unresolved or even worse behind. Security threats posed by the emerging movement towards centralization of ITSs are a primary issue. Fast-growing inventions, like IoT, made it easier for analyzing data and decisions processing by the authorities to be used. A block chain based ITS system is proposed which describe an ITS-based, seven-layer computational model for blockchain and to discuss core research concerns in blockchain based ITS on this basis. Study found blockchain to be one of the stable and trustworthy frameworks for the development of newly built parallel transport management systems [4].

Brief introduction and overview of both emerging technologies blockchain and ITS are described in below sections.

1.1. Blockchain Technology

It was first introduced in 1991 by two researchers, who was working for a digital timestamp for documents which cannot be backdated or changed [6]. Satoshi Nakamoto implemented blockchain technology first time in 2008 and introduced a cryptocurrency named as Bitcoin [8]. The dilemma of centralized data storage and information management was solved in the Bitcoin white paper. This section presents an overview of blockchain technology.

1.1.1 Components of Blockchain. There are set of basic components of blockchain which include ledger, block, hashing, transaction, minor and consensus mechanism.[10].

The **ledger** is a data structure that is used to store different kinds of data. It is used to store all transactions ever made on the network by all participating users. The ledger was also distributed between the participating nodes, so each user has their own copy of the ledger.

Each **block** comprises a series of transactions and has been chained together by storing the preceding block's unique hash value in the current block. Like a chain, this connection interlocks together.

The **hash** function is essentially a mathematical problem that minors must crack to find a block. It verifies the data integrity of the contents of each block.

The smallest process unit is a **transaction**, and a collection of transactions are combined in a block and processed.

A certain transaction cannot be added to the block until permission is confirmed by most of the participating nodes in the blockchain network. For minors, the size of a transaction is important as small transactions require less power and are simpler to verify. Minors are computer/agents that attempt mining to discover new block [10].

In the blockchain, different blocks are chronologically connected and make a chain. Each block has a previous block hash in its header. Each block in chain contains previous block hash, data, nonce and timestamp shown in figure 3. First bock of chain is called genesis. A nonce is a magical number given by miners to complete hash according to the format of blockchain, timestamp describes time and day at which the block is created [11].

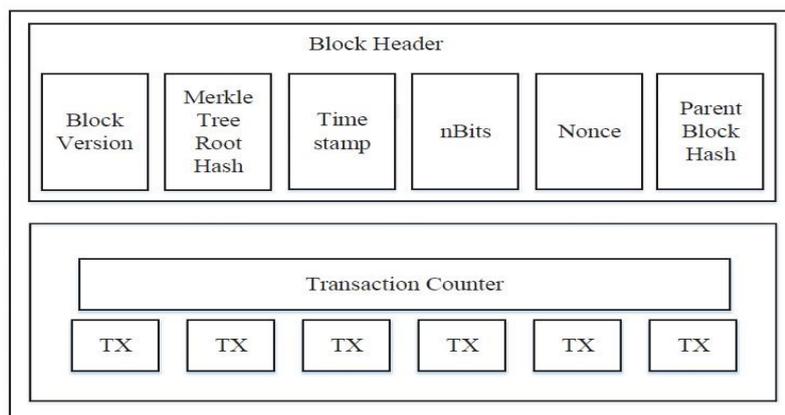


Figure 3. The architecture of Block in Blockchain.

1.1.2 Layered Architecture of Blockchain. The blockchain system consists of six layers namely, data layer, network layer, consensus layer, incentive layer, contract layer and application layer as shown in figure 4. The data layer consists of the underlying data blocks and related techniques like Merkle tree timestamp encryption etc.

The network layer encapsulates the mechanisms for distributed networking, data transmission and data verification. The consensus layer mainly includes various consensus algorithms for network nodes. Consensus layers have consensus algorithms like proof of work, and proof of storage. Incentive layer defines distribution incentives for nodes and allocation of incentive to receiving nodes. Contract layers provides rules and algorithms in scripting languages for node agreements. Application layer defines the area of deploying the blockchain like, IoTs, smart city, and market security etc. [12].

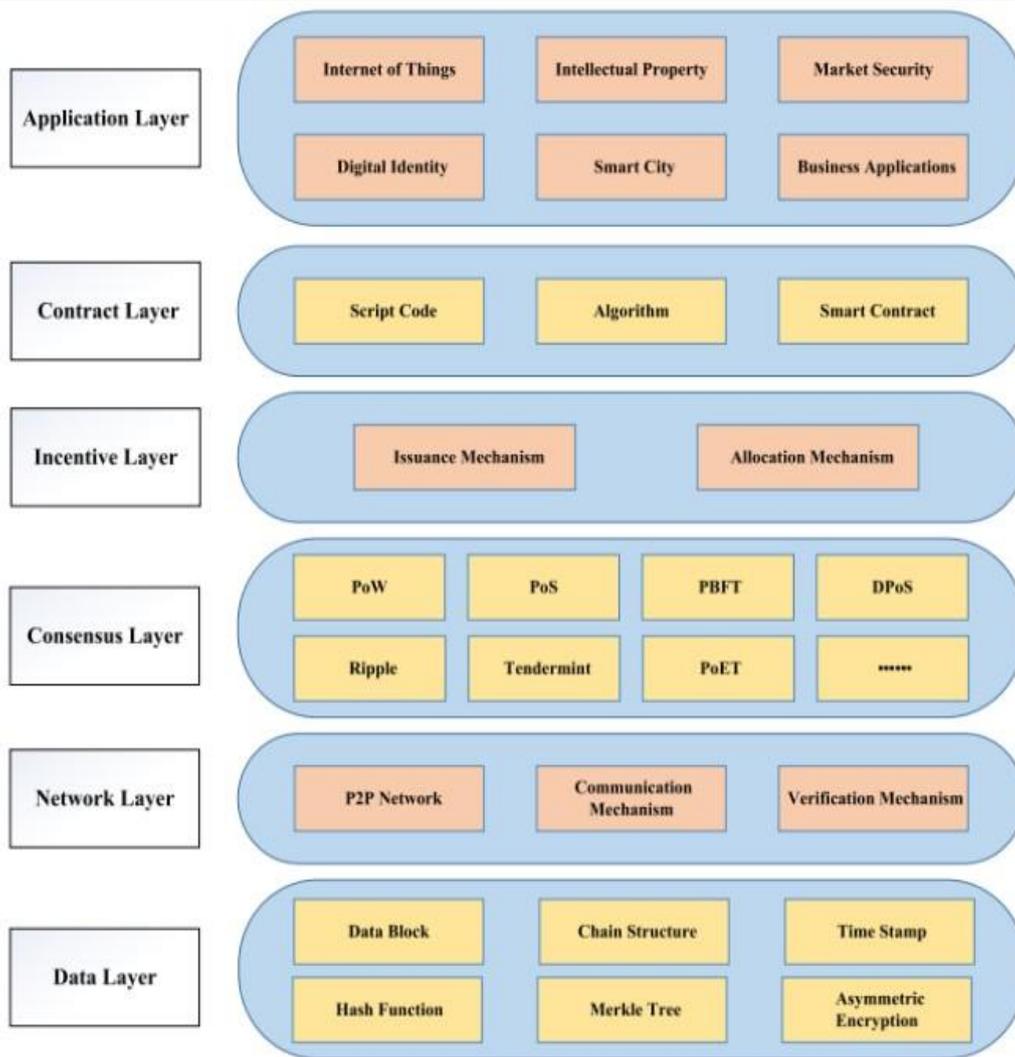


Figure 4. The Layered Architecture Of Blockchain System.

1.1.3 Blockchain Types. Types of blockchain Mainly blockchain is dividing into three types [13]. Following are the main types:

- Public blockchain.
- Private blockchain.
- Consortium blockchain.

Following table is defining the properties of all these types of blockchain.

Table 1. Comparison of types of blockchains.

Blockchain Properties	Public type blockchain	Private type blockchain	Consortium type blockchain
Consensus by	All entities	Entities selected by Organization	Predefined nodes by administration
Data access	Public	Public or restricted	Public or restricted

Immutability	Impossible to temper	Could be tempered	Could be tempered
Mining efficiency	Very low	Very high	Very high
Decentralized	Yes	No	Partially decentralized
Consensus type	Permission less	Permissioned	Selective permissioned

1.2. Intelligent Transport System ITS

Transportation is the movement of different things (goods) and people from one region to another. As we come to know that ITS can be very helpful for traffic system management and road safety. A lot of research has been done on ITS for improving the efficiency of ITS since a few years. ITS is transportation system which processes and share information about congestion, traffic management, environmental changes. ITS have wide range of communication ability between vehicle to vehicle (V2V), vehicle to infrastructure (V2I). Also, ITS incorporates wireless and wire line communication-based information. Commonly, V2V and V2I have wireless technology whereas infrastructure to infrastructure have wire line communication. Internet of Things (IoTs) are used in ITS for collection of data like, congestion detection, electronic toll collection, traffic light cameras, traffic updates, and environment forecasting.

1.2.1. Working of ITS. ITS is controlled by a local authority with limited area. So, different areas have different ITSs [17]. Further these ITSs are also interconnected. In an ITS system have following operation performed by authority:

- Data collection: IoTs are fixed in all nodes of ITS to collect data from various sources. Data collected by IoTs are delays, location, travel time, and surveillance etc.
- Data transmission: In ITS real time communication is primary concern of every node or vehicle. Vehicle transmit collected data to nearby data center. After data analysis, data send back to concern vehicles as an information. V2V communication is done by dedicated short range communication (DSRC) whereas V2I is done by continuous air interface long and medium range (CALM).
- Data analysis: After data receiving at nearest data center, the process of data cleaning, error rectification, data synthesis, and further logical analysis. This analyzed data is used for current situation and for future forecasting.

1.2.2. Component of ITS. Every ITS has different component based on its application [18]. We are describing the general component that is compulsory for every ITS as shown in figure 5.

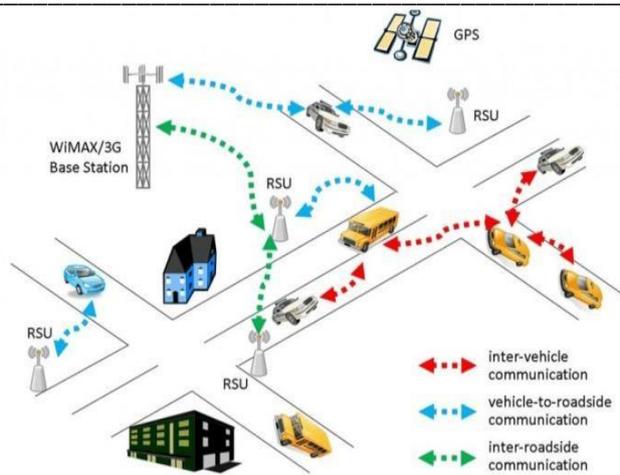


Figure 5. Working of Intelligent Transport System.

- Global positioning system (GPS): For the location purposes, this component is used and ITS gather information of all vehicles from GPS.
- Cloud storage: ITS have large number of vehicles which send and receive large amount of data. This data cannot be stored locally, so cloud server is used for this purpose.
- Roadside unit (RSU): Vehicles cannot communicate directly with long distance vehicles. For this purpose, RSU are installed along with road. Vehicles communicate with nearest RSU and RSU then convey his message to other vehicles or RSUs.
- Vehicles and other devices: Transportation system have different type of vehicles. All have different IoT sensors and variety of communication channels. ITS have ability to incorporate all the vehicles. Other devices have cell phones, laptops, and watches.

1.3. Blockchain and ITS

With the increasing of digitalization, transportation system also needs security, privacy, and immutability. Whereas blockchain is a technology which can efficiently overcome such issues [19]. Traditional transportation system can only handle by physical presence whereas with blockchain cross border vehicle management is possible. Further, there is trust issue on third party and cross border entities, blockchain provides trust between both parties. Blockchain provides security during making contract. In the carpooling services, blockchain provides anonymity and easy payment method. In electric vehicle charging system, blockchain provides anonymity and charging payment method more securely and easily. V2V communication require anonymity and reward for message initiator, blockchain provides all the effective features that in V2V communication.

1.4. Scope

In Blockchain-based systems in transportation, the centralization is eliminated and all vehicles in the network are equally responsible for making decisions. The architecture of the vehicular network based on blockchain is shown in figure 6.

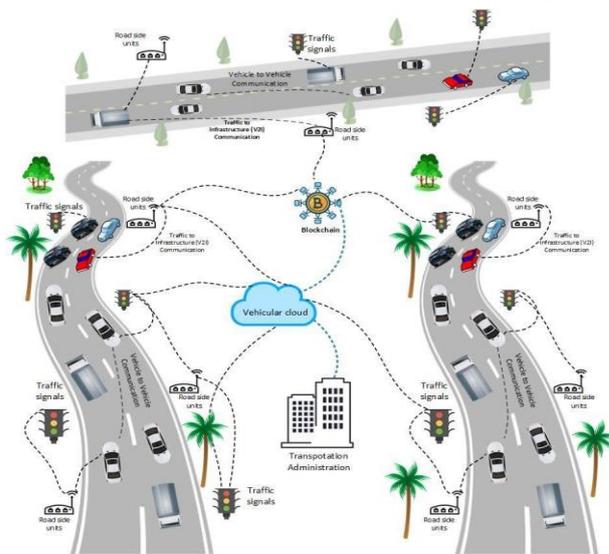


Figure 6. The Architecture of Vehicular Network based on Blockchain.

This architecture shows that vehicles are directly connected and with other entities like the sensors and RSU without third party involvement. In this vehicular network, all vehicles and other entities are continuously monitoring the actions of each other and each device authenticates to a pair in the network as shown in figure 4. This blockchain-based vehicular architecture covers following areas which are explained below.

2. Literature Review / Methodology

The data and knowledge for this report are collected by well-known research repositories ScienceDirect, Google Scholar and IEEE Xplore. Few selective articles are included related to the topic of blockchain based system and vehicular transportation. Main focused topics are security, trust and privacy of data and process in ITS technology and vehicle network.

A mechanism proposed in [25] solves many issues regarding vehicular networks like offering high bandwidth, quality of service and low latency. However, pervasive, secure, and reliable communications are not provided by the 5G cellular network. They proposed a scheme to achieve the scalability and security of Vehicular Ad-hoc Networks (VANETs). An SDN is used efficiently to manage the ubiquitous system. A twofold blockchain-based security module is proposed. First, the vehicles are registered in the network by providing their credential. When any vehicle is broadcast any message or share data in the network then the legitimacy of the vehicle is checked by the authentication module in the first instant. If the vehicle is registered, then its data is reached to other entities in the network. Otherwise, the data is revoked, and such a vehicle is announced as a malicious vehicle in the network. However, the control plane creates the single point of failure issue.

When a control plane is exploited by an attacker, the central control point is damaged and the whole information flow of the system is disturbed. In [26], it is highlighted that it is very difficult to

spread information in a volatile vehicular network. The authors in [27] highlighted that message should be broadcasted anonymously in the network since it contains the secret information. However, it is difficult to expose the vehicle if the message is broadcasted anonymously. So, to overcome this issue, the author in [28] proposed that the concept of conditional privacy that is achieved by a registration authority. [29]and [30] provides a mechanism that overcomes traditional mechanisms which are purely relied on centralized data centers. Mobile behavior of vehicles is the main issue in the scheme which can lose their connectivity. Therefore, it is more difficult to authenticate moving vehicles in real-time. However, the authors authenticate the vehicles directly from the blockchain. The reason is that blockchain provides a distributed database that makes real-time authentication possible.

In a vehicular network, wireless communication allows the vehicles to monitor the exchanged data through the network. However, it results in breaching the privacy and safety of vehicles. Malicious vehicles can be dangerous for the existing network by providing false information [31]. Any selfish node can provide fake information about roads to increase his traveling speed and hackers can take over the central authority to spread fake information globally [32]. In VANETs, many vehicles are unwilling to share their private information because they are strangers to each other. In large-scale scenarios, the transmission of malicious messages offers a lot of danger to the system. They can wrongly claim the roads and provide false information about the incident. While VANETs require a secure IoT environment for communication. In [21], Proof of Event can solve this problem by setting the threshold of the correct data which is validated by different nodes. So that event will never be triggered. If bogus messages are received from the other vehicle then miner nodes verify and immediately report to the Law Enforcement Authority. In [27] and [32], the system requires information from a legitimate vehicle so that message should be authentic, credible and immutable to protect from attackers. In [27], the authors used a new framework of blockchain assisted with the real-time cloud-based video reporting system, which carries the trust management and message of the vehicle. The authority authenticates the legitimacy of the vehicle by issuing public and private keys. Then these vehicles are allowed to transmit real-time videos and messages about the road condition.

In [30], the author proposed a privacy-preserving trust model, which gives an unknown reputation system to get rid of forged messages. Lexicographic Merkle Tree (LMT) is used for the extension of blockchain for preserving privacy. The link-ability between real identity of vehicle and its public key is eliminated from the blockchain. Certificate Authority (CA) is responsible for issuing certificates to new vehicles and revoking certificates of malicious vehicles. All actions performed by CA are monitored and stored in blockchain for transparency. The authors proposed the scheme for blocking the forged messages, which gives the reputation system in which the algorithm calculates

reputation. In [25] and [31], the authors proposed the scenario of Software Defined Network (SDN) working with 5G to maintain the vehicular network. The proposed model is equipped with 5G and SDN. The control plane and data plane are decoupled to maintain the network for ubiquitous functionality, scalability; moreover, they are easy to manage. Open flow switches and routers act as a controller while the base stations and access points are working under the data plane to take command from the controller and proceed accordingly. These nodes usually are RSUs and there is no consensus participation by sensing nodes. So, there is less chance of identity breaching or data privacy. Besides, the security mechanism will be faster as compared to the traditional mechanism. The authors in [28] proposed the Internet of vehicles-based networks working on the mechanism of blockchain. The proposed system provided the V2I authentication mechanism, which leads toward the dependability of CA. This model performs the accountability of malicious vehicles. The authors also proposed the storage mechanism that reduces the storage load and provides the integrity of data and privacy. They provide security analysis that performs efficiently as compared to other schemes [30].

The regular consensus takes place by the Proof of Work (PoW) and PoS so that malicious vehicles do not participate in the system. If any vehicle is detected as malicious then it will be banned temporarily. Besides, to track back the malicious vehicle, the privacy of legitimate vehicles still be hidden from the rest of the network [27]. Blockchain is introduced to overcome the issue that arises in the centralized database system [21]. A consortium blockchain is proposed in which the pre-selected node can participate in the consensus mechanism. Only their calculated solution will be considered [31]. The authors implemented a new mechanism of consensus that is PoE. It allows the vehicle to meet any threshold. If the PoE result confirms any incident, then the information will be broadcasted by participated vehicles and stored on the blockchain publicly. PoE mechanism also confirms the selfishness and malicious behaviors of the vehicles [32].

3. Critical Discussion and Evaluation

One of the important operations in the vehicular network is to broadcast and receive important information about traffic events in a very short time. It is very important to collect and broadcast information of particular traffic events in real-time. A little delay to broadcast important information or deciding on this information can cause a serious situation in the mobile vehicular network. This information is only for a specific region of the vehicular network. Moreover, malicious vehicles in the network broadcasting false information about these traffic events cause a disturbance in the network. Therefore, it is very difficult to spread information in a volatile vehicular network when there are trust issues and malicious nodes in the network. In [26], there is a blockchain-based architecture for storing and broadcasting node information and the trust values of vehicles of the

vehicular network. Here, trustworthiness and node information behave like a transaction in bitcoin. This mechanism is scalable for large scale networks. When an unconfirmed event occurs, other vehicles verify this event and update (store) it in the blockchain.

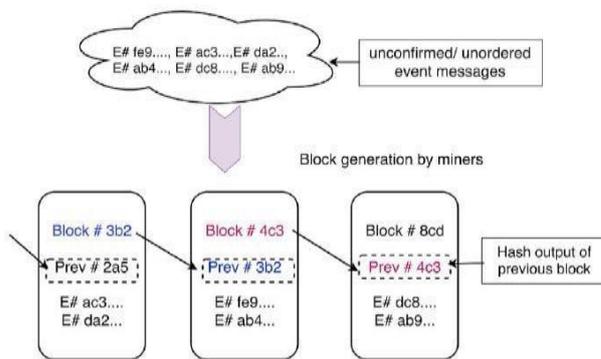


Figure 7. Blockchain Architecture for Messages Verification.

The architecture of blockchain when an unconfirmed event occurs (vehicle broadcast information in the network) is shown in figure 7 Blockchain Architecture For Messages Verification. To evaluate the performance message and storage overhead is calculated. Each safety message in this network has a size of 512 bytes¹⁰ and the header of the block has the size of 80 bytes. Therefore, one block with single message consumes 600 bytes. The authors assume that 100s are required to generate a block to prevent attacks. In this way, 36 blocks are generated in 60 minutes (1 hour). Hence in one year, there is 180.45MB of storage overhead for a blockchain with a message explained below:

$$\text{Storage overhead} = 600\text{bytes} * 36 * 24 * 365 = 180.45\text{MB/year.}$$

To evaluate the proposed mechanism in terms of message overhead, an assumption is made that 2000 vehicles are traveling in a specific region (area). These vehicles broadcast messages in this region for a specific period. The transaction of this message carrying important information can be calculated as $T_x * (B * t)$. Here, T_x is the number of messages per period, t is unit time and B is the block size. Table 2 shows the size of the block generated in a specific time in the vehicular network.

Table 2. Evaluation of the growth VANET blockchain network.

Message transaction	Per second	Per minute	Per hour	Per day	Per year
T_x	$T_x * (B * 1)$	$T_x * (B * 60)$	$T_x * (B * 60 * 60)$	$T_x * (B * 60 * 60 * 24)$	$T_x * (B * 60 * 60 * 24 * 365)$
200	117.18 KB	6.87 MB	0.402 GB	9.66 GB	206.51 TB
500	292.96 KB	17.17 MB	1.006 GB	24.14 GB	516.27 TB
1000	585.93 KB	34.33 MB	2.012 GB	48.28 GB	1032.55 TB
1500	878.91 KB	51.49MB	3.017 GB	72.42 GB	1548.82 TB

Local blockchain is used due to which the size of the network can be controlled. However, scalability is still an issue in the network [26]. What happens when the proposed mechanism is desired to deploy in a large scale public vehicular network where the growth of vehicles cannot be controlled? Moreover, the PoW consensus mechanism is used in the scheme, which consumes extra resources of the network. Instead of PoW, edge computing should be used in the network to reduce the propagation delay. This edge computing is also helpful for the mining process in the network which consumes a huge amount of network resources. The use of edge computing is appropriate for resource constraint vehicular network and also helpful for well time message availability in the network due to its fastest mining power.

With the authentication of information of vehicular network events, it is important to authenticate the sender and forwarder of this information. The authentication is more critical with moving vehicles. As we know, the vehicular network is composed of different regions. Vehicles move continuously across these regions and lost their connectivity with previously visited regions. Because in every region another data-center is installed and there are fewer chances of registration of nodes with this. So, it becomes more difficult for moving vehicles to authenticate in real-time [29]. The authors proposed a system model in which volatile vehicles move from one data-center to another. Each data center consists of a specific service manager which is responsible to manage the vehicular fog service. The data of vehicular fog service is stored in fog and the hash of this data is stored in the blockchain. The service managers are also responsible for storing ledger with which the vehicles are authenticated. As the same ledger is present at each service manager database, the service manager of the different regions is now able to authenticate the vehicle easily. This will prominently reduce the time of authentication. Blockchain becomes the solution, which is more secure and trustable. The protocol used in the scenario is 801.11p and the packet size of the message is 24 bytes. Message is transmitted in the 2.137ms. Java run time environment is used for the measurement of the average time of the authentication is 0.596 and 1.473. The Interaction between Different modules of Architecture for authentication is shown in figure 8.

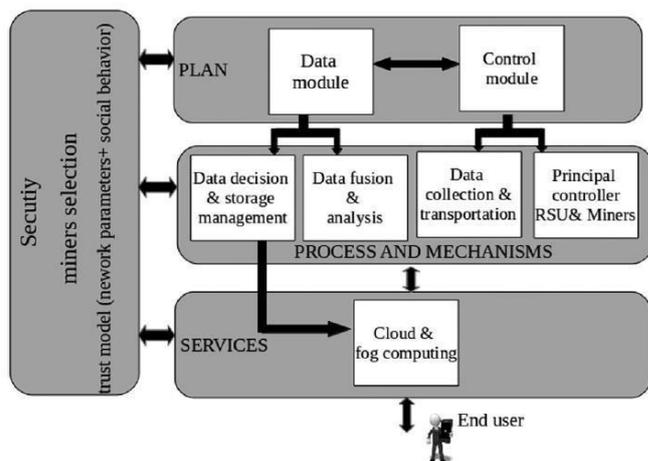


Figure 8. Interaction between Different modules of Architecture.

4. Conclusions

Blockchain operates without the involvement of a third party. The seller and buyer are directly connected without relying on any arbitrator. All the transactions are stored in the blockchain as proof. Once these transactions are stored, these transactions cannot be removed or altered. The major inferences that are drawn from this report are given below:

1. Blockchain is helpful to provide well time messages and sender authentication without taking a lot of time. In vehicular networks, the vehicles are mobile and moving continuously, therefore, they required rapid response for decision making. However, the task of authentication of sender and message is a time-consuming task for individuals, but in the vehicular network, it is not affordable to spend this amount of time for authentication. This may result in unwanted situations like accidents, wastage of time, resources, etc. The solution to this real-time response issue is provided by the blockchain. Blockchain uses built-in algorithms for authentication whose response time is in milliseconds. Therefore, by using blockchain technology in vehicular networks, the information and credentials of stakeholders (sender, receiver and other entities) can be processed and authenticated in no time for clients and stakeholders can focus on decision making without any uncertainty.
2. In the vehicular network, the cyber-attacks are common and due to which the privacy of users and participants can be compromised. Blockchain is a hack-proof protocol and it is one of the best security protocols than other protocols used in the industry. In this way, blockchain restricts attackers from identity theft and provide a secure and privacy preserved environment.
3. All the transactions are stored in the ledger which is accessible by each entity in the network. In this way, blockchain provides transparency about transactions in the network. Once the transaction is recorded in the public ledger, it cannot be removed or altered. In a vehicular network, the broadcasted message is considered as a transaction and once any entity spread or broadcast the message in the network. The message is verified by miners and its result (true or false) is stored as proof in the blockchain. In this way, the vehicles avoid broadcasting wrong information as it can be used against them in case of any dispute.
4. A little human error or uncertainty in a vehicular network can cause a lot of damage. As we know, blockchain operates automatically without human involvement. Moreover, it uses highly précised and calculated algorithms. Therefore, it eliminates errors and provides very precise and accurate calculations. In this way, blockchain is suitable for the vehicular environment in which vehicles are moving continuously.

5. Blockchain provides a cost-effective solution for vehicular and other networks as no third party is involved in the blockchain network. According to a study, the use of blockchain technology can help in saving 20 billion dollars a year [24].

References

- [1] Guo, W., Zhang Y., Li L. The integration of CPS, CPSS, and ITS: A focus on data / W. Guo, Y. Zhang, L. Li // *Tsinghua Science and Technology*. – 2015. – № 20(4). – P. 327-335.
- [2] Yuan, Y. Towards blockchain-based intelligent transportation systems / Y. Yuan, F.-Y. Wang // *19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. – 2016. – P. 2663-2668.
- [3] Zhang, J. Data-driven intelligent transportation systems: A survey / J. Zhang, F.-Y. Wang, K. Wang, W.-H. Lin, X. Xu, and C. Chen // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. – 2011. – № 12(4). – P. 1624-1639.
- [4] Liu, X. "A Blockchain-Based Trust Management With Conditional Privacy-Preserving Announcement Scheme for VANETs / X. Liu, H. Huang, F. Xiao, Z. Ma, // *IEEE Internet of Things Journal*. – 2019. – № 7(5). – P. 4101-4112.
- [5] Haber, S. How to time-stamp a digital document / S. Haber and W. S. Stornetta // in *Conference on the Theory and Application of Cryptography*. – 1990. – P. 437-455.
- [6] Nakamoto, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system / S. Nakamoto // *Manubot*. – 2019.
- [7] Atlam, H.F. A Review of Blockchain in Internet of Things and AI / H.F. Atlam, M.A. Azad, A.G. Alzahrani, G. Wills // *Big Data and Cognitive Computing*. – 2020. – № 4(4). – P. 28.
- [8] Zheng, Z. An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends / Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen, H. Wang, // " in *2017 IEEE international congress on big data (BigData congress)*. – 2017. – P. 557-564.
- [9] Hu, W. "A blockchain-based Byzantine consensus algorithm for information authentication of the Internet of vehicles / W. Hu, Y. Hu, W. Yao, H. Li // *IEEE Access*. – 2019. – № 7. – P. 139703-139711.
- [10] Morkunas, V.J. How blockchain technologies impact your business model / V.J. Morkunas, J. Paschen, E. Boon // *Business Horizons*. – 2019. – № 62(3). – P. 295-306.
- [11] Camacho, F. Emerging technologies and research challenges for intelligent transportation systems: 5G, HetNets, and SDN / F. Camacho, C. Cárdenas, D. Muñoz // *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. – 2018. – № 12(1). – P. 317-335.
- [12] Jeong, S. Component-Based Interactive Framework for Intelligent Transportation Cyber-

-
- Physical Systems / S. Jeong, Y. Baek, S. H. Son // *Sensors*. – 2020. – № 20(1). – P. 264.
- [13] Hîrţan, L.-A. Blockchain-based reputation for intelligent transportation systems / L.-A. Hîrţan, C. Dobre, H. González-Vélez // *Sensors*. – 2020. – № 20(3). – P. 791.
- [14] Alladi, T. Blockchain in smart grids: A review on different use cases / T. Alladi, V. Chamola, J.J. Rodrigues, S.A. Kozlov // *Sensors*. – 2019. – № 19(22). – P. 4862.
- [15] Haddadou, N. A job market signaling scheme for incentive and trust management in vehicular ad hoc networks / N. Haddadou, A. Rachedi, Y. Ghamri-Doudane // *IEEE transactions on vehicular technology*. – 2014. – № 64(8). – P. 3657-3674.
- [16] Din, S. Hierarchical architecture for 5g based software-defined intelligent transportation system / S. Din, A. Paul, A. Ahmad, S.H. Ahmed, G. Jeon, D.B. Rawat // in *IEEE INFOCOM 2018- IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS)*. – 2018. – P. 462-467.
- [17] Garg, S. SDN-based secure and privacy-preserving scheme for vehicular networks: A 5G perspective / S. Garg, K. Kaur, G. Kaddoum, S.H. Ahmed, D.N.K. Jayakody // *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. – 2019. – № 68(9). – P. 8421-8434.
- [18] Shrestha, R. A new type of blockchain for secure message exchange in VANET / R. Shrestha, R. Bajracharya, A.P. Shrestha, S.Y. Nam // *Digital communications and networks*. – 2020. – № 6(2). – P. 177-186.
- [19] Xie, L. Blockchain-based secure and trustworthy Internet of Things in SDN-enabled 5G-VANETs / L. Xie, Y. Ding, H. Yang, X. Wang, // *IEEE Access*. – 2019. – № 7. – P. 56656-56666.
- [20] Zheng, D. Wang, "A traceable blockchain-based access authentication system with privacy preservation in VANETs / D. Zheng, C. Jing, R. Guo, S. Gao, L. Wang // *IEEE Access*. – 2019. – № 7. – P. 117716-117726.
- [21] Yao, Y. BLA: Blockchain-assisted lightweight anonymous authentication for distributed vehicular fog services / Y. Yao, X. Chang, J. Mišić, V. B. Mišić, and L. Li // *IEEE Internet of Things Journal*. – 2019. – № 6(2). – P. 3775-3784.
- [22] Lu, Z. "A privacy-preserving trust model based on blockchain for VANETs / Z. Lu, W. Liu, Q. Wang, G. Qu, Z. Liu // *IEEE Access*. – 2018. – № 6. – P. 45655-45664.
- [23] Zhang, X. Data security sharing and storage based on a consortium blockchain in a vehicular ad-hoc network / X. Zhang and X. Chen // *IEEE Access*. – 2019. – № 7. – P. 58241-58254.
- [24] Dorri, A. Blockchain: A distributed solution to automotive security and privacy / A. Dorri, M. Steger, S.S. Kanhere, R. Jurdak // *IEEE Communications Magazine*. – 2017. – № 55(12). – P. 119-125.
- [25] Garg, S. SDN-based secure and privacy-preserving scheme for vehicular networks: A 5G

- perspective / S. Garg, K. Kaur, G. Kaddoum, S. H. Ahmed, D. N. K. Jayakody // IEEE Transactions on Vehicular Technology. – 2019. – № 68(9). – P. 8421-8434.
- [26] Shrestha, R. A new type of blockchain for secure message exchange in VANET / R. Shrestha, R. Bajracharya, A. P. Shrestha, S. Y. Nam // Digital communications and networks. – 2020. – № 6(2). – P. 177-186.
- [27] Xie, L. Blockchain-based secure and trustworthy Internet of Things in SDN-enabled 5G-VANETs / L. Xie, Y. Ding, H. Yang, X. Wang // IEEE Access. – 2019. – № 7. – P. 56656-56666.
- [28] Zheng, D. A traceable blockchain-based access authentication system with privacy preservation in VANETs / D. Zheng, C. Jing, R. Guo, S. Gao, L. Wang // IEEE Access. – 2019. – № 7. – P. 117716-117726.
- [29] Yao, Y. BLA: Blockchain-assisted lightweight anonymous authentication for distributed vehicular fog services / Y. Yao, X. Chang, J. Mišić, V. B. Mišić, L. Li // IEEE Internet of Things Journal. – 2019. – № 6(2). – P. 3775-3784.
- [30] Lu, Z. A privacy-preserving trust model based on blockchain for VANETs / Z. Lu, W. Liu, Q. Wang, G. Qu, Z. Liu // IEEE Access. – 2018. – № 6. – 45655-45664.
- [31] Zhang, X. Data security sharing and storage based on a consortium blockchain in a vehicular ad-hoc network / X. Zhang, X. Chen // IEEE Access. – 2019. – № 7. – P. 58241-58254.
- [32] Dorri, A. "Blockchain: A distributed solution to automotive security and privacy / A. Dorri, M. Steger, S. S. Kanhere, R. Jurdak // IEEE Communications Magazine. – 2017. – № 55(12). – P. 119-125.
- [33] Awais Hassan, M. A secure message-passing framework for inter-vehicular communication using blockchain / M. Awais Hassan, U. Habiba, U. Ghani, M. Shoaib // International Journal of Distributed Sensor Networks. – 2019. – № 15(2). – P. 15501477-19829677.

Abbreviations

ITS	Intelligent Transportation	V2V	Vehicle to vehicle
V2I	Vehicle to Infrastructure	RSU	Roadside Unit
WSN	Wireless Sensor Network	IoT	Internet of Things
VANETs	Vehicular Ad-hoc Networks	CA	Certificate Authority
SDN	software Define Network	CMT	Chronological Merkle Tree
PoW	Proof of Work	PoS	Proof of Stake
PoA	Proof of Authority	P2P	peer to peer

Анонсы конференций Красноярского Дома науки и техники

Актуальные Международные и Всероссийские конференции с открытыми датами для регистрации.

Отсканируйте QR-код и перейдите в карточку конференции. Вы можете перейти на сайт выбранной конференции и оставить заметку о дате конференции в календаре своего смартфона.

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



MIST: Aerospace

Advanced Technologies in Aerospace,
Mechanical and Automation Engineering



VI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



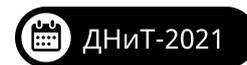
ADVANCES in Materials Science

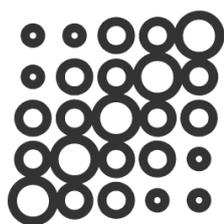


ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



Достижения науки
и
технологии



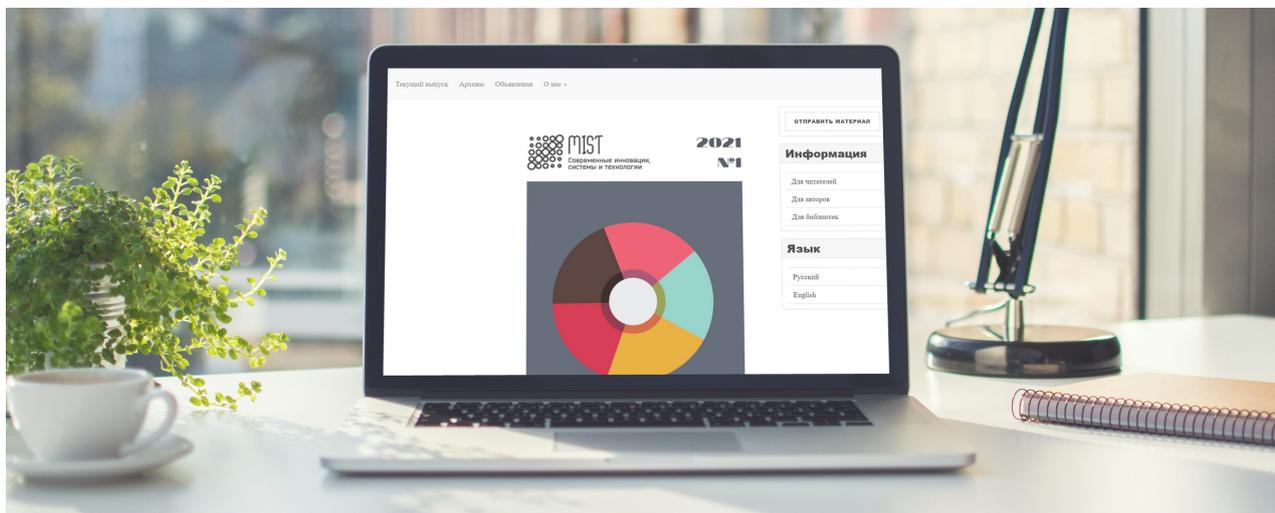


MIST

Современные инновации,
системы и технологии



DOI 1(3)



Тематика журнала

Управление, вычислительная техника и информатика

Науки о Земле, химия и химическая технология

Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь

Машиностроение, металлургия и материаловедение

Транспорт, авиационная и ракетно-космическая техника

Проблемы флота и кораблестроения

Физика, математика и механика

Разработка месторождений твердых полезных ископаемых, проблемы нефти и газа.

Энергетика, электрификация и энергетическое машиностроение

Строительство и архитектура

Инженерные агропромышленные науки и лесное хозяйство

Прикладные вопросы и задачи применения систем и технологий