



ISSN 2075-4957
Научно-методический
и информационный
журнал

Вестник **ИЦ БЖД**

№4 (62) 2024

УЧРЕДИТЕЛЬ: ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан»

Главный редактор – **Р.Н. Минниханов**, д.т.н., профессор, президент АН РТ, действительный член АН РТ, директор ГБУ «Безопасность дорожного движения»;

Заместитель главного редактора – **Р.Ш. Ахмадиева**, д.пед.н., профессор, академик-секретарь Отделения социально-экономических наук АН РТ, член-корреспондент АН РТ, заслуженный деятель науки РТ, ректор ФГБОУ ВО «Казанский государственный институт культуры», руководитель ОСП «Научный центр безопасности жизнедеятельности Академии наук Республики Татарстан».

Издание включено в перечень ВАК по специальностям:

- 2.1.16. Охрана труда в строительстве (технические науки)
- 2.2.4. Приборы и методы измерения (по видам измерений) (технические науки)
- 2.2.5. Приборы навигации (технические науки)
- 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)
- 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки)
- 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки)
- 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы (технические науки)
- 5.8.1. Общая педагогика, история педагогики и образования (педагогические науки)
- 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) (педагогические науки)
- 5.8.3. Коррекционная педагогика (сурдопедагогика и тифлопедагогика, олигофренопедагогика и логопедия) (педагогические науки)
- 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

Издается с 2009 г.

Издание зарегистрировано в системе РИНЦ

Электронная версия журнала размещена на сайте <http://www.vestnikncbgd.ru>

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-56192 от 15 ноября 2013 г.

Журнал «Вестник НЦБЖД» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Журнал распространяется по подписке. Распространение: свободная цена.

Подписной индекс по каталогу «Урал-Пресс» 84461. Периодичность: 4 номера в год

16+

FOUNDER: Scientific Center of Safety Research
Chief Editor – **R.N. Minnikhanov**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, president of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Full Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Director of State Budgetary Institution «Road Safety»;

Deputy Chief Editor – **R.Sh. Akhmadieva**, Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Academician-Secretary of the Department of Social and Economic Sciences of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Corresponding Member of the Academy of Sciences Republic of Tatarstan, Honored Worker of Science of the Republic of Tatarstan, Rector of Kazan State Institute of Culture, head of the «Scientific Center for Life Safety of the Academy of sciences of the Republic of Tatarstan».

The publication is included in the list of Higher Attestation Commission by specialties:

- 2.1.16. Labor protection in construction (Engineering sciences)
- 2.2.4. Instruments and methods of measurement (by type of measurement) (Engineering sciences)
- 2.2.5. Navigation devices (Engineering sciences)
- 2.2.8. Methods and devices for monitoring and diagnosing materials, products, substances and natural environment (Engineering sciences)
- 2.2.11. Information-measuring and control systems (Engineering sciences)
- 2.9.5. Operation of road transport (Engineering sciences)
- 2.9.8. Intelligent transport systems (Engineering sciences)
- 5.8.1. General Pedagogy, History of Pedagogy and Education (Pedagogic Sciences)
- 5.8.2. Theory and methods of training and education (by areas and levels of education) (pedagogic sciences)
- 5.8.3. Correctional pedagogy (deaf pedagogy and methods of teaching the blind, oligophrenopedagogy and speech therapy) (pedagogic sciences)
- 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogic sciences)

Published since 2009

The edition is registered in the RSCI system

The electronic version of the journal is posted on the website <http://www.vestnikncbgd.ru>

Certificate of registration of the mass media PI №ФС77-56192 from November 15, 2013

The journal «Vestnik NTsBZhD» is registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and mass communications (Roskomnadzor).

The magazine is distributed by subscription. Distribution: free price.

Subscription Index for Ural-press Catalog 84461

Frequency: 4 issues per year

16+

Печатается по решению Ученого совета
ОСП «Научный центр безопасности жизне-
деятельности Академии наук Республики
Татарстан»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

А.Л. Абдуллин, д.т.н., профессор, действительный член АН РТ, зав. кафедрой автомобильных двигателей и сервиса Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева – КАИ;

А.Р. Абдульязнов, к.с.н., генеральный директор НП «Федерация автошкол Республики Татарстан»;

Р.Р. Алиуллов, д.ю.н., профессор, начальник кафедры административного права, административной деятельности и управления ОВД Казанского юридического института МВД России;

И.В. Аникин, д.т.н., заведующий кафедрой систем информационной безопасности Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева – КАИ;

С.А. Булатов, д.м.н., заведующий кафедрой симуляционных методов обучения в медицине Казанского государственного медицинского университета;

Е.Е. Воронина, к.пед.н., заместитель руководителя ОСП «Научный центр безопасности жизнедеятельности Академии наук Республики Татарстан»;

А.А. Дмитриев, д.пед.н., профессор, декан факультета специальной педагогики и психологии ГОУ ВО «Московский государственный областной университет»;

С.В. Жанказиев, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой организации и безопасности движения, проректор по науке МАДИ;

В.Г. Закирова, д.пед.н., профессор, заведующая кафедрой начального образования Института психологии и образования Казанского (Приволжского) федерального университета;

Г.И. Ибрагимов, д.пед.н., профессор кафедры педагогики высшей школы Института психологии и образования Казанского (Приволжского) федерального университета;

Е.Г. Игнашина, к.м.н., начальник отдела организации медицинской помощи детям и службы родовспоможения Министерства здравоохранения РТ;

В.Т. Капитанов, д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, ведущий научный сотрудник Управления научно-исследовательских работ МАДИ;

В. Мауро, профессор Университета г. Турин (Италия), ведущий международный эксперт в области современных систем управления

Published by the decision of the Academic Council «Scientific Center of Safety Research of Academic of sciences of the Republic of Tatarstan»

EDITORIAL COUNCIL:

A.L. Abdullin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, full member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, head of the Department of Automotive Engines and Service, KNITU named after A.N. Tupolev – KAI;

A.R. Abdulzyanov, Candidate of Sociological Sciences, CEO of Federation of Driving Schools of the Republic of Tatarstan;

R.R. Aliullov, Doctor of Juridical Sciences, Professor, Head of the Department of Administrative Law, Administrative Activities and of the Department of Internal Affairs of Kazan Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia;

I.V. Anikin, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Department of Information Security Systems, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI;

S.A. Bulatov, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Simulation Teaching Methods in medicine, Kazan State Medical University;

E.E. Voronina, Candidate of Pedagogic Sciences, deputy head of the Scientific Center for Life Safety of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan;

A.A. Dmitriev, Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Special Pedagogy and psychology, Moscow State Regional University;

S.V. Zhankaziev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, MADI;

V.G. Zakirova, Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Department of Primary education of Institute of Psychology and Education, Kazan (Volga Region) Federal University;

G.I. Ibragimov, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Higher Education Pedagogy of the Institute of Psychology and Education of the Kazan (Volga Region) Federal University;

E.G. Ignashina, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Organization of Medical Aid to children and obstetric services of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan;

V.T. Kapitanov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Leading Research Officer of the Research Department of MADI;

V. Mauro, professor at the University of Turin (Italy), leading international expert in the field of modern traffic management systems, founder of the

дорожным движением, основатель Национальной ассоциации TTS Italia (Associazione Nazionale per la Telematica per i Trasporti e la Sicurezza);

Р.Г. Минзарипов, д.с.н., профессор, заведующий кафедрой социологии, президент Казанского (Приволжского) федерального университета, почетный работник высшего профессионального образования РФ;

Д.М. Мустафин, к.пед.н., начальник управления по реализации национальной политики департамента Президента Республики Татарстан по вопросам внутренней политики;

Р.В. Рамазанов, к.т.н., начальник управления - главный государственный инспектор Госавтонадзора Средне-Волжского управления Автонадзора межрегионального управления госавтонадзора Федеральной службы по надзору в сфере транспорта;

С.Г. Розенталь, к.б.н., доцент кафедры физиологии человека и животных Института фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета;

Н.З. Сафиуллин, д.т.н., д.э.н., профессор Казанского (Приволжского) федерального университета;

Н.В. Святова, к.б.н., доцент, декан факультета непрерывного образования по подготовке специалистов для судебной системы, заведующая кафедрой общеобразовательных дисциплин ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия» (Казанский филиал);

В.В. Сильянов, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, проректор университета по работе УМО, первый заместитель председателя Учебно-методического объединения Минобразования России по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов;

Н.В. Суржко, заместитель министра по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям РТ;

М.В. Талан, д.ю.н., профессор, заведующая кафедрой уголовного права Казанского (Приволжского) федерального университета;

И.Я. Шайдуллин, к.пед.н., доцент КНИТУ-КАИ;

Л.Б. Шигин, к.т.н., заместитель руководителя ОСП «Научный центр безопасности жизнедеятельности Академии наук Республики Татарстан».

National Association of TTS Italia (Associazione Nazionale per la Telematica per i Trasporti e la Sicurezza);

R.G. Minzaripov, Doctor of Sociological Sciences, Professor, Head of the Department of Sociology, president of Kazan (Volga Region) Federal University, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian;

D.M. Mustafin, Candidate of Pedagogic Sciences, Head of the Department for the Implementation of National policy of the Department of the President of the Republic of Tatarstan on domestic policy issues;

R.V. Ramazanov, Head of Department - Chief State Inspector of the State Automobile Supervision Authority of the Middle Volga Department of Avtodornadzor of the Interregional Department of State Automobile Supervision of the Federal Service for Supervision in the Sphere of Transport;

S.G. Rosenthal, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Human and Animal Physiology, Institute of Fundamental Medicine and Biology of Kazan (Volga Region) Federal University;

N.Z. Safiullin, Doctor of Engineering Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor of Kazan (Volga Region) Federal University;

N.V. Svyatova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Continuing Education for the Training of Specialists for the Judicial System Head of the Department of General Education Disciplines, Russian State University of Justice (Kazan branch);

V.V. Silyanov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, vice-rector of the university for the work of the UMO, first deputy chairman of the Educational and Methodological Association of the Ministry of Education of Russia for education in the field of transport vehicles and transport-technological complexes;

N.V. Surzhko, Deputy Minister of Civil Defense and Emergency Situations of the Republic of Tatarstan;

M.V. Talan, Doctor of Juridical Sciences, Professor, Head of the Department of Criminal Law, Kazan (Volga) Federal University;

I.Ya. Shaydullin, Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor KNIU-KAI;

L.B. Shigin, Candidate of Engineering Sciences, deputy head of the Scientific Center for Life Safety of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan.

Ответственный секретарь С.Г. Галиева
© ОСП «Научный центр безопасности жизнедеятельности Академии наук РТ», 2024

Executive Secretary S.G. Galieva
© Scientific Center of Safety Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 2024

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Врублевский А.С. Критическая медиакомпетенция в высшем образовании.....	7
Гаврюшенко В.П. Профилактика травматизма детей в образовательных организациях: проблемы организации.....	13
Гараев Т.К., Ипполитова С.В. Математические онлайн-калькуляторы в решениях задач высшей математики.....	21
Кузнецова Ю.В., Андреева Т.С., Белощенко Д.В., Гапуленко Т.О., Мягих К.П., Ончева Е.М. Особенности создания электронного курса «Безопасность жизнедеятельности» на платформе LMS Moodle.....	26
Навценя В.Ю., Нарусова Е.Ю., Трапезников В.А. Автоматизация проверочных процедур как эффективный инструмент повышения качества образовательного процесса.....	33
Стеняшина Н.Л. Педагогические условия развития коммуникативной культуры будущих менеджеров в вузе.....	40
Страхов Д.Е. Проблемы цифровизации высшего образования.....	48
Шорина Т.В. Качество и безопасность цифровой образовательной среды вуза.....	55

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ахмадянов В.А., Тараканов Д.А. Анализ современного состояния проблемы обеспечения безопасности на объектах нефтегазовой отрасли.....	62
Веселов А.В., Жданов Н.С., Кузьмин А.В. Обоснование направлений совершенствования гидравлического аварийно-спасательного инструмента.....	67
Виноградов В.Ю. Волоконно-акустическая система контроля безопасности проникновения БПЛА на основе аэроакустической картографии (г. Казань).....	73
Виноградов В.Ю., Богач В.В., Егоров В.И., Гибадуллин Р.З., Гибадуллин А.Р. Токсикологический контроль почвенного картографического пространства радио-волоконно-оптическими методами для повышения безопасности экологического лесного ареала (г. Казань).....	78
Гавришев А.А. Исследование отдельных вопросов обеспечения безопасности объектов транспортной инфраструктуры.....	85
Гавришев А.А., Осипов Д.Л., Панов А.М. Устройство организации имитозащищенного канала управления подводным робототехническим комплексом по гидроакустической линии связи.....	93
Евтюков С.А., Голов Е.В., Сорокина Е.В. Система комплексной оценки безопасности движения по маршрутной сети пассажирского транспорта на региональном уровне.....	104
Мельникова А.С., Кострюкова Н.В. Прогноз обстановки разлива дизельного топлива при крушении БПЛА	112
Насырова Э.С., Зулпикаров А.З. Мероприятия по снижению выбросов парниковых газов нефтеперерабатывающего завода.....	116
Николаева Р.В., Логинова О.А., Сиразов Н.Н. Влияние искусственных неровностей на режим движения транспортных средств.....	121
Петренко П.П., Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Кузьмин А.В. Реализация методического подхода к оценке защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ путем установки крепей.....	127

Сафиуллин Р.Н., Сафиуллин Р.Р., Парра С.А. Метод оптимизации перевозочного процесса пассажирского транспорта на основе алгоритма Лэнда и Дойга.....	133
Сафиуллин Р.Н., Сафиуллин Р.Р., Тянь Х., Комиссарова А.М. Метод построения комплексной автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами.....	141
Хайбуллов А.Р., Глазистов А.В. Биометрия как инновация в ГИБДД.....	150
НАШИ АВТОРЫ.....	155

УДК 378: 811.11
**МЕДИАКОМПЕТЕНЦИЯ
 В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ**

**CRITICAL MEDIA COMPETENCE IN
 HIGHER EDUCATION**

Врублевский А.С., доцент кафедры рекламы, связей с общественностью и дизайна Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия; ORCID: 0000-0002-9973-8659; E-mail: vrublevskiy.as@bk.ru

Vrublevskiy A.S., Associate Professor of Academic Department of Advertising, Public Relations and Design of Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; ORCID: 0000-0002-9973-8659; E-mail: vrublevskiy.as@bk.ru

*Получено 30.08.2024,
 после доработки 12.10.2024.
 Принято к публикации 20.10.2024.*

*Received 30.08.2024,
 after completion 12.10.2024.
 Accepted for publication 20.10.2024.*

Врублевский, А. С. Критическая медиакомпетенция в высшем образовании / А. С. Врублевский // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 7–13.

Vrublevskiy A.S. Critical media competence in higher education. *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 7-13. (In Russ.)

Аннотация

Данная статья представляет исследование понятия «медиакомпетентность» как совокупности знаний, умений, способностей, необходимых для обучения и активного участия в современном обществе, насыщенном средствами массовой информации. Особое внимание уделяется навыкам рефлексии и критики. Подчеркивается, что критика медиа является составной частью почти всех определений медиакомпетентности и также считается центральной в концепции медиаобразования. Рассматривается возможность интеграции медиакритики как аспекта медиакомпетенции в высшее образование.

Ключевые слова: медиаобразование, медиакомпетентность, медиакомпетенция, средства массовой информации, критика, образовательный стандарт, образовательная программа

Abstract

This article presents a study of the concept of "media competence" as a set of knowledge, skills, abilities necessary for learning and active participation in a digital society saturated with mass media. Special attention is paid to the skills of reflection and criticism. Media criticism is thought to be an integral part of almost all definitions of media competence and it is also considered central to the concept of media education. The possibility of integrating media criticism as an aspect of media competence into higher education is considered.

Keywords: media education, media competence, media competency, mass media, criticism educational standard, educational program

Цифровизация средств массовой информации трансформирует общество, социальные институты и оказывает огромное влияние на изменения в системе высшего образования. Меняются не только цели высшего образования, но и его структуры и процессы, требования к преподавателям и студентам, а также их ожидания относительно смысла и цели высшего образования. Основным требованием, предъяв-

ляемым к образовательным учреждениям, становится предоставление навыков по эффективному обращению с информацией. Без навыков критической оценки, систематизации и классификации информации обучение едва ли представляется возможным. Неудивительно, что под влиянием подобных тенденций понятие «медиакомпетентность» стало и, вероятно, останется актуальным понятием последних десятилетий.

Одно из первых определений медиакомпетентности принадлежит Д. Бааке [1]. По его мнению, при рассмотрении понятия «медиакомпетентность» речь идет о приобретении критически-рефлексивного подхода к средствам массовой информации, об умении справляться с возможностями использования медиа и о самостоятельном приобретении новых навыков и знаний в этой области. Она направлена на активное взаимодействие со СМИ и рассматривает практическое обучение как важный аспект развития. Медиакомпетентность по Д. Бааке включает в себя четыре основных аспекта: медиазнание, медиапотребление, медиакритика и медиадизайн.

Медиазнание означает понимание средств массовой информации, контекста их функционирования, умения оценивать условия производства и распространения средств массовой информации и их встраивание в медиа-ландшафт. Оно включает знания о структуре и функциях, например, частных и государственных теле- и радиовещательных компаний и газет, а также предполагает навыки пользования компьютером и программами.

Медиапотребление представляет собой способность каждого человека целенаправленно и разумно использовать предложения средств массовой информации. Это любая осознанная и активная форма взаимодействия и потребления медиа как деятельность.

Медиакритика - это постоянный анализ и расширение собственных знаний о СМИ, оценка и истолкование медиапродуктов. Она требует наличия базовой информации, позволяющей критически оценивать и классифицировать медиа. Что в свою очередь влечет за собой необходимость осмысления и анализа своих собственных действий в отношении СМИ, социальная и этическая ответственность за них.

Медиадизайн предполагает способность создавать и распространять медиаконтент. Современные медиапространства позволя-

ют использовать новые технологии, применять принципиально новые методы организации среды для общения и взаимодействия. Каждый человек имеет возможность внести собственный вклад в креативный контент, изменить дизайн СМИ, создать новую среду коммуникаций и, в конечном итоге, изменить массмедиа.

В представленной модели медиакомпетентности медиакритика представляет собой часть понятия «медиакомпетентность». Критика медиа здесь раскрывается с точки зрения способности критически относиться к медийным предложениям, а также к собственному поведению в отношении к СМИ. Таким образом, медиакритика – это процесс повторного рефлексивного анализа существующих знаний и опыта, включающий в себя эτικο-моральную сторону. Выделяют четыре различные формы критики средств массовой информации.

Профессиональная критика. Это оценка качества массмедиа, которая адресована как производителям, так и потребителям. В области профессиональной критики следует различать критику медиа как критику программ или контента, с одной стороны, и как критику общих тенденций развития средств массовой информации и их социальных последствий, с другой.

Институциональная критика или контроль над СМИ. Здесь речь идет о защите детей и молодежи от средств массовой информации, представляющих потенциальную опасность. Примерами этого могут служить, например, Центр защиты прав СМИ в России или Добровольный самоконтроль киноиндустрии в Германии.

Повседневная критика медиа проявляется в обобщающих и простых высказываниях пользователей, которые сегодня размещаются в Интернете, например, взаимная оценка клиентов и продавцов в онлайн-магазинах.

Педагогическая критика медиа направлена в перспективе на формирование личности и ее социальных навыков на осно-

ве заботы о себе, которая учитывает собственные потребности, интересы и проекты и, таким образом, помогает устраниваться от различного рода влияний. Эта критика СМИ обычно связана с тенденциями в области образования и нацелена на оценку медиа и контента [4].

С. Гангуин выделяет следующие аспекты критического отношения к медиа.

Способность воспринимать. Восприятие пространства, времени, а также сенсорное восприятие необходимы для осознания, распознавания и понимания возможностей воздействия средств массовой информации, их структур, содержания, форм.

Способность декодировать. Декодирование языка мультимедиа (кодов, символов, типов информации, метафор, шаблонов) с помощью понимания языка символов.

Аналитическая способность. Анализ различных носителей (контента, форматов и жанров), а также дифференциация реальности и вымысла путем их системного разделения на отдельные компоненты с помощью способности различать и классифицировать.

Способность к рефлексии. Способность дистанцироваться, критически оценивать свое отношение к медиа, отношение других людей, общества и средств массовой информации друг к другу.

Способность выносить суждения. Оценка отдельных носителей средств массовой информации (их содержание, форматы и жанры) на основе объективных (обоснованность, детальность, мораль) и субъективных критериев (переживание эмоций, опыт, удовольствие) [2, с. 102].

Вышесказанное актуализирует также теоретический вопрос о соотношении понятий «медиакомпетентность» и «критическая медиакомпетентность». Сопоставляя определения данных понятий, становится очевидно, что медиакомпетентность определяется как уникальное свойство

личности, проявляющееся в совокупности знаний о средствах массовой информации, в умении их анализировать и оценивать, в способности реализовать себя в информационном мире. Критическая медиакомпетентность личности – это совокупность ее знаний, умений и навыков, способствующих критическому выбору, анализу, оценке сложных процессов функционирования медиа в обществе.

В контексте обсуждения медиаобразования в высшей школе, стоит также обратить внимание на понятие «медиакомпетентность». Компетентностный подход в системе высшего образования предполагает формирование образовательных компетенций, представляющих собой норму, требование к образовательной подготовке обучающегося. Соответственно, медиакомпетентность – это круг задач, которые будущий специалист способен решать в современном медиaprостранстве в соответствии с установленными нормативными документами. А критическая медиакомпетентность подразумевает способность к когнитивной оценке информации с помощью определенных критериев, будь то оценка содержания или формы. Обучающийся, владеющий критической медиакомпетентностью, должен уметь выбирать медиа и использовать их активно, пассивно или в интерактивном режиме, иметь навыки оценки, критики и суждения.

Х. Мозер разработал следующие показатели оценки в области медиакомпетентности и стандарты медиакритики как подполя медиакомпетентности [3, с. 247] (табл. 1).

Данные показатели оценивания критической медиакомпетентности являются попыткой использовать образовательные стандарты, с одной стороны, для реализации критериев и аспектов медиакритики и, с другой стороны, для интеграции медиакритики как аспекта медиакомпетентности в высшее образование.

Показатели оценивания критической медиакомпетенции

Профессиональные компетенции	Методологические компетенции	Социальные компетенции
<i>Уровень компетентности 1</i>		
Размышляет о преимуществах и недостатках использования медиа.	Применяет определенные критерии для оценки информации.	Использует средства массовой информации в рамках общепринятых соглашений.
<i>Уровень компетентности 2</i>		
Оценивает использование средств массовой информации в соответствии с их функциями и воздействием.	Критически относится к сообщениям СМИ и применяет критерии для их оценки.	Использует средства массовой информации в соответствии с законом и соблюдает принцип справедливости возможностей.
<i>Уровень компетентности 3</i>		
Признает влияние средств массовой информации на личность и общество, а также на их ценности.	Обосновывает выбор информации с точки зрения достоверности и релевантности самостоятельно и независимо.	Использует средства массовой информации ответственно и осознает последствия неправильного использования.
<i>Уровень компетентности 4</i>		
Оценивает взаимодействие общества и СМИ.	Распознает и оценивает интересы и намерения, скрывающиеся за информацией.	Активно выступает за ответственное отношение к сообщениям средств массовой информации и размышляет о мерах, принятых для этого.

Призывы к внедрению критического элемента медиакомпетентности как цели высшего образования в последнее время звучат постоянно. Это и не удивительно, ведь высшие учебные заведения всегда являлись определяющей силой, способной решить подобные задачи, а именно, интегрировать критическую медиакомпетенцию в образовательные программы высшего образования. Задачу интеграции медиа- и информационной компетентности в университетские образовательные процессы решить нелегко, поскольку в образовательном процессе речь идет о создании целостной образовательной среды. Образовательная медиасреда как единое социокультурное пространство должна

обладать множеством характеристик. Она должна обеспечивать активное взаимодействие со СМИ и подключение к предыдущему медиа-опыту, предоставлять обучающимся возможность критически выбирать из множества медиа-предложений. Кроме того, она должна обучать творческой переработке контента, а также отвечать основным потребностям обучающихся, например, стремлению к самоэффективности, автономии и социальной вовлеченности.

Медиаобразование направлено на повышение осведомленности о медиальности образовательных пространств и всех образовательных процессов. Его основной целью является развитие у обучающихся способности самостоятельно формировать

свои собственные образовательные пространства с помощью доступных средств массовой информации и возможности самостоятельно регулировать процессы обучения и образования. Таким образом, формирование медиакомпетентности становится результатом медиаобразования.

При этом нельзя не обратить внимание на то, что в рамках компетентностного подхода, реализуемого в высших учебных заведениях Российской Федерации, уже содержатся требования к результатам освоения образовательных программ, касающиеся развития критического мышления. Так, планируемым результатом реализации образовательных программ бакалавров по различным направлениям подготовки является, например, универсальная компетенция УК-1: «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач» [5]. Наличие подобных требований в государственных образовательных стандартах дает основание утверждать, что критическое отношение к развитию цифрового общества и средств массовой информации уже нашло свое формальное отражение в образовательных стандартах.

Более важным кажется вопрос о том, каким образом данные требования могут быть интегрированы в образовательный процесс и имеют ли они пути реального воплощения, ведь для формирования критической медиакомпетентности должна быть обеспечена совокупность ресурсов и мер, которые предоставляются образовательной организацией. Эти требования предъявляются как к материально-техническому обеспечению, так и к учебно-методическому обеспечению программы. Кроме того, реализация образовательных программ предполагает наличие высококвалифицированного педагогического персонала, обладающего необходимым уровнем компетентности и способного обеспечить все возможные условия, чтобы медиаобразова-

ние будущих специалистов состоялось.

В реальной среде высшего образования, к сожалению, приходится говорить о несоответствии заявленных стандартов их фактическому воплощению. Так, процесс формирования критической медиакомпетентности подстерегает ряд сложностей, первая из которых касается материально-технического обеспечения образовательной деятельности. Работа над формированием и развитием медиакомпетентности предполагает, что каждый обучающийся в процессе обучения должен быть обеспечен техническими средствами обучения, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и информационно-образовательной среде вуза. Это является базой для формирования необходимых медиальных навыков, базой содержательного, пространственного и когнитивного контекста. В процессе работы над материалом изучаемых дисциплин обучающиеся должны иметь возможность свободно обмениваться информацией, интегрироваться в разнообразные развивающие и воспитательные ситуации, что обеспечивает трансформацию знаний в деятельность и таким образом совершенствует медиакомпетентность. Однако практика показывает, что ситуация с оснащением вузов компьютерами неоднородна: студенты многих вузов имеют ограниченный доступ к цифровым устройствам и Интернету. Наличие цифрового неравенства между регионами, обусловленное их экономическим развитием, оказывает влияние на возможность использования современных технологий в образовательном процессе, что соответственно влияет на качество образования.

Очевидно, что и цели, и задачи обучения должны определяться заявленным компетенциям и квалификационным целям по соответствующим направлениям подготовки. При этом образовательные стандарты не содержат в себе описания механизмов формирования заявленных компетенций и критериев их оценки. Предполагается,

что планируемый результат формирования компетенций может быть обеспечен с помощью сознательного планирования и применения педагогических приемов, методов и средств. То есть выбор концепции и стратегии обучения, способствующих актуализации компетенций, возлагается на преподавателя. Но если говорить о критической медиакомпетенции, то, к сожалению, не все преподаватели имеют представление о ней как о базовой универсальной компетенции, обеспечить формирование которой они обязаны. С этой точки зрения принципиально важно, чтобы преподаватели сумели переосмыслить содержание преподаваемых дисциплин и изменить методологический подход для обеспечения качественного формирования критической медиакомпетенции. Учебные действия должны быть встроены в контексты, связанные с современными медиа, и включать текущие информационные, презентационные и коммуникационные инновации в процесс обучения [4]. Следовательно, формирование критической медиакомпетенции у обучающихся возможно лишь в том случае, если преподаватели сами являются обладателями сформированной критической медиакомпетенции и готовы целенаправленно и системно реализовать критические и информационные аспекты в процессе обучения.

Список литературы

1. Baacke D. Medienpädagogik. – Tübingen: Niemeyer, 2007.
2. Ganguin S. Medienkritik aus Expertensicht – Eine empirische Analyse zur Begriffsbestimmung und Evaluation von Medienkritik. Unveröffentlichte Diplomarbeit. – Universität Bielefeld, 2003.
3. Moser H. Einführung in die Medienpädagogik. Aufwachsen im Medienzeitalter. – Opladen: Leske + Budrich, 2000.
4. Долгова, С. Ю. Цифровые образовательные компетенции преподавателей высшей школы / С. Ю. Долгова, А. П. Кудряшова, Е. В. Мартынова // Вестник НЦБЖД. – 2022. – № 1 (51). – С. 24-32.
5. ФГОС ВО (3++) по направлениям бакалавриата // Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. – Текст: электронный. – URL: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24> (дата обращения 15.10.2024).

Рассмотрев подробно понятие «критическая медиакомпетентность», можно сделать вывод, что критическая медиакомпетентность является свойством личности, необходимым для работы и взаимодействия в обществе, ориентированном на средства массовой информации. Она предполагает критическое и оценочное отношение к собственным взглядам на медиа, инструментам анализа и способам взаимодействия с ними.

Стоит также отметить, что интеграция критической медиакомпетенции в практику преподавания в высших учебных заведениях представляется весьма перспективной. Федеральный государственный образовательный стандарт уже содержит требования по овладению универсальной компетенцией УК-1, напрямую связанной с критической медиакомпетентностью личности.

Наконец, стоит отметить, что на данный момент не существует разработанной теории преподавания и формирования критической медиакомпетенции, которая могла бы лечь в основу образовательной деятельности преподавателей высшей школы. Это комплексная задача, которая может быть решена только с помощью объединения усилий субъектов образовательного процесса разных уровней.

References

1. Baacke D. Medienpädagogik. Tübingen: Niemeyer, 2007. (In German).
2. Ganguin S. Medienkritik aus Expertensicht – Eine empirische Analyse zur Begriffsbestimmung und Evaluation von Medienkritik. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Bielefeld, 2003. (In German).
3. Moser H. Einführung in die Medienpädagogik. Aufwachsen im Medienzeitalter. Opladen: Leske + Budrich, 2000. (In German).
4. Dolgova S.Y., Kudryashova A.P., Martynova E.V. Tsifrovye obrazovatel'nye kompetentsii prepodavatelei vysshei shkoly [Digital competences of a teacher in higher educational institution]. *Vestnik NCBŽD*. 2022; (1): 24-32. (In Russian).
5. FGOS VO (3++) po napravleniyam bakalavriata. Portal Federal'ny'x gosudarstvenny'x obrazovatel'ny'x standartov vy'sshego obrazovaniya. URL: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24> (accessed: 15.10.2024). Text: electronic. (In Russian).

УДК 373.1

**ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА
ДЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ОРГАНИЗАЦИЯХ: ПРОБЛЕМЫ
ОРГАНИЗАЦИИ**

**PREVENTION OF CHILD INJURIES
IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS:
ORGANIZATIONAL PROBLEMS**

*Гаврюшенко В.П., начальник научно-исследовательского сектора ФГБУ ВНИИПО МЧС России, г. Балашиха, Россия;
ORCID: 0000-0003-3836-3862;
E-mail: vig.fob@mail.ru*

*Gavryushenko V.P., Head of the Research Sector of the Federal State Budgetary Institution VNIPO EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia;
ORCID: 0000-0003-3836-3862;
E-mail: vig.fob@mail.ru*

*Получено 20.06.2024,
после доработки 12.07.2024.
Принято к публикации 23.07.2024.*

*Received 20.06.2024,
after completion 12.07.2024.
Accepted for publication 23.07.2024.*

Гаврюшенко, В. П. Профилактика травматизма детей в образовательных организациях: проблемы организации / В. П. Гаврюшенко // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 13–20.

Gavryushenko V.P. Prevention of child injuries in educational organizations: organizational problems. *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 13-20. (In Russ.)

Аннотация

Травматизм в российских школах, порождаемый сложной совокупностью педагогических, организационных, финансовых и институциональных причин, продолжает оставаться проблемой, несмотря на формальную активность на этом направлении, наличие штатных должностей, методического инструментария, научные дискуссии и разработки. Все они ограничены парадигмой изучения и оценки обязанностей образовательной организации, на фоне отсутствия стройной педагогической концепции профилактики травматизма и факультативного подхода к обязанностям семьи (родителей), что выводит проблему из сферы воспитания в сфере организации, чем ограничивает возможности её решения.

Ключевые слова: детский травматизм, безопасность учебного процесса, профилактика травматизма, педагогика

Abstract

Traumatism in Russian schools, generated by a complex set of pedagogical, organizational,

financial and institutional reasons, continues to be a problem, despite formal activity in this area, the availability of full-time positions, methodological tools, scientific discussions and developments. All of them are limited by the paradigm of studying and evaluating the responsibilities of an educational organization against the background of the lack of a coherent pedagogical concept of injury prevention and an optional approach to the responsibilities of the family (parents), which removes the problem from the sphere of education in the sphere of the organization, which limits the possibilities of its solution.

Keywords: childhood injuries, safety of the educational process, injury prevention, pedagogy

Проблема школьного и в целом детского травматизма имеет глобальный характер. По данным ООН, именно он остается основной причиной смертности и инвалидности детей во всем мире. По оценке специального доклада ВОЗ, проблемой детского травматизма длительное время пренебрегали и её не было в национальных программах по охране здоровья [1]. В то же время, она активно ставилась и решалась в советский период [2], когда были выделены все известные сегодня факторы провоцирующие травматизм в школе, включая, например, ситуацию в мегаполисе [3]. Сегодня проблема стоит в центре внимания органов образования и здравоохранения, а также педагогической науки. В то же время, следует отметить, что в части научного обоснования, концептуального оформления этот вопрос слабо разработан, а в организационном плане решается в основном в самих образовательных организациях, которые разрабатывают локальные планы. Такая ситуация не удовлетворяет задачам профилактики.

Обеспечению безопасности обучающихся в российских образовательных организациях уделяется приоритетное внимание. В федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ все образовательные организации обязаны поддерживать и обеспечивать безопасные условия обучения, формируя у обучающихся готовность к рискам и опасностям, гарантируя безопасные условия обучения [10].

Обязанность формирования культуры безопасного образа жизни закон возлагает на педагогических работников, что де-

лает актуальным исследование научных и практических подходов к привитию обучающимся культуры безопасности жизнедеятельности, в том числе для целей минимизации физических повреждений и травм.

Применяемые в российском образовании воспитательные подходы и технологии пока не обеспечивают формирование у обучающихся знаний и навыков, достаточных для обеспечения безопасной жизнедеятельности, включая разумное, осознанное и ответственное отношение к здоровью своему и окружающих.

Ежегодно свыше 13 млн российских детей получают различные травмы, меньше всего – в школе. В основном это происходит в быту 60-70% случаев, в основном ожоги, на улице – более 30% (в основном — в ДИП). В школе дети и подростки получают лишь 6% травм и немногим более 4 % в спорте [17, с. 10].

В то же время, по данным российских страховщиков, детский в целом и школьный, в частности травматизм остается частым явлением, с пиками периодичности, приходящимися на начало осени и конец весны. В основном это переломы конечностей — около 60%, ключицы — около 8%, ушибы — более 18%, вывихи и растяжения — около 12%, более 9% составляют различные травмы головы.

По данным СК «Альфа-Страхование», с начала учебного года частота наступления страховых событий, прямо связанных с детскими травмами, растет почти на треть сравнительно с каникулами [4].

В качестве причин травматизма эксперты называют чрезмерную активность на переменах, неосторожные контакты с

мебелью и оборудованием, активность и эмоциональность, сниженный порог оценки уровня опасности действия своих и окружающих [5]. Страховщики убеждают родителей страховать детей, однако понятно, что страховая защита не уберезёт от травм, это задача образовательных организаций, в которых должны быть разработаны и приняты системные педагогические, организационные и эргономические меры профилактики травматизма.

В новейших исследованиях делается вывод о том, что школа - это «одно из опасных мест по причине нахождения там большого количества людей» [6, с. 269], что представляется не вполне корректным, так как само по себе скопление людей (например, на собраниях, концертах, соревнованиях) ещё не является причиной травматизма, а тем более детского и школьного. Эти причины существенно шире и находятся в педагогической, организационной, психологической плоскости.

Педагогическая составляющая научной интерпретации понятия «безопасность» базируется на совокупности подходов, средств и методов профилактики травм, вреда здоровью, а также формы организации воспитательного и учебного процессов, в рамках которых должна быть обеспечена индивидуальная и коллективная безопасность. Педагогический подход учитывает роль социальных институтов, в чьи полномочия входят вопросы безопасности, в том числе несовершеннолетних. Педагогический подход направлен на реализацию у обучающихся совокупности функций мотивационного, содержательного, процессуального, волевого, контрольно-оценочного компонентов учебной деятельности [15, с. 100].

Большинство систематизаций причин школьных травм дифференцирует их на три группы. К первой и самой массовой относят поведение обучающегося, группы обучающихся, противоречащее правилам поведения и опасное для здоровья, как своего, так и окружающих. О причинах

такого поведения написано достаточно, в основном это особенности развития, незнание или игнорирование опасностей и предсказуемых последствий, в том числе наличие умысла. Психологи также указывают, что травмоопасные действия могут быть совершены из-за показного, умышленного пренебрежения опасностью, когда риск пересиливает особый мотив. Также в эту группу принято включать особое психофизиологическое состояние обучающегося, который совершает поступки в состоянии волнения, переживаний, стресса.

Ко второй группе принято относить коллективные действия обучающихся, которые в процессе игр или конфликтов физически воздействуют друг на друга, создают препятствия безопасного нахождения, передвижения. К третьей группе принято относить халатность, бездействие педагогов. Как правило, это слабый контроль либо непрофессиональный подход к демонстрации определенных умений и навыков, либо игнорирование правил техники безопасности. В совокупности ясно, что травмы в школе – это всегда следствие нарушения установленных правил.

На первый взгляд, травмоопасными являются уроки и практики, сопряженные с инструментами, электричеством, оборудованием, но это не так. Статистика травмирования обучающихся на уроках технологии свидетельствует, что это менее 7% всех случаев. Признание этого показателя «частым случаем» [7, с. 368] следует считать некорректным. Обратим внимание, что для предотвращения и этого незначительного процента введены строгие нормы охраны труда, проводятся инструктажи, разрабатываются регламентирующие документы и специальные инструкции.

В типовых методических рекомендациях также указано, что из совокупности школьных травм в процессе обучения, т.е. непосредственно на занятиях, школьники их получают мало [8]. Таким образом, рассматриваемая проблема в большей степени является проблемой воспитания, а не обу-

чения. Именно поэтому необходимо делать особый акцент на роли семьи.

Что касается организаций системы образования, то типовой набор рекомендаций здесь давно разработан и хорошо известен. Это формирование условий, которые бы исключали (предельно минимизировали) возможность травм. Кроме того, это разъяснение учащимся рисков и угроз поведения, влекущего травмы, а также мер их предупреждения. В целом речь идёт о формировании устойчивых и осознанных здоровьесберегающих навыков безопасного поведения в образовательной организации и за её пределами [8].

В педагогической литературе ставится задача воспитания (формирования) у школьника ответственного отношения к безопасной школьной жизнедеятельности, т.е. достижение высокого (достаточно для безопасности) уровня культуры поведения и навыков самосохранения [9, с. 280].

Эксперты сходятся в том, что максимальный уровень превенции травматизма в школе может быть достигнут в рамках адаптированной к профилю образовательной организации и возрасту обучающихся системы профилактики [11, с. 27].

При этом важно исключить тотальный контроль. Справедливо указывая на ответственность взрослых, педагогов, А.А. Азиева понимает её явно гипертрофированно, полагая, что взрослый должен сопровождать вышедшего из класса ребенка «туда, куда бы он ни пошел» [6, с. 270]. Очевидно, что педагоги не могут и не должны сопровождать везде и каждого. Необходимы иные меры и технологии.

Фундамент знаний о безопасном поведении и самосохранении закладывается, прежде всего, в семье. В соответствии со ст. 63 Семейного кодекса РФ (СК РФ) родители обязаны воспитывать своих детей. В этой связи полагаем, что школа вправе требовать от родителей, чтобы их дети приходили в школу подготовленными в плане своего поведения, предупрежденными, что оно может повлечь причинение

вреда здоровью. При этом сложные отношения школы, родителей и ребёнка были и остаются традиционной и сложной общественно-культурной проблемой [4].

Большинство родителей, как обосновано указывает Э.Э. Ибрагимова, убеждены в том, что воспитание – это задача и даже долг образовательной организации, но эта работа, как справедливо полагает цитируемый автор, не принесет результата только лишь их усилиями. При приоритетной роли семьи должно быть обеспечено и налажено взаимодействие семьи и школы, что будет содействовать профилактике травматизма детей и школьников [19, с. 148]. В этой связи родителям следует разъяснять их обязанности по воспитанию, указывая на приоритет первичной (в семье) профилактики травматизма.

Речь идёт о развитии основных навыков безопасного поведения дома, в общественных местах, в школе, на дороге. Именно в семье детей необходимо знакомить с основами безопасности жизнедеятельности, правилами дорожного движения, правилами поведения в школе, электрической и пожарной безопасности. Как обоснованно полагает Э.Э. Ибрагимова, это будет содействовать профилактике травматизма детей [18, с. 150]. По этим проблемам будут полезны встречи родителей с медиками, сотрудниками МЧС, правоохранительных органов. В основном же образовательная организация обязана обеспечить безопасную обучающую среду, контролировать соблюдение установленных СанПИН и иными документами норм, развивать заложенные в семье самостоятельность и ответственность.

Психологи видят причину совершения травмоопасных поступков у школьников в слабом осознании рисков, неумении их предвидеть и профилактировать в учебных и жизненных ситуациях. Практика показывает, что действующая сегодня организация профилактики детского и подросткового травматизма предельно абстрактна, базируется на общих рекомендациях, что

формирует недостаточный уровень как профилактики, так и статистики травматизма.

Как в своё время подчеркивал Э.Р. Салахов, образовательная организация «обязана сочетать... результативные инновационные подходы профилактики происшествий..., с постоянным повышением общей культуры безопасности». Автор указывал на обучающихся, имея в виду, вероятно, всех участников процессов обучения и воспитания. Обращаю внимание на обоснованный вывод о требовании эффективности организации анализируемого процесса [12, с. 90], понимая под этим достижение «значимого результата». В текущей сложной для экономики и бюджета ситуации понимание эффективности следует уточнить с позиции её основного значения. От организаций образования требуется достижение максимального результата при минимуме затрат.

В российской специальной литературе такие «инновационные» подходы пока не разработаны. Предлагаются предельно общие подходы к предупреждению травматизма, равно как и к «санитарно-просветительской работе». Надежда на то, что такими традиционными (устаревшими) методами могут быть «выработаны навыки безопасности у школьников» мало [9, с. 280]. Приведенный подход, очевидно, устарел, а в части «санитарного просвещения» не соответствует реалиям современности, информационного общества.

Законодательство об образовании обязывает образовательные организации обеспечивать охрану жизни и здоровья обучающихся. В то же время, в штатном расписании школ и других организаций общего образования относительно редко предусмотрена должность специалиста по охране труда [13, с. 158].

Подчеркну, что вопросы безопасности в школе однократно не решаются, так как возраст обучающихся предполагает определенные эмоционально-психологические особенности, повышенную двигательную

активность, несформированное чувство ответственности, дефицит опыта. Всё это в совокупности формирует постоянно действующие факторы риска.

Кроме того, решение рассматриваемой проблемы - это задача не только уполномоченного сотрудника, но и всего педагогического коллектива, администрации образовательной организации, а также (при наличии) попечительского совета.

Руководитель принимает меры к устранению причин травматизма, обеспечения условий и процедур объективного расследования происшествий в соответствии с установленным порядком [14] с участием попечительского совета, способного привлечь дополнительные средства.

В деле обеспечения безопасности школьников применяется методический приём в виде тренировочной имитации травмоопасных ситуаций с показом и комментарием необходимых рациональных действий, а также игрового моделирования по потенциальным опасным ситуациям. При этом ситуация должна быть максимально близка к реальности и полностью раскрывать способности обучающегося.

Системный подход в рассматриваемой сфере предполагает:

- совместно с сотрудниками МЧС и медиками выработку политики безопасности;
- проведение по утвержденным графикам инструктажей по технике безопасности и безопасном поведении как в образовательной организации, так и вне её;
- организацию встреч со специалистами в разных сферах безопасности, специально подготовленных к работе в этой возрастной категории;
- размещение и популяризацию контента о безопасности;
- проведение конкурсов и соревнований;
- обсуждение причин и последствий реальных ситуаций травмирования;
- тренировки по действиям в чрезвычайных ситуациях.

Список литературы

1. Травматизм – главная причина смертности и инвалидности детей во всем мире // ООН. – 2011. – URL: <https://news.un.org/ru/story/2011/01/1176371>.
2. Горлов, А. А. Система профилактики травм у детей: психологические аспекты / А. А. Горлов, Е. К. Вишневецкая // Педиатрия. – 1991. – № 1. – С. 69-70.
3. Айрапетян, А. С. Травматизм у детей школьного возраста в условиях крупного города (комплексное социально-гигиеническое исследование): авторф. дис. канд. мед. наук. – М., 1991. – 24 с.
4. Осень – самый травматичный период для детей // Современные страховые исследования. – 2022. 13 сентября. – URL: <https://consult-cct.ru/itogi/9627.html>.
5. Эксперты ВСК назвали самые распространенные травмы у школьников // Ведомости. – 2021. 4 октября. – URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2021/10/04/eksperti-vsk-nazvali-samie-rasprostranennie-travmi-u-shkolnikov.
6. Азиева, А. А. Безопасность детей: физическое и психологическое благополучие в контексте современных вызовов / А. А. Азиева // Вестник науки. – 2024. – Вып. 1. – № 3 (72). – С. 265-271.
7. Заочинский, М. С. Причины детского травматизма на уроках технологии / М. С. Заочинский // Скиф. – Вопросы науки. – 2022. – № 1 (65). – С. 365-369.
8. Методические рекомендации «Профилактика травматизма, несчастных случаев и гибели обучающихся в деятельности образовательных организаций». – URL: https://uoshe.ru/media/site_platform_media/2021/11/26/metodicheskie-rekomendatsii.pdf.
9. Король, В. В. Методические основы профилактики школьного травматизма / В. В. Король, В. А. Пашкова, С. А. Копылов // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2018. – № 3 (80). – С. 279-282.
10. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2012. – № 53 (ч. I) Ст. 7598.
11. Гриб, М. Н. Актуальность детского травматизма в современных условиях развития страны / М. Н. Гриб, И.А. Камаев // Научный вестник ХМ ГМИ. – 2008. – № 1. 2. – С. 26-28.
12. Салахов, Э. Р. Особенности травматизма и смертности от внешних причин в России / Э. Р. Салахов, Е. П. Какорина // Современные проблемы развития регионального здравоохранения. – Казань, 2003. – С. 89-90.
13. Спиридонов, А. В. Детский травматизм - приоритетная медико-социальная проблема / А. В. Спиридонов // Современные вопросы общественного здоровья и здравоохранения: труды АГМА. – Астрахань. – 2003. Т. 27. – С. 158-159.
14. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 20 апреля 2022 г. №223н «Об утверждении положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, форм документов, соответствующих классификаторов, необходимых для расследования несчастных случаев на производстве».
15. Чумичева, Р. М. Культура безопасности жизнедеятельности как педагогическая проблема / Р. М. Чумичева, И. Э. Куликовская, Т. Н. Поддубная // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2023. Вып. 15. – № 3. – С. 99-107.
16. Гордова, Л. Д. Влияние новой коронавирусной инфекции на структуру детского травматизма / Л. Д. Гордова, Н. К. Гришина, Н. Б. Соловьева, Е. В. Пахомова // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2022. Вып. 30. – № 2. – С. 195-197.

17. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, состояние травматолого-ортопедической помощи населению России в 2014—2019 году. В кн.: Сборник научных трудов ЦИТО. – М., 2020. – С. 9-12.

18. Ибрагимова, Э. Э. Методические подходы к формированию навыков безопасного поведения учащихся образовательных учреждений / Э. Э. Ибрагимова // Проблемы современного педагогического образования. - 2021. – № 71-2. – С. 150-152.

19. Даниленко, О. В. Формирование устойчивой мотивации к здоровому образу жизни в процессе подготовки бакалавров педагогического образования / О. В. Даниленко, И. Н. Корнева, Я. Г. Тихонова // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия: сб. науч. трудов по материалам X Международной научно-практ. конференции (Россия, г. Новосибирск, 17-18.04.2015 г.) // Международный научный институт <^исайо> – Ежемесячный научный журнал. – 2015. – № 3 (10). – С. 147-149.

References

1. Travmatizm — glavnaya prichina smertnosti i invalidnosti detej vo vsem mire. OON. [Injuries are the main cause of death and disability of children worldwide]. 2011. URL: <https://news.un.org/ru/story/2011/01/1176371>. (In Russian).

2. Gorlov A.A. Vishneveckaya E.K. Sistema profilaktiki travm u detej: psihologicheskie aspekty [The system of injury prevention of children: psychological aspects]. *Pediatrics*. 1991; №1: 69-70. (In Russian).

3. Ajrapetyan A.C. Travmatizm u detej shkol'nogo vozrasta v usloviyah krupnogo goroda (kompleksnoe social'no-gigienicheskoe issledovanie): avtorf. dis. kand. med. nauk. [Traumatism of school-age children in a large city (a comprehensive socio-hygienic study)]. М. 1991; 24. (In Russian).

4. Osen' – samyj travmatichnyj period dlya detej. Sovremennye strahovye issledovaniya. 2022. 13 sentyabrya. [Autumn - the most traumatic period for children]. URL: <https://consult-cct.ru/itogi/9627.html>. (In Russian).

5. Eksperty VSK nazvali samye rasprostranennye travmy u shkol'nikov [“VSK” experts named the most common injuries of schoolchildren]. *Vedomosti*. 2021. 4 oktyabrya. URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2021/10/04/eksperti-vsk-nazvali-samie-rasprostranennie-travmi-u-shkolnikov. (In Russian).

6. Azieva A.A. Bezopasnost' detej: fizicheskoe i psihologicheskoe blagopoluchie v kontekste sovremennyh vyzovov [Children safety: physical and psychological well-being in the context of modern challenges]. *Vestnik nauki*. 2024; Vyp. 1. №3 (72): 265-271. (In Russian).

7. Zaochinskij M. S. Prichiny detskogo travmatizma na urokah tekhnologii [The causes of childhood injuries in technology lessons]. *Skif. Voprosy nauki*. 2022; №1 (65): 365-369. (In Russian).

8. Metodicheskie rekomendacii «Profilaktika travmatizma, neschastnyh sluchaev i gibeli obuchayushchihsya v deyatel'nosti obrazovatel'nyh organizacij». [Methodological recommendations “Prevention of injuries, accidents and deaths of students in the activities of educational organisations”]. URL: https://uoshe.ru/media/site_platform_media/2021/11/26/metodicheskie-rekomendatsii.pdf. (In Russian).

9. Korol' V.V., Pashkova V.A., Kopylov S.A. Metodicheskie osnovy profilaktiki shkol'nogo travmatizma [Methodological foundations of school injury prevention]. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i social'nye nauki*. 2018; №3 (80): 279-282. (In Russian).

10. Federal'nyj zakon «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii» ot 29.12.2012 № 273-FZ. [Federal Law "On Education in the Russian Federation" dated 12/29/2012 № 273-FZ]. *Sobranie zakonodatel'stva RF*. 2012; №53 (ch. I) St. 7598. (In Russian).

11. Grib M.N., Kamaev I.A., Aktual'nost' detskogo travmatizma v sovremennyh usloviyah razvitiya strany [The relevance of child injuries in the modern conditions of the country's development]. *Nauchnyj vestnik HM GMI*. 2008; №1. 2: 26-28. (In Russian).
12. Salahov E.R. Kakorina E.P. Osobennosti travmatizma i smertnosti ot vneshnih prichin v Rossii [Peculiarities of injuries and mortality from external causes in Russia]. *Sovremennye problemy razvitiya regional'nogo zdavoohraneniya*. Kazan'. 2003; 89-90. (In Russian).
13. Spiridonov A.B. Detskij travmatizm - prioritetnaya mediko-social'naya problema [Children's injury is a priority medical and social problem]. *Sovremennye voprosy obshchestvennogo zdorov'ya i zdavoohraneniya: trudy AGMA, Astrahan'*. 2003; T. 27: 158-159. (In Russian).
14. Prikaz Ministerstva truda i social'noj zashchity RF ot 20 aprelya 2022 g. №223n «Ob utverzhdenii polozheniya ob osobennostyah rassledovaniya neschastnyh sluchaev na proizvodstve v otdel'nyh otraslyah i organizacijah, form dokumentov, sootvetstvuyushchih klassifikatorov, neobhodimyh dlya rassledovaniya neschastnyh sluchaev na proizvodstve» [Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation dated April 20, 2022 № 223n "On approval of the Regulations on the specifics of the investigation of industrial accidents in certain industries and organisations, forms of documents, relevant classifiers necessary for the investigation of industrial accidents."]. (In Russian).
15. Chumicheva R.M., Kulikovskaya I.E., Poddubnaya T.N. Kul'tura bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti kak pedagogicheskaya problema [The culture of life safety as a pedagogical problem]. *Vestnik Majkopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2023; Vyp. 15. № 3: 99-107. (In Russian).
16. Gordova L.D., Grishina N.K., Solov'eva N.B., Pahomova E.V. Vliyanie novoj koronavirusnoj infekcii na strukturu detskogo travmatizma [The impact of the new coronavirus infection on the structure of childhood injuries]. *Problemy social'noj gigieny, zdavoohraneniya i istorii mediciny*. 2022; Vyp. 30. № 2: 195-197. (In Russian).
17. Travmatizm, ortopedicheskaya zaboлеваemost', sostoyanie trav-matologo-ortopedicheskoy pomoshchi naseleniyu Rossii v 2014-2019 godu. [Traumatism, orthopaedic morbidity, the state of traumatological and orthopaedic care for the population of Russia in 2014-2019]. V kn.: *Sbornik nauchnyh trudov CITO*. M. 2020; 9-12. (In Russian).
18. Ibragimova E.E. Metodicheskie podhody k formirovaniyu navykov bezopasnogo povedeniya uchaschihsya obrazovatel'nyh uchrezhdenij [Methodological approaches to the formation of safe behaviour skills for students of educational institutions]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*. 2021; №71-2: 150-152. (In Russian).
19. Danilenko O.V., Korneva I.N., Tihonova Ya.G. Formirovanie ustojchivoj motivacii k zdorovomu obrazu zhizni v processe podgotovki bakalavrov pedagogicheskogo obrazovaniya [Formation of sustainable motivation for a healthy lifestyle in the process of preparing bachelors of pedagogical education]. *Nauchnye perspektivy XXI veka. Dostizheniya i perspektivy novogo stoletiya: sb. nauch. trudov po materialam X Mezhdunarodnoj nauchno-prakt. konferencii (Rossiya, g. Novosibirsk, 17-18.04.2015 g.). Mezhdunarodnyj nauchnyj institut <^isajo> - Ezhemesyachnyj nauchnyj zhurnal*. 2015; № 3 (10): 147-149. (In Russian).

УДК 378.1
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОНЛАЙН-КАЛЬКУЛЯТОРЫ В РЕШЕНИЯХ ЗАДАЧ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

ONLINE MATHEMATICAL CALCULATORS IN SOLVING PROBLEMS OF HIGHER MATHEMATICS

*Гараев Т.К., к.т.н., доцент кафедры специальной математики;
 E-mail: Garaev77@mail.ru;
 Ипполитова С.В., студент
 ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»,
 г. Казань, Россия;
 E-mail: sofya_ippilitova@bk.ru*

*Garaev T.K., candidate of engineering sciences, associate professor at the Department of Special Mathematics;
 E-mail: Garaev77@mail.ru;
 Ippolitova S.V., student, Kazan National Research Technical University named after. A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia;
 E-mail: sofya_ippilitova@bk.ru*

*Получено 06.05.2024,
 после доработки 27.05.2024.
 Принято к публикации 29.05.2024.*

*Received 06.05.2024,
 after completion 27.05.2024.
 Accepted for publication 29.05.2024.*

Гараев, Т. К. Математические онлайн-калькуляторы в решениях задач высшей математики / Т. К. Гараев, С. В. Ипполитова // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 21–26.

Garaev T.K., Ippolitova S.V. Online mathematical calculators in solving problems of higher mathematics. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 21-26. (In Russ.)

Аннотация

Рассматривается применение обучающимися широко известных онлайн-калькуляторов для решения задач по высшей математике. Проведено исследование среди обучающихся Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева – КАИ и Казанского (Приволжского) федерального университета, позволяющее проанализировать применение онлайн-калькуляторов при изучении высшей математики. Выявлены проблемы применения математических онлайн-калькуляторов в процессе обучения.

Ключевые слова: онлайн-калькуляторы, изучение, решение, задачи, высшая математика, Photomath, Mathway

Abstract

The use of widely known online calculators by students for solving problems in higher mathematics is considered. A study was conducted among students of Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI and Kazan (Volga Region) Federal University, which allows analyzing the use of online calculators in the study of higher mathematics. The problems of using online mathematical calculators in the learning process are revealed.

Keywords: online calculators, learning, solving, problems, higher mathematics, Photomath, Mathway

В образовательных технологиях все чаще применяется искусственный интеллект [2], в том числе математические онлайн-калькуляторы. Изучая высшую математику [1, 3], обучающиеся все чаще

применяют онлайн-калькуляторы, которые помогают понять алгоритм решения и получить ответы на решаемые математические задачи. Применение математических онлайн-калькуляторов может устранить

некоторые проблемы успеваемости по математике обучающихся первого курса в условиях адаптации [4, 5] и повлиять на качество математической подготовки [6].

Изучая основы линейной алгебры в рамках дисциплины «Высшая математика», необходимо выполнить множество вычислений, быть сосредоточенным при операциях с матрицами и при решении систем линейных уравнений. Нередко обучающиеся, применяя метод Крамера, совершают ошибочные действия в процессе решения задачи, которые необходимо уметь выявлять и исправлять. Обучающиеся, обладающие низкими математическими компетенциями, не способны находить ошибочные вычисления. Процесс отыскания ошибки у невнимательных обучающихся может занимать много времени и привести к патовой ситуации, в таких случаях и применяются математические онлайн-калькуляторы для проверки вычислений. Обучающиеся считают, что с применением математических онлайн-калькуляторов облегчается поиск ошибок, пропадает необходимость в дополнительных вычислениях.

В некоторых онлайн-калькуляторах могут содержаться алгоритмы вычисления математических задач, что позволяет обучающимся усвоить метод вычисления.

Рассмотрим несколько популярных математических онлайн-калькуляторов.

Photomath – математический калькулятор, который очень быстро решает типовые задачи по высшей математике, при этом на экран выводится алгоритм решения. Видны промежуточные решения на каждом этапе вычислений, что позволяет легко определить, в каком месте допущена ошибка. Приложение позволяет решать математические задачи с помощью камеры смартфона, что делает процесс более

удобным и быстрым. Решение несложных примеров он показывает за несколько секунд. Однако со сложными задачами, решаемыми по дисциплине «Высшая математика» в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева – КАИ (далее – КНИТУ–КАИ им А.Н. Туполева), Photomath часто не справляется, выдает ошибку. Приложение помогает разобраться в простых задачах, ускорив процесс вычисления.

Mathway – математический калькулятор, который позволяет решить широкий спектр математических задач по высшей математике. Он подробно расписывает решение, есть робот-помощник. В отличие от Photomath, Mathway работает без подключения к Интернету. Калькулятор имеет не только приложение, но и сайт в браузере. Однако Mathway периодически работает с нарушениями, из-за чего пользователь не может получить ответы на задачи.

Проведен анонимный опрос среди 123 обучающихся КНИТУ – КАИ им А.Н. Туполева и Казанского (Приволжского) федерального университета (далее – КФУ). Опрос выявил, что 82,9% студентов используют математический онлайн-калькулятор для решения математических задач (рис. 1).

Наиболее популярным среди различных математических калькуляторов является Photomath, им пользуется 88,3% опрошенных (рис. 2).

Мнения о пользе применения математических онлайн-калькуляторов при изучении высшей математики разделились (рис. 3). 60,8% опрошенных считают, что они помогают освоить математические методы, у остальных опрошиваемых имеется противоположная точка зрения.

1. Используете ли вы математические калькуляторы для решения задач?

123 ответа

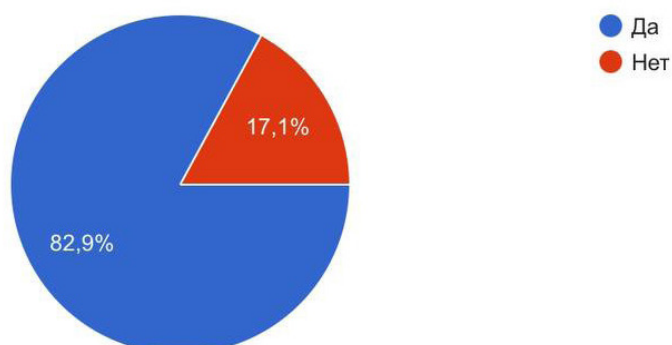


Рис. 1. Применение обучающимися математических калькуляторов при решении математических задач

2. Какие математические калькуляторы вы использовать?

120 ответов

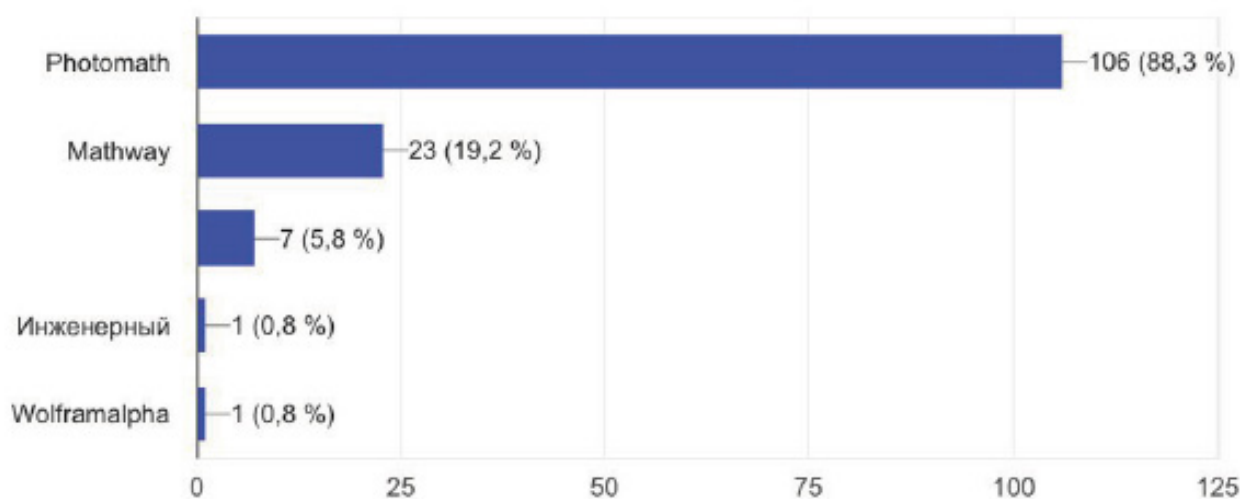


Рис. 2. Популярные математические онлайн-калькуляторы

3. Влияет ли применение онлайн-калькуляторов на изучение математических методов?

120 ответов

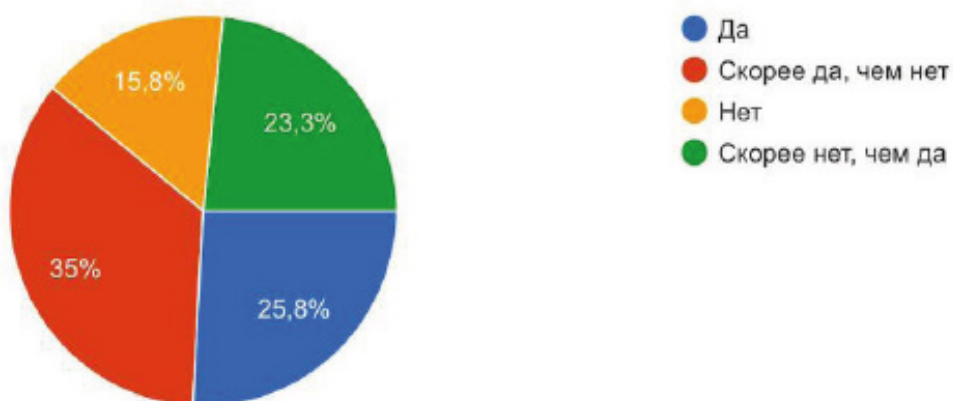


Рис. 3. Влияние применения онлайн-калькуляторов на изучение математических методов

Имеются случаи, когда математические онлайн-калькуляторы не смогли решить задачи или же совершали ошибки при вы-

числениях, что отметили опрошиваемые респонденты (рис. 4, 5).

4. Часто ли онлайн-калькулятор не может решить задачу?
122 ответа

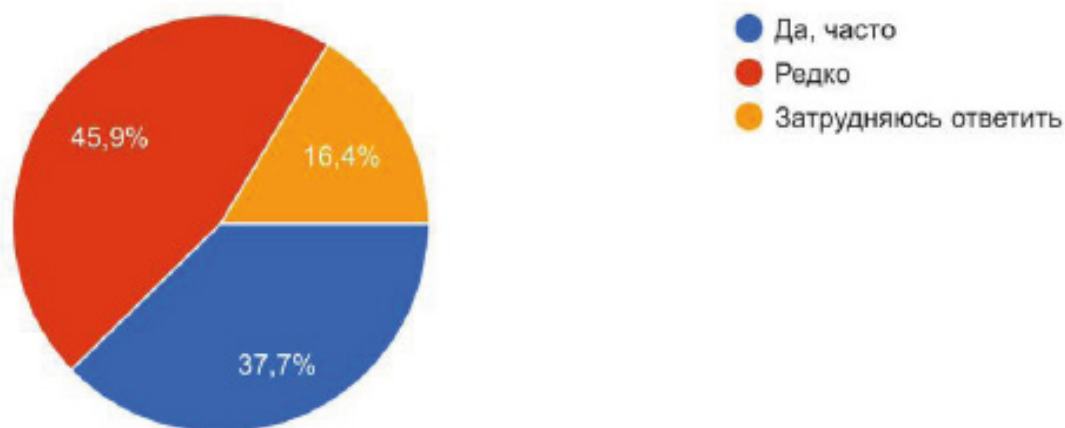


Рис. 4. Выявление частоты нарушений в работе онлайн-калькуляторов при решении задач

5. Как часто онлайн-калькулятор совершает ошибки в решениях задач?
122 ответа

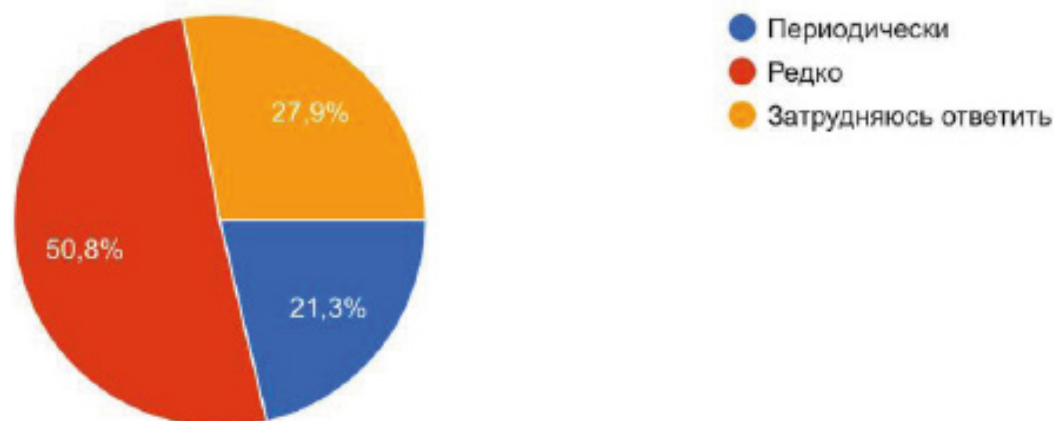


Рис. 5. Ошибочные решения онлайн-калькуляторов

Исследования применения онлайн-калькуляторов показали, что большинство обучающихся используют математические калькуляторы при изучении дисциплины «Высшая математика». В целом, калькуляторы хорошо справляются со своей основной задачей и пользуются популярностью среди обучающихся. Однако математические онлайн-калькуляторы не всегда могут решить задачу или совершают ошибку в вычислениях.

Некоторые респонденты считают, что математические калькуляторы ускоряют процесс решения задач, если метод вычис-

лений уже усвоен. Если метод вычислений не усвоен полностью, то онлайн-калькуляторы позволяют выдать необходимый алгоритм вычислений, что помогает обучающимся в изучении математических методов.

Проведенные исследования показали, что математические онлайн-калькуляторы широко применяются обучающимися в современных реалиях при изучении высшей математики. Несмотря на то, что рассмотренные математические калькуляторы могут предоставлять подробный алгоритм вычислений, 60,8% респондентов приме-

няют онлайн-калькуляторы, не стремясь понять методы решения задач. В связи с этим авторы считают, что применение математических онлайн-калькуляторов полезно только в исключительных случаях крайней необходимости получения помощи при вычислениях. В иных случаях при-

менение онлайн-калькуляторов, согласно опросу, несет вред для обучающихся, которые ищут легкие пути изучения высшей математики, пытаются миновать самое важное – наработку навыков и математических компетенций согласно ФГОС РФ.

Список литературы

1. Ахметова, Я. Т. Исследование восприятия учебного материала по высшей математике / Я. Т. Ахметова, Т. К. Гараев // Нигматуллинские чтения – 2023 : Сборник докладов Международной научной конференции, Казань, 09–12 октября 2023 года. – Казань: Академия наук Республики Татарстан, 2023. – С. 375–379.
2. Гараев, Т. К. Искусственный интеллект в высшем образовании глазами студентов / Т. К. Гараев, Н. С. Новик // Мир образования – образование в мире. – 2023. – № 3 (91). – С. 221–229.
3. Гизитдинова, Е. А. Исследование восприятия методического материала по высшей математике / Е. А. Гизитдинова, Т. К. Гараев // Методы и технологии обучения в вузе в условиях цифровой трансформации образования : Сборник статей по материалам Всероссийской (с международным участием) научно-методической конференции, Пермь, 18–19 мая 2023 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. – С. 692–695.
4. Муравьева, Е. В. Проблемы интеграции иностранных студентов в образовательную среду российских вузов / Е. В. Муравьева, Н. Н. Масленникова // Вестник Башкирского университета. – 2022. – Т. 27, № 1. – С. 229–237.
5. Ткаченко, С. А. Пути решения проблем уровня успеваемости по математике в условия адаптации иностранных обучающихся / С. А. Ткаченко, Н. С. Новик, Т. К. Гараев // Нигматуллинские чтения – 2023 : Сборник докладов Международной научной конференции, Казань, 09–12 октября 2023 года. – Казань: Академия наук Республики Татарстан, 2023. – С. 411–414.
6. Якупов, З. Я. О качестве математической подготовки в КНИТУ-КАИ и учебной нагрузке преподавателя / З. Я. Якупов, Н. Т. Валишин, С. И. Дорофеева, С. В. Никифорова // Математическое образование в школе и вузе: опыт, проблемы, перспективы : Материалы XII Международной научно-практической конференции, 27.03.2023–01.04.2023. – Казань, 2023.

References

1. Akhmetova Ya.T., Garaev T.K. Issledovaniye vospriyatiya uchebnogo materiala po vysshey matematike [A study of the perception of educational material in higher mathematics]. Nigmatullinskiye chteniya - 2023 : Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Kazan', 09-12 oktyabrya 2023 goda. Kazan': Akademiya nauk Respubliki Tatarstan, 2023; 375-379. (In Russian).
2. Garaev T.K., Novik N.S. Iskusstvennyy intellekt v vysshem obrazovanii glazami studentov [Artificial intelligence in higher education through the eyes of students]. Mir obrazovaniya - obrazovaniye v mire. 2023; 3 (91): 221-229. (In Russian).
3. Gizitdinova E.A., Garaev T.K. Issledovaniye vospriyatiya metodicheskogo materiala po vysshey matematike [A study of the perception of methodological material in higher mathematics]. Metody i tekhnologii obucheniya v vuze v usloviyakh tsifrovoy transformatsii obrazovaniya : Sbornik statey po materialam Vserossiyskoy (s mezhdunarodnym uchastiyem)

nauchno-metodicheskoy konferentsii, Perm', 18-19 maya 2023 goda. Perm': Permskiy gosudarstvennyy natsional'nyy issledovatel'skiy universitet, 2023; 692-695. (In Russian).

4. Muravyeva E.V., Maslennikova N.N. Problemy integratsii inostrannykh studentov v obrazovatel'nyuyu sredu rossiyskikh vuzov [Problems of integration of foreign students into the educational environment of Russian universities]. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*. 2022; 27 (1): 229-237. (In Russian).

5. Tkachenko S.A., Novik N.S., Garaev T.K. Puti resheniya problem urovnya uspevayemosti po matematike v usloviyakh adaptatsii inostrannykh obuchayushchikhsya [Ways to solve problems of the level of academic achievement in mathematics in the conditions of adaptation of foreign students]. *Nigmatullinskiye chteniya, 2023 : Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Kazan', 09-12 oktyabrya 2023 goda*. Kazan': Akademiya nauk Respubliki Tatarstan, 2023; 411-414. (In Russian).

6. Yakupov Z.Ya., Valishin N.T., Dorofeyeva S.I., Nikiforova S.V. O kachestve matematicheskoy podgotovki v KNITU-KAI i uchebnoy nagruzke prepodavatelya [On the quality of mathematical training at KNITU-KAI and the teaching load of the teacher]. *Matematicheskoye obrazovaniye v shkole i vuze: opyt, problemy, perspektivy : Materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 27.03.2023-01.04.2023*. Kazan', 2023. (In Russian).

УДК 37.016:355.58

**ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ
ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА
«БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» НА
ПЛАТФОРМЕ LMS MOODLE**

**FEATURES OF CREATION OF AN
ELECTRONIC COURSE
«LIFE SAFETY» ON THE LMS MOODLE
PLATFORM**

*Кузнецова Ю.В., к.т.н., доцент;
E-mail: kuznecova_yv@surgu.ru;
Андреева Т.С., к.х.н., доцент;
E-mail: andreeva_ts@surgu.ru;
Белошченко Д.В., старший преподаватель;
E-mail: beloschenko_dv@surgu.ru;
Гапуленко Т.О., старший преподаватель;
E-mail: gapulenko_to@surgu.ru;
Мягких К.П., преподаватель;
E-mail: myagkih_kp@surgu.ru;
Ончева Е.М., старший преподаватель
кафедры безопасности жизнедеятельности
Института естественных и технических
наук БУ ВО «Сургутский государственный
университет», г. Сургут, Ханты-Мансийский
автономный округ – Югра, Россия;
E-mail: oncheva_em@surgu.ru*

*Kuznetsova Yu.V., Candidate of Engineering
Sciences, Associate Professor;
E-mail: kuznecova_yv@surgu.ru;
Andreeva T.S., Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor;
E-mail: andreeva_ts@surgu.ru;
Belashchenko D.V., senior lecturer;
E-mail: beloschenko_dv@surgu.ru;
Gapulenko T.O., Senior lecturer;
E-mail: gapulenko_to@surgu.ru;
Myagkih K.P., teacher;
E-mail: myagkih_kp@surgu.ru;
Oncheva E.M., Senior Lecturer, Department of
Life Safety, Institute of Natural and Technical
Sciences, Surgut State University, Surgut,
Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra,
Russia;
E-mail: oncheva_em@surgu.ru*

*Получено 01.07.2024,
после доработки 12.07.2024.
Принято к публикации 20.08.2024.*

*Received 01.07.2024,
after completion 12.07.2024.
Accepted for publication 20.08.2024.*

Кузнецова, Ю. В. Особенности создания электронного курса «Безопасность жизнедеятельности» на платформе LMS Moodle / Ю. В. Кузнецова, Т. С. Андреева, Д. В. Белошченко, Т. О. Гапуленко, К. П. Мягких, Е. М. Ончева // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 26–33.

Kuznetsova Yu.V., Andreeva T.S., Belashchenko D.V., Gapulenko T.O., Myagkih K.P., Oncheva E.M. Features of creation of an electronic course «Life safety» on the IMS Moodle platform. *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 26-33. (In Russ.)

Аннотация

В статье представлено описание электронного курса по общеобразовательной дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», предполагаемого смешанный формат обучения, созданный с использованием комплекса современных технологий обучения. Подробно описано содержание входящих в курс модулей. В модуле с общей информацией представлен рейтинг-план, предусмотрена возможность обратной связи между студентами и преподавателями. Учебные модули включают теоретический материал, задания для самостоятельной работы и тесты для проведения промежуточной аттестации и дополнительные материалы. Тестовые задания состоят из вопросов различного уровня сложности. В качестве аудиторной нагрузки предполагается выполнение ряда практических работ. Смешанная форма обучения, представленная в курсе, способствует формированию основ безопасного мышления, повышает интерес к учёбе, обеспечивает требуемый уровень и качество знаний, стимулирует всестороннюю реализацию индивидуальности студента.

Ключевые слова: смешанный формат обучения, результат обучения, информационно-коммуникационные технологии обучения, тестирование, рабочая программа, учебный модуль, безопасное мышление, LMS Moodle

Abstract

The article presents a description of an electronic course on the general education discipline «Life safety», an assumed mixed learning format created using a complex of modern learning technologies. The content of the modules included in the course is described in detail. The rating plan is presented in the module with general information, and the possibility of feedback between students and teachers is provided. The training modules include theoretical material, tasks for independent work and tests for intermediate certification and additional materials. The test tasks consist of questions of various difficulty levels. A number of practical work is expected to be performed as a classroom load. The mixed form of education presented in the course contributes to the formation of the foundations of safe thinking, increases interest in learning, provides the required level and quality of knowledge, stimulates the comprehensive realization of the student's individuality.

Keywords: mixed learning format, learning outcome, information and communication technologies of learning, testing, work program, learning module, safe thinking, LMS Moodle

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (далее – БЖД) относится к дисциплинам общего цикла – ядерным дисциплинам, то есть является обязательной для всех направлений подготовки бакалавриата и специалитета. Изучение данного предмета позволяет сформировать безопасное мышление и поведение. Это означает, что в центре внимания БЖД находится человек, его здоровье и работоспособность.

Целью освоения дисциплины является формирование профессиональной культу-

ры безопасности, под которой понимается готовность и способность индивидов использовать приобретенные знания, навыки и умения для обеспечения безопасности в профессиональной деятельности и повседневной жизни, а также характер мышления и ценностные ориентации, для которых вопросы безопасности являются приоритетными. БЖД – интегрированная дисциплина, изучение которой базируется на ряде дисциплин школьной программы, помогающих овладеть такими знани-

ями и компетенциями, как знание основ безопасности жизнедеятельности, знание основ взаимодействия человека со средой обитания, способность грамотно и внятно излагать мысли в устной и письменной форме, владение основами компьютерной и информационной грамотности, умение применять современные информационные технологии в учебном процессе и научно-исследовательской деятельности.

Современное образование представляет собой совокупность традиционных методов обучения и новых, информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ), что открывает значительные возможности расширения образовательных рамок и наиболее полного раскрытия личностного потенциала студента. Для определения содержания и подходов к организации обучения по дисциплине БЖД в рамках электронного курса использована методология смешанного обучения [2] и комплекс современных технологий, включающий в себя интерактивные, проектные и игровые технологии, технологии сотрудничества и т. д. [6].

Разработанный на базе LMS Moodle курс предполагает смешанный формат обучения и состоит из пяти модулей: одного общего и четырёх учебных. Количество часов согласно учебному плану составляет 82 ч., вид контроля – зачёт с оценкой.

Первый модуль «Общая информация» включает в себя описание курса, цели и результаты обучения, перечень изучаемых тем. Представлены рабочая программа дисциплины и данные преподавателей, осуществляющих учебный процесс. В календарном рейтинг-плане приведён перечень заданий, которые необходимо выполнить в течение семестра, формат, сроки выполнения и количество баллов за выполненное задание. Для завершения обучения по дисциплине необходимо набрать минимум 70 баллов, а максимальное количество составляет 100 баллов. При оценивании учитывается:

– текущая успеваемость в семестре с максимальным количеством баллов – 50, включающая ответы на вопросы к теоретическим материалам курса, выполнение тренировочных упражнений в форме тестов, 8 практических работ в рамках модели смешанного обучения;

– промежуточная аттестация (максимальное количество баллов – 40), которая проходит в конце семестра в форме итогового тестирования.

Дополнительные 10 баллов можно получить за активное участие в работе на лекциях и практиках.

Для всех оценочных мероприятий рейтинг-плана определены сроки выполнения. Здесь же представлены шкала баллов, по которой выставляется итоговая оценка, порядок обучения на курсе, правила сетевого этикета и список литературы, включающий в себя основные, дополнительные источники и методические разработки.

В общем модуле предусмотрена обратная связь между преподавателями и студентами.

В табл. 1 представлены четыре учебных модуля электронного курса с указанием результатов обучения по каждому разделу дисциплины. Результаты обучения сформулированы с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Каждый модуль содержит раздел с учебными материалами в виде такого элемента LMS Moodle как «Лекция», подкреплённого видеоматериалами (видеолекциями). Указано время, отведённое для изучения каждой лекции. Для подтверждения усвоения лекционного материала после каждого подраздела студент должен ответить на 1–3 вопроса. В случае верных ответов обучающийся переходит к следующему пункту, в противном случае – к материалам текущего подраздела.

В разделе «Задания» представлены задания для самостоятельной работы, на выполнение которых в общем по учебному плану отводится 18 часов.

Учебные модули электронного курса БЖД и результаты обучения

№	Название модуля	Результат обучения
1	Теоретические основы БЖД	Формулировать основные понятия и определения безопасности жизнедеятельности. Понимать таксономию опасностей; основные аксиомы и принципы безопасности жизнедеятельности.
2	Опасности, угрожающие человеку, и средства защиты от них	Идентифицировать основные опасности, угрожающие человеку. Выбирать методы и средства защиты от опасностей. Классифицировать вредные и опасные факторы производственной среды и трудового процесса. Анализировать условия труда на рабочих местах (определять напряженность и тяжесть трудового процесса, особенности работы на персональном компьютере). Рассчитывать значения параметров производственной среды (концентрацию пыли, параметры освещения и воздухообмена). Понимать, какое влияние оказывают вредные и опасные факторы производственной среды на здоровье человека. Анализировать нормативные документы по безопасности труда. Производить расчеты параметров производственной среды (шум, вибрация, электромагнитное излучение, защитное заземление). Сравнить результаты расчетов со значениями, указанными в нормативно-технической документации. По условиям, заданным в практических работах, предлагать методы и средства защиты человека от негативных факторов производственной среды.
3	Чрезвычайные ситуации (далее – ЧС) и действия человека при ЧС	Понимать алгоритм действий при возникновении ЧС различного характера. Анализировать причины возникновения ЧС различного характера. Идентифицировать основные техносферные факторы, влияющие на человека и природную среду. Понимать алгоритм действий по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне ЧС. Применять способы и технологии защиты в ЧС различного характера.
4	Оказание первой помощи при несчастных случаях	Понимать организационные основы оказания первой помощи в условиях ЧС. Понимать алгоритм действий при осмотре пострадавшего. Распознавать состояния, при которых оказывается первая неотложная помощь. Применять навыки оказания первой медицинской помощи при авариях, ЧС и резком ухудшении здоровья.

Доступ к прохождению теста промежуточного контроля открывается только после изучения лекционного материала и выполнения всех заданий самостоятельной работы данного модуля. Все тесты содержат по 20 заданий. Время прохождения и количество попыток не ограничены. Для лучшего усвоения и расширения кругозора обучающихся модуль содержит дополнительные материалы.

Стоит отметить, что к заданиям самостоятельной работы, промежуточным и итоговому тестам приводятся описания, в которых указаны особенности и сроки

выполнения, максимальное количество баллов за выполненную работу и, при необходимости, ссылка на Google-документ с примером выполнения задания.

В качестве примера в табл. 2 представлен фрагмент рабочей программы с содержанием раздела 2 «Опасности, угрожающие человеку и средства защиты от них» [4]. Теоретический блок рассчитан на 14 часов и состоит из семи подразделов – семи лекций. Предполагается выполнение пяти практических и одной самостоятельной работы.

Таблица 2

Структура и содержание раздела 2 «Опасности, угрожающие человеку, и средства защиты от них»

№	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Часы
	Раздел 2. Опасности, угрожающие человеку и средства защиты от них	
2.1	1. Понятие вредных и опасных факторов. Микроклимат /Лек/ 2. Механические колебания. Вибрация /Лек/ 3. Акустические колебания /Лек/ 4. Электромагнитные излучения /Лек/ 5. Электробезопасность /Лек/ 6. Производственное освещение /Лек/ 7. Пожарная безопасность /Лек/	14
2.2	1. Оценка напряженности и тяжести трудового процесса /Пр/ 2. Гигиенические аспекты работы на персональных компьютерах /Пр/ 3. Гигиеническая оценка условий труда по производственной пыли /Пр/ 4. Расчет потребного воздухообмена при общеобменной вентиляции /Пр/ 5. Определение уровней шума и вибрации в жилых помещениях /Пр/	10
2.3	1. Оценка соответствия рабочего места санитарно-гигиеническим нормативам /Ср/ 2. Промежуточный контроль 2 /Ср/	4

Смешанный формат обучения заключается в том, что работа в курсе БЖД на платформе LMS Moodle даёт возможность студенту подготовиться к выполнению ряда практических работ на очных занятиях, указанных в рейтинг-плане, размещённом в первом модуле [1, 3]. Выполнение заданий самостоятельных и практических работ каждого учебного модуля направлено на достижение результатов обучения, представленных в табл. 1. Задания составлены с использованием современных педагогических информационных технологий и нового инструментария, таких как:

- интерактивные технологии (кейс-технологии, веб-технологии, деловые игры, моделирование опасных ситуаций, групповая и парная работа);

- проектные технологии (планирование, проектирование, реализация мероприятий в области безопасности жизнедеятельности, индивидуальные задания, творческие проекты по предотвращению различных чрезвычайных ситуаций);

- исследовательская работа (поиск, обработка и отображение образовательных аудиовизуальных материалов, составление глоссариев, тестирование);

- экспертные навыки работы при выполнении реальных задач (оказание первой помощи, операции по эвакуации, действия в случае опасностей и рисков, связанных с использованием химических и взрывчатых веществ, в случае радиоактивного загрязнения и пожара в данной местности) [6].

Таким образом, помимо теоретического материала, электронный курс включает в себя четыре теста промежуточного контроля по каждому из учебных модулей, после выполнения которых открывается доступ к итоговому тестированию. Итоговый тест содержит 20 вопросов, которые выбираются случайным образом из общей базы, но с таким расчётом, чтобы по 25% вопросов соответствовали низкому и высокому уровням, а 50% – высокому уровню. Вопросы низкого и высокого уровня должны содержать не менее двух типов вопросов, а

среднего – не менее пяти типов [5]. Дифференцирование вопросов теста по уровню сложности осуществляется следующим образом. Вопросы с одиночным выбором или выбором пропущенных слов относятся к низкому или среднему уровню сложности. Вопросы типа «Всё или ничего», на соответствие понятий и с числовым ответом – вопросы среднего уровня. Вычисляемые вопросы аналогичны числовым, но в них используются случайно выбранные числа из набора при прохождении теста относятся к среднему или высокому уровню сложности. Высокий уровень сложности имеют вопросы со множественным выбором и требующие расположить перемешанные элементы в правильном порядке. На решение теста студенту отводится одна попытка в течение 30 минут.

При завершении обучения студентам предлагается пройти анкетирование и поделиться впечатлением о курсе и работе преподавателей, что является немаловажным фактором для последующей корректировки структуры и материалов курса.

Дисциплина БЖД максимально приближена к реальной жизни, и каждый человек должен уметь оказать необходимую помощь себе и близким, ориентироваться в неблагоприятных условиях, уметь принимать правильные решения, позволяющие сохранить жизнь и здоровье окружающим. Использование ИКТ, учебных игр, технологий совместной работы и интернет-технологий для изучения БЖД в смешанной форме помогает улучшить представления обучающихся о безопасном поведении и действиях в повседневных, экстремальных и чрезвычайных ситуациях, обеспечивает требуемый уровень и качество знаний, способствует формированию у студентов гражданской ответственности, самостоятельности, сознательного и ответственного отношения к личной безопасности и безопасности окружающих, что полностью соответствует целям обучения в рамках ФГОС ВО.

Список литературы

1. Андреева, Т. С. Основы оказания первой доврачебной помощи: учебно-методическое пособие / Е. В. Майстренко, Т. С. Андреева, Н. И. Ибрагимова, Т. О. Гапуленко ; Сургут. гос. ун-т. – Сургут : ИЦ СурГУ, 2018. – Текст : электронный – URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/6026>.
2. Бурлева, Л. Г. Преподавание безопасности жизнедеятельности в образовательных организациях с учетом реализации моделей смешанного обучения / Л. Г. Бурлева // Преподавание физической культуры, безопасности жизнедеятельности и биологии в образовательных организациях с учетом реализации моделей смешанного обучения : Материалы международного форума, Екатеринбург, 14 декабря 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2021. – С. 46-51.
3. Майстренко, Е. В. Безопасность жизнедеятельности: учебно-методическое пособие / Е. В. Майстренко, Т. С. Андреева, Н. И. Ибрагимова, Т. О. Гапуленко ; Сургут. гос. ун-т. – Сургут : ИЦ СурГУ, 2014. – Текст : электронный. – URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/1282>.
4. Модуль общеобразовательных дисциплин: Рабочая программа дисциплины – Текст : электронный. – URL: <https://clck.ru/3BSyu6>.
5. Шаратова, Н. В. Создание тестовых заданий в системе MOODLE / Н. В. Шаратова // Морские технологии: проблемы и решения - 2020 : Сборник трудов по материалам II Национальной научно-практической конференции преподавателей и аспирантов «Морские технологии: проблемы и решения - 2020», Керчь, 15–29 апреля 2020 года / под общ. ред. Масюткина Е. П. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2020. – С. 255-272.
6. Ширшов, В. Д. Комплекс педагогических технологий предмета «Безопасность жизнедеятельности» / В. Д. Ширшов // Когнитивные исследования в образовании : Сборник научных статей VII Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 27 марта 2019 года / Под научной редакцией С.Л. Фоменко. Под общей редакцией Н.Е. Поповой. – Екатеринбург: [б. и.], 2019. – С. 309-312.

References

1. Andreeva T.S., Maistrenko E.V., Ibragimova N.I., Gapulenko T.O. Osnovy okazaniya pervoi dovrachebnoi pomoshchi: uchebno-metodicheskoe posobie [The basics of first aid: an educational and methodological guide]. Surgut. gos. un-t. Surgut : ITs SurGU, 2018. Tekst : elektronnyi. URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/6026>. (In Russian).
2. Burleva L.G. Prepodavanie bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti v obrazovatel'nykh organizatsiyakh s uchetom realizatsii modelei smeshannogo obucheniya [Teaching life safety in educational institutions, taking into account the implementation of mixed learning models]. Prepodavanie fizicheskoi kul'tury, bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti i biologii v obrazovatel'nykh organizatsiyakh s uchetom realizatsii modelei smeshannogo obucheniya : Materialy mezhdunarodnogo foruma, Ekaterinburg, 14 dekabrya 2021 goda. Ekaterinburg: Ural'skii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet. 2021; 46-51. (In Russian).
3. Maistrenko E.V., Andreeva T.S., Ibragimova N.I., Gapulenko T.O. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: uchebno-metodicheskoe posobie [Life safety]; Surgut. gos. un-t. Surgut: ITs SurGU, 2014. Tekst : elektronnyi. URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/1282>. (In Russian).
4. Modul' obshcheobrazovatel'nykh distsiplin: Rabochaya programma distsipliny. [Module of general education disciplines: The working program of the discipline] Tekst : elektronnyi. URL: <https://clck.ru/3BSyu6>. (In Russian).

5. Sharatova N.V. Sozдание testovykh zadanii v sisteme MOODLE [Creating test tasks in the MOODLE system]. Morskoe tekhnologii: problemy i resheniya - 2020 : Sbornik trudov po materialam II Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii prepodavatelei i aspirantov «Morskoe tekhnologii: problemy i resheniya - 2020», Kerch', 15–29 aprelya 2020 goda. pod obshch.red. Masyutkina E.P. Kerch': FGBOU VO «Kerchenskii gosudarstvennyi morskoi tekhnologicheskii universitet». 2020; 255-272. (In Russian).

6. Shirshov V.D. Kompleks pedagogicheskikh tekhnologii predmeta «Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti» [The complex of pedagogical technologies of the subject «Life safety»]. Kognitivnye issledovaniya v obrazovanii : Sbornik nauchnykh statei VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ekaterinburg, 27 marta 2019 goda. Pod nauchnoi redaktsiei S.L. Fomenko. Pod obshchei redaktsiei N.E. Popovoi. Ekaterinburg: [b. i.], 2019; 309-312. (In Russian).

УДК 37.091.21

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРОЧНЫХ ПРОЦЕДУР КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

AUTOMATION OF VERIFICATION PROCEDURES AS AN EFFECTIVE TOOL FOR IMPROVING THE QUALITY OF THE EDUCATIONAL PROCESS

*Навценья В.Ю., д.т.н., профессор;
ORCID: 0009-0008-1015-1327;
E-mail: Navtsenya@totower.ru;
Нарусова Е.Ю., к.т.н., доцент;
ORCID: 0000-0002-9666-2265;
E-mail: kafedra2009@inbox.ru;
Трапезников В.А., ассистент кафедры
«Управление безопасностью в техносфере»
ФГАОУ ВО «Российский университет
транспорта» (МИИТ), г. Москва, Россия;
ORCID: 0009-0002-6593-187X;
E-mail: trapeznikov.va@edu.rut-miit.ru*

*Navtsenya V.Yu., doctor of engineering sciences,
professor;
ORCID: 0009-0008-1015-1327;
E-mail: Navtsenya@totower.ru;
Narusova E.Yu., Candidate of Engineering
Sciences, associate professor;
ORCID: 0000-0002-9666-2265;
E-mail: kafedra2009@inbox.ru;
Trapeznikov V.A., assistant, Department of
Management of safety in a technosphere, Russian
University of Transport, Moscow, Russia;
ORCID: 0009-0002-6593-187X;
E-mail: trapeznikov.va@edu.rut-miit.ru*

*Получено 14.05.2024,
после доработки 06.06.2024.
Принято к публикации 07.06.2024.*

*Received 14.05.2024,
after completion 06.06.2024.
Accepted for publication 07.06.2024.*

Навценья, В. Ю. Автоматизация проверочных процедур как эффективный инструмент повышения качества образовательного процесса / В. Ю. Навценья, Е. Ю. Нарусова, В. А. Трапезников // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 33–39.

Navtsenya V.Yu., Narusova E.Yu., Trapeznikov V.A. Automation of verification procedures as an effective tool for improving the quality of the educational process. *Vestnik NCBZHD*. 2024; (4): 33-39. (In Russ.)

Аннотация

В статье рассматривается взаимосвязь повышения качества образовательного процесса и снижения напряженности труда преподавателя на основе оптимизации процесса проверки заданий путем автоматизации с использованием программного обеспечения. Произошедшие в последние годы изменения в учебном процессе приводят к ускорению наступления утомления, увеличению монотонности труда и повышению его напряженности. Авторы представляют инновационный подход к созданию системы автоматиче-

ской проверки заданий, который позволяет практически мгновенно получать результат и в зависимости от типа ошибки уделять большее внимание на занятии сложным для понимания аспектам изучаемого материала. Автоматизация процедуры необходима для учебных заведений с большой численностью обучающихся, поэтому разработки в данном направлении являются перспективными.

Ключевые слова: образовательный процесс, проверочная процедура, труд преподавателя, монотонность, напряженность труда, система автоматической проверки, программное обеспечение

Abstract

The article examines the relationship between improving the quality of the educational process and reducing the intensity of the teacher's work on the basis of optimizing the task verification process through automation using software. The changes in the educational process that have occurred in recent years lead to an acceleration of the onset of fatigue, an increase in the monotony of work and an increase in its intensity. The authors present an innovative approach to creating an automatic task verification system that allows you to get results almost instantly and, depending on the type of error, pay more attention to difficult-to-understand aspects of the material being studied in the classroom. Automation of the procedure is necessary for educational institutions with a large number of students, therefore, developments in this direction are promising.

Keywords: educational process, verification procedure, teacher's work, monotony, labor intensity, automatic verification system, software

Введение

Труд преподавателей относится к умственному виду деятельности человека, который может быть классифицирован по напряжённости, отражающей нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, определяющим напряжённость труда, относятся интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень его монотонности, режим работы. Например, для преподавателя, длительное время проводящего за чтением или написанием текстов, очень важно обеспечение зрительного комфорта и достаточного уровня освещенности рабочего места, поскольку познавательная способность человека в существенной степени определяется возможностями работы зрительной системы и органов слуха.

Однако наряду с факторами, параметры которых нормируются, человек при осуществлении трудовой деятельности испытывает воздействие факторов, измерить которые достаточно сложно.

Изменения в учебном процессе, произошедшие в течение нескольких последних лет, в частности, в связи с необходимостью дистанционного обучения во время пандемии COVID-19, несмотря на возврат в настоящее время к очной форме обучения, привели к увеличению доли дистанционного взаимодействия со студентами, выражающегося в том, что существенная часть заданий присылается преподавателю на проверку в электронном виде [1]. Преподаватель не только проверяет выполнение заданий, проводя длительное время перед монитором компьютера, но ему приходится каждому студенту в ответном сообщении указывать на ошибки, комментировать содержание и давать рекомендации по улучшению работы и т.п. Такой процесс проверки по сравнению с личным приемом задания вызывает более быстрое утомление, поскольку объяснять ошибки приходится подробно в письменной форме, а затем не только повторно проверять выполнение задания, но и повторять объяснение, так как отсутствие непосредственного

межличностного взаимодействия часто не позволяет определить, что именно непонятно обучающемуся [2].

При определенных видах деятельности преподавателя: при чтении лекций, подготовке учебных пособий или проверке выполненных заданий – преобладает тот или иной фактор напряженности труда, но практически всегда эти факторы воздействуют одновременно. Большую часть рабочего времени преподавателя занимает проверка учебных заданий, являющихся, по существу, однотипными для каждой темы и каждой студенческой группы. В этих условиях на преподавателя действует фактор монотонности, концентрация внимания со временем понижается, что, в свою очередь, отражается на качестве выполняемой работы и может привести к ошибке и необходимости повторной проверки [3].

Методология

Целью исследования является снижение напряженности труда преподавателя на основе автоматизации процесса, ускорения и повышения точности проверки расчётных задач.

В качестве эксперимента 60-ти студентам третьего курса высшего учебного заведения было предложено решить задачу по анализу травматизма на объекте экономики. Среднее время решения задачи составило 8 мин. 31 сек., причём девушки решали задачу за 6 мин. 22 сек., а юноши – за 8 мин. 38 сек.

Преподаватель на «ручную» проверку одной задачи тратит 3 мин., в течение которых проверяется правильность оформления, исходные данные, их сопоставление с формулами и расчёт. Ускорить процесс проверки, сохраняя точность расчётов, удалось с помощью написания программы на языке программирования Python. Со-

кращение времени на автоматизированную проверку одного задания составило 2 мин., что в масштабах нескольких групп даёт ощутимый положительный результат.

При проведении эксперимента студентам была предложена типовая задача определения коэффициента частоты и тяжести несчастных случаев и интегральной оценки уровня производственного травматизма на предприятии. В условии задачи использовались данные: численность работающих на предприятии – 500 человек, количество временно нетрудоспособных работников в результате несчастных случаев в течение года составило 5 человек, число дней нетрудоспособности у каждого из них соответственно 5, 10, 15, 6, 8 рабочих дней.

Программная модель, созданная для ускорения расчета, проиллюстрирована на рис. 1 и 2, написана на языке программирования Python [4].

Запустив выполнение программы, проверяющий поочередно вводит данные задачи в терминале. После ввода последнего параметра программа автоматически выдаст ответ с промежуточными результатами. Процесс проверки занимает не более одной минуты.

Результаты

В процессе проверки заданий в автоматическом режиме выяснилось, что затрачивается 1 мин. на проверку каждой задачи, тогда как на проверку «вручную» требуется затратить 3 мин. на каждую задачу, то есть в три раза больше. Полученные результаты применения автоматической системы проверки будут более показательными, если мы сравним не 1 мин. и 3 мин., затраченные преподавателем на автоматическую и «ручную» проверки, а 60 мин. и 180 мин., необходимых для проверки 60-ти заданий, использованных в проведенном эксперименте, соответственно разными методами.

```

1  g = int(input('Введите временной интервал: '))
2  T = int(input('Введите общее количество пострадавших: '))
3  x1 = int(input('Введите количество пропущенных дней по болезни 1-м сотрудником: '))
4  x2 = int(input('Введите количество пропущенных дней по болезни 2-м сотрудником: '))
5  x3 = int(input('Введите количество пропущенных дней по болезни 3-м сотрудником: '))
6  x4 = int(input('Введите количество пропущенных дней по болезни 4-м сотрудником: '))
7  x5 = int(input('Введите количество пропущенных дней по болезни 5-м сотрудником: '))
8  P = int(input('Введите среднесписочное количество работающих: '))
9
10 D = x1 + x2 + x3 + x4 + x5
11
12 Kch = 1000 * (T / P)
13 Kt = D / T
14 Kobsh = Kch * Kt
15
16 print('Ответ:')
17 print('Суммарное количество дней нетрудоспособности:', D)
18 print('Коэффициент частоты:', Kch)
19 print('Коэффициент тяжести:', Kt)
20 print('Оценка уровня производственного травматизма:', Kobsh)

```

Рис. 1. Модель программы

g – временной интервал; *T* – общее количество пострадавших;
x1, x2, x3, x4, x5 – количество пропущенных дней по болезни;
P – среднесписочное количество работающих;
D – суммарное количество дней нетрудоспособности

```

Введите временной интервал: 1
Введите общее количество пострадавших: 5
Введите количество пропущенных дней по болезни 1-м сотрудником: 5
Введите количество пропущенных дней по болезни 2-м сотрудником: 10
Введите количество пропущенных дней по болезни 3-м сотрудником: 15
Введите количество пропущенных дней по болезни 4-м сотрудником: 6
Введите количество пропущенных дней по болезни 5-м сотрудником: 8
Введите среднесписочное количество работающих: 500
Ответ:
Суммарное количество дней нетрудоспособности: 44
Коэффициент частоты: 10.0
Коэффициент тяжести: 8.8
Оценка уровня производственного травматизма: 88.0

```

Рис. 2. Терминал для ввода и ответа

Обсуждение

Кроме существенной экономии времени, которое преподаватель может потратить на подготовку к следующему занятию или на отдых от умственного труда и восстановление зрительного анализатора, важным обстоятельством является то, что освобождение от монотонного труда не только снижает его напряженность, но и способствует снижению вероятности развития

профессионального утомления вследствие однообразной, не требующей творческого подхода работы.

В работе Е.Н. Ковтун и С.Е. Родионовой приводятся следующие сведения: «Согласно действующим нормативным документам, аудиторная нагрузка составляет 36 астрономических или 48 академических часов в неделю. В год (52 недели – 8 недель оплачиваемого отпуска = 44 недели)

это составит около 1500 астрономических (за вычетом праздничных дней) или около 2000 академических часов. В среднем нагрузка преподавателей вузов сегодня составляет 850 аудиторных часов (не более 900 в год по Типовому положению о вузе), следовательно, остается 1150» [5, 6].

В работе преподавателя, кроме аудиторной нагрузки, существуют такие необходимые составляющие, как подготовка к занятиям, воспитательная работа со студентами, участие в организации учебного процесса на кафедре, повышение квалификации и т.п., поэтому для сохранения возможности заниматься творческой и научной работой его необходимо освободить от рутинных процедур, и это является настоящей необходимостью.

В процессе длительной трудовой деятельности не только приобретается опыт, но и в условиях постоянной загруженности однообразными и монотонными операциями возникает ощущение бессмысленности и бесперспективности работы, развивается профессиональное утомление и переутомление преподавателей, профессиональное выгорание. Сохранение мотивации преподавателя для научной работы, приобретения новых знаний, повышения квалификации в области использования цифровых инструментов, на основе которого может быть достигнуто снижение напряженности труда, является непростой задачей [7, 8]. Состояние, в котором находится человек, испытывающий профессиональное выгорание, не способствует возникновению новых планов, осуществлению новых проектов, получению новых знаний, в результате возникает замкнутый круг, и профессиональное выгорание усугубляется [9, 10].

Список литературы

1. Дорофеев, А. А. Трансформация функций преподавателя высшей школы в результате частичной цифровизации учебного процесса / А. А. Дорофеев, С. А. Дряблов, С. С. Жигулин // Актуальные проблемы преподавания математических и естественнонаучных дисциплин в образовательных организациях высшего образования: Сборник докладов очно-заочной научно-методической конференции, Кострома, 13-15 февраля 2021 года. – Кострома: Федеральное государственное казенное военное образовательное

Выводы

В статье на примере обычной процедуры проверки выполнения учебного задания продемонстрирована возможность оптимизации труда преподавателя на основе применения автоматизации. Автоматизация достигается путем внедрения современных методов работы с программным обеспечением. Это не только ускоряет процесс проверки, но и снижает напряженность труда преподавателя за счет уменьшения степени воздействия фактора монотонности.

Следует отметить, что многим преподавателям необходимо развивать свои навыки в области использования информационных технологий, что может существенно облегчить их труд и создать условия для профессионального роста. Кроме того, внедрение автоматизированных систем проверки может обеспечить более прозрачную и объективную оценку учебных заданий. Современный подход к работе с применением цифровых инструментов, кроме того, будет способствовать повышению авторитета преподавателя.

Для создания и внедрения в образовательный процесс автоматизированных систем проверки работ необходимо провести дополнительные исследования и разработать соответствующие методические рекомендации.

Таким образом, применение автоматизированных систем проверки студенческих работ способствует повышению эффективности преподавательской деятельности, снижению ее напряженности и является перспективным направлением применения цифровых технологий в образовании.

учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» (г. Кострома) Министерства обороны Российской Федерации, 2021. – С. 187-193.

2. Зорина, М. С. Монотонность труда как фактор влияния на эффективность трудового процесса / М. С. Зорина, В. С. Ляшова // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2018. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2018. – С. 128-130.

3. Декало, М. А. Монотонность труда: ее виды и критерии оценки. Влияние монотонности труда на здоровье человека / М. А. Декало, Ю. А. Кнырик // Научно-педагогические чтения молодых ученых имени профессора С.В. Познышева. – Воронеж: Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний России, 2020. – С. 94-98.

4. Таршхоева, Ж. Т. Язык программирования Python. Библиотеки Python / Ж. Т. Таршхоева // Молодой ученый. – 2021. – № 5. – С. 20-21.

5. Ковтун, Е. Н. Нагрузка преподавателей и студентов в новых условиях обучения: принципы планирования и учета / Е. Н. Ковтун, С. Е. Родионова // Филология и культура. – 2012. – № 2 (28). – С. 59-63.

6. Приказ Минобрнауки России от 22.12.2014 № 1601 (ред. от 13.05.2019) «О продолжительности рабочего времени (нормах часов педагогической работы за ставку заработной платы) педагогических работников и о порядке определения учебной нагрузки педагогических работников, оговариваемой в трудовом договоре» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.02.2015 № 36204). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_175797/ (дата обращения: 07.04.2024).

7. Тнимова, Г. Т. Изучение мотивации к профессиональной деятельности преподавателей вуза в возрастном и гендерном аспектах / Г. Т. Тнимова // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. – 2020. – № 2 (18).

8. Шелехова, Л. В. Повышение квалификации профессорско-преподавательского состава в условиях цифровизации образовательного процесса / Л. В. Шелехова, А. Л. Бочарова-Лескина, А. В. Бочаров // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 76-2. – С. 248-250.

9. Гайдар, К. М. Особенности профессионального выгорания преподавателя высшей школы в современных условиях / К. М. Гайдар, О. П. Малютина // Вестник ВГУ. Серия: Проблемы высшего образования. – 2016. – № 3. – С. 27-30.

10. Работоспособность у педагогов с профессиональным выгоранием / О. П. Понамарева, Ю. Ю. Горблянский, Н. В. Яковлева, Е. П. Конторович // Профессиональное здоровье и трудовое долголетие: Материалы Международной научно-практической конференции, Шахты, 05-06 июля 2018 года. – Шахты: Общество с ограниченной ответственностью «Фонд науки и образования», 2018. – С. 126-127.

References

1. Dorofeev A.A. Transformaciya funkcij prepodavatelya vy`sshej shkoly` v rezul`tate chastichnoj cifrovizacii uchebnogo processa [Transformation of the functions of a higher school teacher as a result of partial digitalization of the educational process]. Aktual`ny`e problemy` prepodavaniya matematicheskix i estestvenno-nauchny`x disciplin v obrazovatel`ny`x organizacijax vy`sshego obrazovaniya: Sbornik dokladov ochno-zaochnoj nauchno-metodicheskoy konferencii, Kostroma, 13-15 fevralya 2021 goda. Kostroma: Federal`noe gosudarstvennoe kazennoe voennoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «Voennaya akademiya radiacionnoj, ximicheskoy i biologicheskoy zashhity` imeni Marshala Sovetskogo Soyuza S.K. Timoshenko» (g. Kostroma) Ministerstva oborony` Rossijskoj Federacii 2021; 187-193. (In Russian).

2. Zorina M.S., Lyashova V.S. Monotonnost' truda kak faktor vliyaniya na e'ffektivnost' trudovogo processa [Monotony of work as a factor influencing the effectiveness of the labour process]. *Sovremennyye tekhnologii v nauke i obrazovanii - STNO-2018*. Ryazan': Ryazanskij gosudarstvennyj radiotekhnicheskij universitet im. V.F. Utkina. 2018; 128-130. (In Russian).

3. Dekalo M.A., Kny`rik Yu.A. Monotonnost' truda: ee vidy` i kriterii ocenki. Vliyanie monotonnosti truda na zdorov'e cheloveka [Monotony of work: its types and evaluation criteria. The effect of monotony of work on human health] *Nauchno-pedagogicheskie chteniya molody`x ucheny`x imeni professora S.V. Pozny`sheva*. Voronezh: Voronezhskij institut Federal'noj sluzhby` ispolneniya nakazaniy Rossii. 2020; 94-98. (In Russian).

4. Tarshkhoaeva Zh.T. Yazyk programirovaniya Python. Biblioteki Python [The Python programming language. Python Libraries]. *Molodoj ucheny`j*. 2021; №5: 20-21. (In Russian).

5. Kovtun E.N., Rodionova S.E. Nagruzka prepodavatelej i studentov v novy`x usloviyax obucheniya: principy` planirovaniya i ucheta [The workload of teachers and students in the new learning environment: principles of planning and accounting]. *Filologiya i kul`tura*. 2012; № 2(28): 59-63. (In Russian).

6. Prikaz Minobrnauki Rossii ot 22.12.2014 № 1601 (red. ot 13.05.2019) «O prodolzhitel`nosti rabocheho vremeni (normax chasov pedagogicheskoy raboty` za stavku zarabotnoj platy`) pedagogicheskix rabotnikov i o poryadke opredeleniya uchebnoj nagruzki pedagogicheskix rabotnikov, ogovarivaemoj v trudovom dogovore» (Zaregistrovano v Minyuste Rossii 25.02.2015 № 36204). [Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 12/22/2014 No. 1601 (ed. dated 05/13/2019) "On the duration of working hours (norms of hours of pedagogical work for the salary rate) of teaching staff and on the procedure for determining the workload of teaching staff stipulated in the employment contract" (Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on 02/25/2015 No. 36204)]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_175797/ (data obrashheniya: 07.04.2024). (In Russian).

7. Tnimova G.T. Izuchenie motivacii k professional`noj deyatel`nosti prepodavatelej vuza v vozrastnom i gendernom aspektax [Study of motivation to professional activity of university teachers in age and gender aspects]. *Zdorov'e cheloveka, teoriya i metodika fizicheskoy kul`tury` i sporta*. 2020; № 2 (18). (In Russian).

8. Shelekhova L.V., Bocharova-Leskina A.L., Bocharov A.V. Povy`shenie kvalifikacii professorsko-prepodavatel`skogo sostava v usloviyax cifrovizacii obrazovatel`nogo processa [Professional development of the teaching staff in the context of digitalization of the educational process]. *Problemy` sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*. 2022; № 76-2: 248-250. (In Russian).

9. Gajdar K.M., Malyutina O.P. Osobennosti professional`nogo vy`goraniya prepodavatelya vy`sshej shkoly` v sovremennyy`x usloviyax [Features of professional burnout of a high school teacher in modern conditions]. *Vestnik VGU. Seriya: Problemy` vy`sshego obrazovaniya*. 2016; №3: 27-30. (In Russian).

10. Ponamareva O.P., Gorblyanskij Yu.Yu., Yakovleva N.V., Kontorovich E.P. Rabotosposobnost` u pedagogov s professional`ny`m vy`goraniem [Performance of teachers with professional burnout]. *Professional`noe zdorov'e i trudovoe dolgoletie: Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Shaxty`, 05-06 iyulya 2018 goda. Shaxty`: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu «Fond nauki i obrazovaniya»*, 2018; 126-127. (In Russian).

**УДК 378
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
РАЗВИТИЯ КОММУНИКАТИВНОЙ
КУЛЬТУРЫ БУДУЩИХ МЕНЕДЖЕРОВ
В ВУЗЕ****PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE
DEVELOPMENT OF COMMUNICATIVE
CULTURE OF FUTURE MANAGERS
AT THE UNIVERSITY**

Стеняшина Н.Л., к.пед.н., доцент кафедры гуманитарных дисциплин Альметьевского филиала УВО «Университет управления «ТИСБИ», г. Альметьевск, Россия;
E-mail: nadingod13@mail.ru

Stenyashina N.L., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor at the Department of Humanities, Almet'yevsk branch of the TISBI University of Management, Almet'yevsk, Russia;
E-mail: nadingod13@mail.ru

Получено 30.05.2024,
после доработки 10.06.2024.
Принято к публикации 07.07.2024.

Received 30.05.2024,
after completion 10.06.2024.
Accepted for publication 07.07.2024.

Стеняшина, Н. Л. Педагогические условия развития коммуникативной культуры будущих менеджеров в вузе / Н. Л. Стеняшина // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 40–48.

Stenyashina N.L. Pedagogical conditions for the development of communicative culture of future managers at the university. *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 40-48. (In Russ.)

Аннотация

В статье отмечено, что на фоне быстро развивающейся российской экономики современному руководителю организации необходимо не только иметь знания, умения и навыки в своей профессии, но и обладать высоким уровнем коммуникативной культуры для того, чтобы сделать организацию успешной и конкурентоспособной. В статье рассматривается специфика деятельности менеджера (руководителя), которая связана с координацией усилий в решении производственных, экономических, социальных задач организации для достижения общих целей. Эта координация выполняется при помощи множественных контактов сотрудников организации в процессе делового общения. Представленные подходы отечественных ученых к определению понятия «коммуникативная культура» подтверждают ее важность в профессиональной деятельности менеджера. Автор даёт теоретическое обоснование педагогических условий развития коммуникативной культуры в профессиональном образовании менеджеров, акцентируя внимание на необходимости усиления в образовательном процессе междисциплинарных взаимосвязей общепрофессиональных и гуманитарных дисциплин, а также применение в этом процессе обширного педагогического инструментария.

Ключевые слова: будущие менеджеры, коммуникативная культура, педагогические условия, междисциплинарность, деловое общение, формы, методы и средства обучения, ценностный потенциал личности

Abstract

The article notes that against the background of the rapidly developing Russian economy, a modern head of an organization needs not only to have knowledge, skills and abilities in his profession, but also to have a high level of communicative culture in order to make the organization successful and competitive. The article examines the specifics of the manager's activity, which is associated with the coordination of efforts in solving the production, economic, and social tasks of the organization in order to achieve common goals. This coordination is carried out through multiple contacts of the organization's employees in the process of business

communication. The presented approaches of Russian scientists to the definition of the concept of "communicative culture" confirm its importance in the professional activity of a manager. The author provides a theoretical justification of the pedagogical conditions for the development of communicative culture in the professional education of managers, focusing on the need to strengthen the interdisciplinary interrelationships of general professional and humanitarian disciplines in the educational process, as well as the use of extensive pedagogical tools in this process.

Keywords: future managers, communicative culture, pedagogical conditions, interdisciplinarity, business communication, forms, methods and means of education, personal value potential

На этапе современного становления российской экономики, в сложных условиях перехода к модернизированному типу управления личность менеджера (руководителя) в организации имеет большое значение. Считается, что качество производительности и шансы достижения успеха в компании зависят не только от эффективного выполнения профессиональных функций руководителя, но и от его личностных качеств, от уровня сформированности его коммуникативной культуры [1].

В данной статье мы обращаемся к пониманию менеджера как работника, чья специфика определяется как модификацией управленческой деятельности, направленной на координирование процессами в какой-либо области, так и на руководство людьми, которые участвуют в обеспечении жизнедеятельности этой области.

Анализ научной литературы по теме исследования показал, что существует реальная потребность в руководителях, которые обладали бы не только управленческими знаниями и умениями, но и коммуникативными навыками. Сегодня, по мнению ученых, российским организациям не хватает руководителей, ориентированных на человеческие отношения, умеющих доводить до сотрудников оперативную информацию; эффективно вести совещания и переговоры (советоваться, убеждать, договариваться).

В связи с этим существует необходимость в повышении качества профессионального образования будущих менеджеров топ-сферы, а именно создание условий, способствующих развитию их коммуникативной культуры.

Прежде чем говорить о педагогических условиях развития коммуникативной культуры будущих менеджеров (руководителей), обратимся к определению сущности коммуникативной культуры. Сущность понятия «коммуникативная культура» достаточно изучена и рассматривается исследователями с различных точек зрения.

И.М. Дзялошинский считает, что в это понятие входят все виды культур: речевая, информационная, цифровая культура и др. [2].

А.А. Деркач, Н.В. Кузьмина [3], А.В. Мудрик и другие [4] понимают под коммуникативной культурой комплекс системных и конструктивных правил и коммуникативных умений, применяемых к личности в ее профессиональном самоопределении.

С.М. Андреева, И.Б. Игнатова [5] воспринимают коммуникативную культуру с позиции умений и навыков пользоваться словом.

Нам импонирует высказывание Е.В. Пичик [6] о том, что коммуникативная культура является необходимой компетенцией самореализации и самосовершенствования личности.

Целесообразно упомянуть взгляды В.Г. Тропиной [7], В.И. Столярова [8] и других исследователей, которые указывают на то, что коммуникативная культура является составным элементом профессиональной культуры, когда особенно важно умение руководителя устанавливать конструктивные отношения в процессе диалога с партнерами и коллегами.

На основании вышеизложенного, мы понимаем коммуникативную культуру менеджера как уровень развития профессиональных знаний, личностных качеств, коммуникативных способностей менеджера, позволяющий ему раскрыть весь свой огромный потенциал в процессе деловых отношений.

Цель настоящей работы состоит в исследовании педагогических условий развития коммуникативной культуры будущих менеджеров в вузе.

Основными задачами выполнения данной цели являются:

- определить место педагогических условий развития коммуникативной культуры в процессе обучения студентов в вузе;
- показать важность развития коммуникативной культуры студентов-будущих руководителей в вузе;
- представить потенциал междисциплинарных связей общепрофессиональных и гуманитарных дисциплин;
- показать роль использования в образовательном процессе современных форм, методов и средств обучения.

При подготовке статьи автором был осуществлен анализ собственного педагогического опыта, изучены образовательные практики, проанализированы научные труды отечественных ученых, адекватные цели и задачи изучаемого явления.

Заметим, что в педагогике условия рассматриваются с точки зрения основных компонентов образовательного процесса – учебная деятельность, постановка и выделение целей в образовании и задач содержания образования.

В.И. Андреев определяет педагогические условия как комплекс мер, содержания, методов и организационных форм обучения и воспитания [9].

О.В. Галкина считает, что педагогические условия способствуют созданию благоприятной реальности для реализа-

ции целесообразного образовательного процесса [10].

Б.В. Куприянов полагает, что педагогические условия – это методически организованная педагогическая деятельность, направленная на эффективность процесса обучения на различных этапах [11].

По мнению Н.М. Яковлевой, педагогические условия – это объективные возможности педагогического процесса, обеспечивающие решение поставленной педагогической задачи [12].

Разделяя мнение упомянутых исследователей, под понятием «педагогические условия» мы понимаем комплект целенаправленных мер, организационных форм, методов и средств обучения, способствующих повышению эффективности процесса развития коммуникативной культуры будущих менеджеров (руководителей).

Результаты исследования с помощью наблюдения, тестов и анкет дают возможность говорить, что коммуникативная культура студентов автоматически не проявляется. Поэтому необходимо было создать педагогические условия, оказывающие положительное влияние на обучение студентов, в процессе которого будет развиваться и совершенствоваться их коммуникативная культура. Педагогические условия должны мотивировать и стимулировать творческий поиск студентов к стремлению овладевать навыками построения конструктивного диалога; осваивать правила корректировки собственного коммуникативного поведения; учиться проявлять положительные эмоции, используя при этом интонацию, жесты, мимику; а также находить эффективные пути разрешения конфликта в процессе общения.

В качестве основных педагогических условий для развития коммуникативной культуры студентов представлены следующие (рис. 1):



Рис. 1. Педагогические условия для развития коммуникативной культуры студентов

Далее подробнее проанализируем представленные педагогические условия. Обратим внимание на такое многогранное явление, как междисциплинарная интеграция благодаря реализации, которой осуществляется профессионально-личностное становление студентов и эффективное развитие их коммуникативной культуры. Междисциплинарная интеграция, основываясь на идеях комплексного обучения, построена на «необходимости объединения учебного материала в определенном смысловом пространстве» [13], получила развитие в XX в. в Европе, затем в России и других странах. Однако были выявлены недостатки комплексного обучения, которые заключались в выстраивании процедурных связей между учебными дисциплинами, не учитывая уникальных особенностей этих дисциплин. Сегодня на основе интегративного подхода междисциплинарная интеграция предусматривает у студента развитие профессионализма, личностной самореализации, а также наличие коммуникативных компетенций с применением в конкретной сфере деятельности. В нашем случае наиболее полно профессиональные

знания и компетенции, способствующие развитию коммуникативной культуры, раскрывают следующие учебные дисциплины:

- «Менеджмент» – ориентирует на изучение особенностей профессионального общения, общечеловеческих ценностей и норм деловой этики;
- «Управление персоналом» – помогает приобрести навыки работы с сотрудниками, выработать определенный стиль общения с ними с учетом ценностного отношения к личности;
- «Психология» – дает возможность формировать умение различать психологические типы личности, находить индивидуальный подход к людям в разных обстоятельствах, организовывать взаимодействие членов команды;
- «Деловой иностранный язык» – позволяет изучить и отработать основные языковые явления для общения с зарубежными партнерами на будущей работе;
- «Деловые коммуникации» – способствует формированию навыка коммуникации в профессиональной среде для эффективного взаимодействия с деловыми партнерами;

– «Межкультурная коммуникация» – способствует преодолению барьеров общения и межкультурного недопонимания с представителями других культур, приобретению новых знаний о культуре деловых партнеров.

Выделив учебные темы вышеназванных дисциплин с коммуникативным содержанием, мы внесли коррективы в их логическую последовательность и нашли оптимальный вариант согласования с учетом принципов и функций междисциплинарной интеграции. Разработка занятий на междисциплинарной основе предполагала изучение современных методик; подбор актуальной информации в сфере управления; систематизацию стандартных ситуаций, имитирующих профессионально-деловое общение руководителя; разработку интегрированных курсов «Effective Business Communications» и «Идеальный руководитель компании».

Специально разработанные отдельные темы из интегрированных курсов вводились последовательно. В конце первого и в начале второго курсов студенты получали информацию о деятельности менеджера, о ценности коммуникативной культуры и о значимости культуры общения. Занятия проводились в форме консультаций, драматизаций, ролевых игр. Студенты писали эссе этикетного характера, создавали и решали кроссворды межпредметного содержания, составляли диалоги по темам, выполняли тренинговые упражнения («секреты общения», «язык мимики и жестов», «мастер общения» и др.). Положительный эффект от таких форм занятий заключается в развитии коммуникативной компетенции студентов, в его индивидуальной позиции, в умении выстраивать отношения с окружающими. Кроме того, используя тесты и методики И.Д. Ладанова, В.Д. Ряховского, В.Н. Лаврененко, М. Снайдера, мы попытались выяснить, насколько коммуникабельны и общительны студенты, знают ли они, какими организаторскими качествами

и стилями поведения должен обладать менеджер. Далее на втором и третьем курсах комплекс заданий на практических занятиях был направлен:

– на развитие навыков устного общения на профессиональные темы («Деловой иностранный язык»);

– на систему новых знаний и особенностей о деловом общении из дисциплин «Менеджмент», «Деловые коммуникации»;

– на развитие умения общаться с деловыми партнерами на международном уровне и преодолевать барьеры в процессе общения из дисциплины «Межкультурная коммуникация»;

– на приобретение навыков работы с будущими сотрудниками и умение работать в команде («Управление персоналом», «Психология»).

Подчеркнем, что особенно важно вовлечь студентов в совместную творческую деятельность по поиску решения профессиональных задач и активизировать их для выполнения коммуникативных заданий. Согласно практико-ориентированному методу, построение отношений преподавателя со студентами в процессе обучения было основано на сотрудничестве и соучастии, диалогичности и творческом взаимодействии. Используя различные формы работы, студенты совершенствовали свои базовые знания о нормах и правилах межличностного, межкультурного и делового общения, учились грамотно и ясно излагать свои мысли в устном диалоге и в деловой переписке, соблюдать нормы этикета в телефонных переговорах, развивать профессиональные убеждения и принципы. В этот период наиболее эффективными были такие формы занятий, как деловые игры, workshops, case-study, конкурсы, аукционы, пресс-конференции, самопрезентации, переговоры, мозговой штурм с составлением майнд-карты, «круглые столы» и др. На занятиях студенты выполняли также тренинговые упражнения:

«Мои положительные качества», «Я могу себя хорошо проявить», «Чего я достиг», «Я верю в себя». «Моя позиция», «Под другим углом», «Эмоции в общении» и др. [14]. В процессе таких упражнений студенты учились слышать и слушать, уточнять, перефразировать, резюмировать, анализировать.

Текущий и промежуточный контроль осуществлялся не только преподавателями, но и студентами. Это способствовало уменьшению стресса и переживаний в процессе обучения, придавало уверенности в полученных знаниях.

Современные средства обучения, которые применялись преподавателями, были ориентированы на повышение эффективности и качества обучения, на подготовку студентов к профессиональной деятельности в условиях информационно-цифрового общества. Весь применяемый инструментарий (аудиовизуальные средства, иллюстрации, таблицы, схемы, интерактивная доска, компьютер, интернет-ресурсы) отбирался с учетом целей и задач занятия. Аутентичная информация соответствовала современным научным знаниям. Соблюдался системный и комплексный подход применения вышеназванных средств обучения. Задача преподавателя на занятиях заключалась в обеспечении конкретного практического взаимодействия со студентами, усилении мотивационной поддержки, активизировании познавательной деятельности, создании комфортных возможностей для

развития их коммуникативной культуры.

В заключение отметим, что благодаря принципам и направлениям междисциплинарной интеграции дисциплин, у студентов формировалась целостная структура профессиональных знаний, личностных качеств и коммуникативных способностей. Использование различных современных форм занятий активизировало процесс обучения и повлияло на существенное повышение уровня развития коммуникативной культуры у студентов. Реализация широкого арсенала средств обучения предоставляла большие возможности для индивидуализации обучения, снижения нагрузки на студентов для активизации познавательной деятельности.

По результатам исследования установлено, что показатели коммуникативной культуры у студентов на этапе профессиональной подготовки в вузе требуют целенаправленного развития. С учетом особенностей представителей цифрового поколения вектором дальнейшего научного поиска будет разработка учебного курса «Развитие коммуникативной культуры в условиях цифровизации». Кроме того, планируется разработка учебного элективного курса «Стиль и образ делового человека» с учетом регионально-национального компонента. Изучение материала данных курсов гарантирует повышение уровня коммуникативной культуры студентов, а это, в свою очередь, обеспечит их успех в профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Денисов, А. Ф. Проблемы коммуникативной культуры в компаниях, работающих на российском рынке / А. Ф. Денисов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер.: Менеджмент. – 2021. – № 20 (1). – С. 86–107. – URL: <http://doi.org/10.21638/11701/spbu08> (дата обращения: 17.06.2024).
2. Дзялошинский, И. М. Коммуникативная культура в цифровой цивилизации / И. М. Дзялошинский // Коммуникативная культура: история и современность: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. 29 окт. 2021 г.: в 2 ч. / редкол.: О. Д. Журавель (отв. ред.), А. С. Зуев (отв. ред.), Ю. С. Елисеева (отв. секретарь) [и др.]. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2021. – Ч. 1. – С. 10.
3. Деркач, А. А. Акмеология: пути достижения вершин профессионализма / А. А. Деркач, Н. В. Кузьмина. – Москва: Изд-во Российская академия управления, 1993. – 168 с.

4. Мудрик, А. В. О коммуникативной культуре / А. В. Мудрик // Директор школы. – 2003. – № 6. – С. 59.

5. Андреева, С. М. Формирование коммуникативной культуры как условие становления и развития «вторичной» языковой личности иностранных студентов / С. М. Андреева, И. Б. Игнатова // Межкультурная коммуникация и языковая прагматика в теории и практике обучения русскому языку как иностранному: материалы междунар. науч.-метод. конф., 1–4 окт., 2003 г. : [в 2 ч.] / отв. ред. : Балыхина Т. М., Игнатова И. Б., Полонский А. В. – Белгород : Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2006. – Ч. 2. – С. 5–7.

6. Пищик, Е. В. Особенности формирования коммуникативной культуры руководителей в условиях современной социокультурной среды / Е. В. Пищик // Образование: прошлое, настоящее и будущее: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, август 2017 г.). – Краснодар: Новация, 2017. – С. 68–72. – URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/269/12780/> (дата обращения: 17.06.2024).

7. Тропина, В. Г. Культура общения как часть профессиональной культуры // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 6. № 2. – С. 76–79.

8. Столяров, В. И. Философско-культурологический анализ коммуникативной культуры / В. И. Столяров // Вопр. философии. – 2003. – № 4. – С. 78–91.

9. Андреев, В. И. Педагогика высшей школы. Инновационно-прогностический курс / В. И. Андреев. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013 – 500 с.

10. Галкина, О. В. Организационно-педагогические условия как категория научно-педагогического исследования [Текст] / О. В. Галкина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук Специальный выпуск «Актуальные проблемы гуманитарных наук» № 3. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2008. – С. 231–238.

11. Куприянов, Б. В. Современные подходы к определению сущности категории «педагогические условия» / Б. В. Куприянов, С. А. Дынина // Вестник Костромского гос. ун-та им. Н.А. Некрасова. – 2001. – № 2. – С. 101–104.

12. Яковлева, Л. А. Педагогические условия, направленные на развитие экологической культуры будущих педагогов / Л. А. Яковлева // Технологии совершенствования подготовки педагогических кадров: теория и практика: межвуз. сб. науч. тр., посвященный 85-летию проф. А. С. Тайсина. / Под ред. З. Г. Нигматова, Р. Ш. Маликова. – Казань: Тат. кн. изд-во, 2005. – Вып. 6. – С. 66–68.

13. Дробышева, Н. Н. Интегративный компонент как связующий элемент предметно-языкового интегрированного обучения (CLIL) в неязыковом вузе / Н. Н. Дробышева // Мир науки, культуры, образования. – 2020. – № 1. – С. 82–84. – URL: <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2020-00034> (дата обращения: 17.06.2024).

14. Стеняшина, Н. Л. Педагогическая модель развития коммуникативной культуры будущих менеджеров в процессе преподавания иностранного языка / Н. Л. Стеняшина // Вестник Кемеровского государственного университета. Сер.: Гуманитарные и общественные науки. – 2022. – Т. 6, № 4. – С. 315–325.

References

1. Denisov A.F. Problems of communicative culture in companies operating in the Russian market [Problems of communication culture in companies operating in the Russian market]. Bulletin of St. Petersburg University. Ser.: Management. 2021; № 20 (1): 86–107. URL: <http://doi.org/10.21638/11701/spbu08>. (In Russian).

2. Dzyaloshinsky I.M. Communicative culture in digital civilization [Communicative culture in the digital civilization]. Communicative culture: history and modernity: materials of the XI International Scientific and Practical Conference on October 29, 2021: at 2 o'clock / editorial board: O. D. Zhuravel (ed.), A. S. Zuev (ed.), Y. S. Eliseeva (Secretary) [and others]. Novosibirsk: CPI NSU. 2021; Part 1: 10. (In Russian).

3. Derkach A.A., Kuzmina N.V. Acmeology: ways to achieve the heights of professionalism [Acmeology: ways to reach the heights of professionalism]. Moscow: Publishing House of the Russian Academy of Management. 1993; 168. (In Russian).

4. Mudrik A.V. On communicative culture [About the communicative culture]. The headmaster of the school. 2003; № 6: 59. (In Russian).

5. Andreeva S.M., Ignatova I.B. Formation of communicative culture as a condition for the formation and development of the «secondary» linguistic personality of foreign students [Formation of a communicative culture as a condition for the formation and development of a "secondary" linguistic personality of foreign students]. Intercultural communication and linguistic pragmatics in the theory and practice of teaching Russian as a foreign language: materials of the international scientific method. Conf., October 1-4, 2003: [at 2 o'clock] / ed. : Balykhina T. M., Ignatova I. B., Polonsky A.V. Belgorod : Publishing House of the Belgorod State University. 2006; Part 2: 5-7. (In Russian).

6. Pishik E.V. Features of the formation of the communicative culture of managers in the conditions of a modern socio-cultural environment [Features of the formation of the communicative culture of managers in the conditions of the modern socio-cultural environment]. Education: past, present and future: materials of the III International Scientific Conference (Krasnodar, August 2017). Krasnodar: Novation. 2017; 68-72. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/269/12780/> (date of access: 06/17/2024). (In Russian).

7. Tropina V.G. Communication culture as a part of professional culture.[Communication culture as a part of professional culture]. *Interexpo Geo-Siberia*. 2014; Vol. 6. № 2: 76-79. (In Russian).

8. Stolyarov V.I. Philosophical and cultural analysis of communicative culture [Philosophical and cultural analysis of communicative culture]. *Vopr. Filosofii*. 2003; № 4: 78-91. (In Russian).

9. Andreev V.I. Pedagogy of higher education. Innovation and prognostic course [Pedagogy of higher education. Innovation and prognostic course]. Kazan: Center for Innovative Technologies. 2013; 500. (In Russian).

10. Galkina O.V. Organizational and pedagogical conditions as a category of scientific and pedagogical research [Text] [Organisational and pedagogical conditions as a category of scientific and pedagogical research]. Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Special issue «Actual problems of the Humanities» № 3. Samara: Publishing House of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2008; 231-238. (In Russian).

11. Kupriyanov B.V., Dynina S.A. Modern approaches to determining the essence of the category “pedagogical conditions” [Modern approaches to defining the essence of the category "pedagogical conditions"]. *Bulletin of the Kostroma State University named after N.A. Nekrasov*. 2001; № 2: 101-104. (In Russian).

12. Yakovleva L.A. Pedagogical conditions aimed at the development of ecological culture of future teachers [Pedagogical conditions aimed at developing the ecological culture of future teachers]. Technologies for improving the training of teaching staff: theory and practice: inter-university collection of scientific tr. dedicated to the 85th anniversary of Prof. A.S. Taisin. Ed. 3.G. Nigmatova, R.Sh. Malikova. Kazan: Tot. kn. ed. 2005; Issue 6: 66-68. (In Russian).

13. Drobysheva N.N. Integrative component as a connecting element of subject-language integrated learning (CLIL) in a non-linguistic university [Integrative component as a connecting element of subject-language integrated learning (CLIL) in a non-linguistic university]. *The world of science, culture and education*. 2020; № 1: 82-84. URL: <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2020-00034>. (In Russian).

14. Stenyashina N.L. Pedagogical model of the development of the communicative culture of future managers in the process of teaching a foreign language [Pedagogical model of the development of the communicative culture of future managers in the process of teaching a foreign language]. *Bulletin of Kemerovo State University. Ser.: Humanities and Social Sciences*. 2022; vol. 6, № 4: 315-325. (In Russian).

УДК 5.8.1

ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Страхов Д.Е., к.т.н., доцент, преподаватель
ФГБОУ ВО «Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет», г. Казань, Россия;
ORCID: 0000-0001-6010-4520;
E-mail: ahaidar@mail.ru*

*Получено 19.06.2024,
после доработки 25.06.2024.
Принято к публикации 20.07.2024.*

Страхов, Д. Е. Проблемы цифровизации высшего образования / Д. Е. Страхов // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 48–55.

Strakhov D.E. Problems of digitalization of higher education. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 48-55. (In Russ.)

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы, которыми сопровождается процесс цифровизации высшего образования в Российской Федерации. Изучены компоненты цифровой образовательной среды и дана их характеристика. Проанализированы основные факторы, влияющие на процесс цифровизации, и отмечена необходимость комплексного подхода при решении поставленных целей.

Ключевые слова: цифровизация, высшее образование, цифровая образовательная среда, цифровые компетенции, цифровые технологии, информационно-коммуникативные технологии, цифровой университет

Abstract

The article examines the problems that accompany the process of digitization of higher education in the Russian Federation. The components of the digital educational environment are studied and their characteristics are given. The main factors influencing the digitization process are analyzed and the need for an integrated approach to solving the set goals is noted.

Keywords: digitalization, higher education, digital educational environment, digital competencies, digital technologies, information and communication technologies, digital university

1. Введение

Цифровую революцию, произошедшую в наше время, можно с полным правом назвать одним из новых этапов развития человечества. По своей значимости и влиянию на все социальные процессы до сих пор не было столь значимого и масштабного со-

бытия, которое протекало бы так быстро по историческим меркам, практически на протяжении жизни одного-двух поколений. Такая ситуация не могла не сказаться на системе образования в целом и в области высшего образования, в частности. Последние тренды в данной области при-

вели к тому, что вопросы цифровизации в области образования приобрели государственную важность.

В Российской Федерации ответом на эти вызовы стало появление государственных программ и Указов Президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [1, 2, 3].

Для высших учебных заведений появление данных программ стало основанием для формирования модели «Цифрового университета», рассчитанного на реализацию масштабного проекта трансформации высшего образования для обеспечения целей устойчивого развития.

Для понимания всей глубины проблемы в целом нельзя не упомянуть о необходимости ретроспективного анализа развития образования на протяжении эволюции человечества. Можно выделить три основных этапа исторических изменений форм образовательного процесса.

На заре развития цивилизации процесс обучения носил безотрывный от действительности характер. Первым этапом образования являлось воспитание в русле традиционной культуры на примере семейных знаний. На следующем этапе, который качественно изменил процесс получения образования, произошло включение в образовательный процесс учителей как членов общества, ответственных за воспитание молодежи. Роль учителя зачастую сводилась к роли духовного наставника, который благодаря своему опыту и умениям способствовал развитию и воспитанию ученика. Иначе говоря, произошел переход образования с формата традиционной семейной культуры на формат культуры слова во главе с учителем в главной роли.

Следующим этапом, возникшим вследствие развития книгопечатания, стал переход формата культуры слова на культуру

книги. Именно в этот период был накоплен и систематизирован совокупный опыт человечества в самых различных областях, что явилось предпосылкой для его технологического и социального прорыва к этапу обучения, который занимает доминирующее положение в наше время – к этапу от знаниевой (книжной) культуры к экранной (или информационной) культуре образования.

То есть, на наших глазах произошел тектонический сдвиг в модели обучения, который вызвал необходимость трансформации всей системы образования в целом.

И основная проблема, которая наиболее часто встречается в процессе цифровизации высшего образования, связана именно с недооценкой момента смены формата образования, при котором требуется создание совершенно новой модели образования на базе информационно-коммуникативных технологий.

Как следствие непонимания возникающих вопросов во многих высших образовательных учреждениях цифровизацию образования представляют как процесс насыщения учебного процесса цифровой технической инфраструктурой без кардинальной смены подхода к образовательному процессу. На практике такой подход приводит к тому, что в рамках старой парадигмы пытаются осовременить те или иные аспекты образовательной деятельности, не рискуя пересматривать всю модель образования. Иначе говоря, насыщение аудиторий компьютерной и демонстрационной техникой, программным обеспечением не гарантирует реализации на практике модели «Цифрового университета».

2. Результаты и обсуждение

На наш взгляд, для воплощения модели «Цифрового университета» следует ясно представлять комплексный характер модели цифрового образования. На рис. 1 приведена схема цифровой образовательной среды, которая является базой для перехода к модели «Цифрового университета» [4].



Рис. 1. Схема цифровой образовательной среды

Как видно из представленной на рис. 1 схемы цифровой образовательной среды, техническое обеспечение современными цифровыми технологиями является лишь одной из составляющих процесса цифровизации образования.

Для оценки важности всех имеющихся компонентов цифровой образовательной среды рассмотрим остальные составляющие.

Переходя к анализу представленной на рис. 1 модели, можно сделать вывод о том, что вопросы кадрового обеспечения и владения ключевыми цифровыми компетенциями сотрудниками высших образовательных учреждений являются одними из наиболее важных. Вопросы сохранения уникальных педагогических кадров, их опыта в изменившихся условиях применительно к изменившейся модели образования требует организации системы переподготовки и повышения квалификации кадров, задачей которой должна стать поддержка и развитие их цифровых компетенций в необходимой мере. В связи с этим некоторые исследователи приходят к выводу, что для высшего образования можно адаптировать разработанную ЮНЕСКО структуру ИКТ-компетентности учителей [5].

Структура ИКТ-компетентности отличается тем, что в ней реализована стройная

и логичная структура организации и оценки различных аспектов развития информационно-коммуникативных технологий в рамках организации высшего образования. Так, в рамках ИКТ-компетентности раскрываются вопросы, имеющие отношение к пониманию роли информационно-коммуникативных технологий в образовании, оценке учебной программы, используемым приемам и практикам педагогической деятельности, реализации программы на уровне технического и программного обеспечения, менеджмента в сфере образования и профессионального развития. С целью организации прозрачной системы оценки реализации программы имеется градация уровня применения информационно-коммуникативных технологий в образовательном процессе (рис. 2) [5, 6].

На наш взгляд, такой подход заслуживает внимания в связи с наличием системного подхода к проблеме, включающего широкие аспекты рассматриваемой проблемы (подготовку, оценку, планирование и контроль процесса).

Следующим по важности компонентом представляется применение методик образования, отвечающих целям и задачам реализации модели «Цифрового университета».



Рис. 2. Структура ИКТ-компетентности

Будет упрощением считать методикой образования применение отдельных компонентов цифровых технологий без глубокой увязки их с целями и задачами обучения. Например, на практике использование проекционной техники как замены стандартной грифельной доски еще не может считаться изменением методики образования – это просто изменение формата представления данных в рамках существующей образовательной парадигмы.

Для реализации модели «Цифрового университета» требуется более глубокая проработка сценариев использования имеющихся возможностей в сфере цифровых технологий для достижения нового качества обучения.

Анализ актуальных трендов в сфере образования показывает, что наибольшим потенциалом в настоящее время обладают методики, направленные на [7]:

1) организацию индивидуальных образовательных траекторий, особенностью которых является их реализация на базе современных информационных технологий. В состав этого тренда также входят технологии адаптивного обучения, использование возможностей, предоставляемых технологиями искусственного интеллекта, а также широкое использование современных образовательных платформ;

2) реализацию в образовательной практике технологий как онлайн, так и смешанного обучения;

3) организацию непрерывного обучения и повышение квалификации в рамках концепции «Образование через всю жизнь»;

4) использование возможностей информационно-коммуникативных технологий для организации совместного обучения (включая методы проектов).

Анализ представленных трендов методик образования подводит к важности следующего компонента цифровой образовательной среды, а именно к имеющимся в распоряжении образовательной организации цифровым информационным ресурсам.

Цифровая образовательная среда учебного заведения представляет собой имеющуюся в распоряжении образовательной организации всю совокупность информации в цифровом, электронном и компьютерном виде. Будучи одним из базовых компонентов, требуемых для реализации в образовательном процессе современного потенциала информационно-коммуникативных технологий, цифровая образовательная среда выступает как их интегратор и необходимое условие воплощения возможностей ИКТ на практике.

Использование цифровых образовательных ресурсов в практике образовательных учреждений приводит к ключевому вопросу использования цифровых технологий – в каком качестве они будут включены в учебно-образовательный процесс: как вспомогательные инструменты или как основной образовательный ресурс.

Для понимания сложностей, возникающих на данном этапе, можно ознакомиться с классификацией цифровых образовательных ресурсов по категории, связанной с образовательно-методическими функциями (рис. 3) [8]:



Рис. 3. Виды цифровых образовательных ресурсов

Как видно из представленного рисунка, разнообразие представленных видов цифровых ресурсов требует организации комплекса работ с целью создания единой системы цифрового информационного обеспечения учебного процесса, что приводит к необходимости создания специальных подразделений, в работе которых будут принимать специалисты из самых разных отраслей знаний (программисты, дизайнеры, психологи и т.д.).

Помимо этого следует учитывать, что на рис. 3 приведена только одна из классификаций цифровых образовательных ресурсов, помимо которой можно отметить категории, представленные на рис. 4 [8]:

Как можно заметить, реализация полноценных цифровых образовательных ресурсов силами одной образовательной организации представляется нетривиальной задачей и требует определенного сотрудничества в данной сфере.



Рис. 4. Категории цифровых образовательных ресурсов

3. Заключение

На основании приведенных материалов можно сделать однозначный вывод о том, что процесс цифровизации высшего образования является сложнейшей задачей, требующей как комплексного подхода, так и участия всех заинтересованных сторон, включая государственные органы власти.

Рассмотренная модель цифровой образовательной среды, являющаяся базой для функционирования «Цифрового университета», состоит из компонентов, которые должны находиться в равновесном состоянии.

В связи с этим, использование подхода к цифровизации высшего учебного заведения как к процессу насыщения современными техническими средствами и программным обеспечением является лишь необходимой, но недостаточной частью целого. Для полноценной реализации модели «Цифрового университета» требуется

развитие всех компонентов системы, что на практике представляет определенные проблемы.

Однако игнорирование данных вопросов или отставание в области создания цифровой образовательной среды в современных условиях может привести не просто к ухудшению качества образования, но и потере образовательными учреждениями своих позиций и, следовательно, снижению конкурентоспособности на рынке образовательных услуг.

Такая ситуация требует организации комплексного подхода при создании цифровой образовательной среды высших учебных заведений, уделения внимания развитию кооперации с остальными участниками рынка образовательных услуг и привлечения широкого ряда профильных специалистов для создания новых моделей обучения, наиболее полно отвечающих современным требованиям.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Официальный интернет-портал правовой информации – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038/> (дата обращения 20.03.2024 г.).

2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Официальный

интернет-портал правовой информации – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (дата обращения 20.03.2024 г.).

3. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» утвержденная протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. №7. – URL: <https://digital.ac.gov.ru> (дата обращения 16.03.2024 г.).

4. Бушуева, Е. В. Зачем нужна цифровизация образования: понятие и задачи цифровизации / Е. В. Бушуева // Педагогика, психология, общество: от теории к практике: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 20 сентября 2022 года / Гл. редактор Ж.В. Мурзина. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2022. – С. 81-82.

5. Гришина, Т. В. Опыт реализации рекомендаций ЮНЕСКО по ИКТ-компетентности преподавателей на примере научно-образовательных центров КГАСУ для студентов-архитекторов / Т. В. Гришина, Х. Р. Ахметьянов // Цифровая трансформация в высшем и профессиональном образовании: Материалы 16-ой Международной научно-практической конференции, Казань, 25 мая 2022 года / Под общей редакцией Р.С. Сафина, И.Э. Вильданова. – Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 445-449.

6. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО. – URL: <https://iite.unesco.org/pics/publications/ru/files/3214694.pdf> (дата обращения: 25.03.2024).

7. Образование-2024: восемь главных трендов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://club.forbes.ru/practicum/obrazovanie-2024-vosem-glavnyh-trendov> (дата обращения: 19.03.2024).

8. Поначугин, А. В. Цифровые образовательные ресурсы вуза: проектирование, анализ и экспертиза / А. В. Поначугин, Ю. Н. Лапыгин // Вестник Мининского университета. – 2019. – №2 (27). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-obrazovatelnye-resursy-vuza-proektirovanie-analiz-i-ekspertiza> (дата обращения: 23.03.2024).

References

1. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 07.05.2018 g. № 204 «O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2024 goda». [Decree of the President of the Russian Federation dated 05/07/2018 № 204 "On National Goals and Strategic Objectives of the Development of the Russian Federation for the period up to 2024"]. Ofitsial'nyi internet-portal pravovoi informatsii. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038/> (data obrashcheniya 20.03.2024 g.). (In Russian).

2. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 21.07.2020 g. № 474 «O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda». Ofitsial'nyi internet-portal pravovoi informatsii. [Decree of the President of the Russian Federation dated 07/21/2020 № 474 "On National Development Goals of the Russian Federation for the period up to 2030"]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (data obrashcheniya 20.03.2024 g.). (In Russian).

3. Natsional'naya programma «Tsifrovaya ekonomika Rossiiskoi Federatsii» utverzhennaya protokolom zasedaniya prezidiума Soveta pri Prezidente Rossiiskoi Federatsii po strategicheskomu razvitiyu i natsional'nykh proektam ot 4 iyunya 2019 g. №7. [The national program "Digital Economy of the Russian Federation" approved by the minutes of the meeting of the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects dated June 4, 2019 № 7]. URL: <https://digital.ac.gov.ru> (data obrashcheniya 16.03.2024 g.). (In Russian).

4. Bushueva E.V. Zachem nuzhna tsifrovizatsiya obrazovaniya: ponyatie i zadachi tsifrovizatsii [Why digitalization of education is needed: the concept and objectives of digitalization]. *Pedagogika, psikhologiya, obshchestvo: ot teorii k praktike: Materialy IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Cheboksary, 20 sentyabrya 2022 goda*. Gl. redaktor Zh.V. Murzina. Cheboksary: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu «Izdatel'skii dom «Sreda». 2022; 81-82. (In Russian).

5. Grishina T.V., Akhmet'yanov Kh.R. Opyt realizatsii rekomendatsii YuNESKO po IKT-kompetentosti prepodavatelei na primere Nauchno-obrazovatel'nykh tsentrov KGASU dlya studentov-arkhitektorov [Experience in implementing UNESCO recommendations on ICT competence of teachers on the example of KGASU Scientific and Educational Centers for Architecture students]. *Tsifrovaya transformatsiya v vysshem i professional'nom obrazovanii: Materialy 16-oi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Kazan', 25 maya 2022 goda / Pod obshchei redaktsiei R.S. Safina, I.E. Vil'danova*. Kazan': Kazanskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet. 2022; 445-449. (In Russian).

6. Struktura IKT-kompetentnosti uchitelei. Rekomendatsii YuNESKO. [The structure of ICT competence of teachers. UNESCO recommendations]. URL: <https://iite.unesco.org/pics/publications/ru/files/3214694.pdf> (data obrashcheniya: 25.03.2024). (In Russian).

7. Obrazovanie-2024: vosem' glavnykh trendov [Education 2024: eight main trends]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://club.forbes.ru/practicum/obrazovanie-2024-vosem-glavnyh-trendov> (data obrashcheniya: 19.03.2024). (In Russian).

8. Ponachugin A.V., Lapygin Yu.N. Tsifrovye obrazovatel'nye resursy vuza: proektirovanie, analiz i ekspertiza [Digital educational resources of the university: design, analysis and expertise]. *Vestnik Mininskogo universiteta*. 2019; №2 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-obrazovatelnye-resursy-vuza-proektirovanie-analiz-i-ekspertiza> (data obrashcheniya: 23.03.2024). (In Russian).

УДК 378.147

**КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ
ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
СРЕДЫ ВУЗА**

**QUALITY AND SAFETY OF THE DIGITAL
EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF THE
UNIVERSITY**

Шорина Т.В., к.пед.н., доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы» ФГАОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, Россия; ORCID: 0000-0002-9561-1140; E-mail: shorina.t.v@mail.ru

Shorina T.V., candidate of pedagogical sciences, associate professor, department of information technologies and intelligent systems, Kazan state energy university, Kazan, Russia; ORCID: 0000-0002-9561-1140; E-mail: shorina.t.v@mail.ru

*Получено 26.06.2024,
после доработки 16.07.2024.
Принято к публикации 27.07.2024.*

*Received 26.06.2024,
after completion 16.07.2024.
Accepted for publication 27.07.2024.*

Шорина, Т. В. Качество и безопасность цифровой образовательной среды вуза / Т. В. Шорина // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 55–61.

Shorina T.V. Quality and safety of the digital educational environment of the university. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 55-61. (In Russ.)

Аннотация

В статье раскрываются вопросы качества и безопасности цифровой образовательной

среды вуза как взаимосвязанные понятия. На основе анализа литературы выделяются значимые для исследования особенности отображения информации цифровой образовательной средой вуза. При этом качество цифровой образовательной среды связывается информационной деятельностью будущего специалиста на основе реально-абстрактных и пространственно-временных ее свойств, а также целесообразностью их отбора для отображения информации вуза. Безопасность подразумевает адекватный формируемым компетенциям выбор компонентов информации цифровой образовательной среды, в том числе их количественные показатели, а также интенсивность подачи, для осуществления последовательного перехода к профессионально-ориентированному отражению информации. В заключении приводятся практические примеры отображения информации цифровой образовательной средой вуза.

Ключевые слова: качество, безопасность, информация, цифровая образовательная среда, вуз

Abstract

The article reveals the issues of quality and safety of the digital educational environment of the university as interrelated concepts. Based on the analysis of the literature, the features of displaying information in the digital educational environment of the university that are significant for research are highlighted. At the same time, the quality of the digital educational environment is associated with the information activity of the future specialist on the basis of its real-abstract and spatio-temporal properties, as well as the expediency of their selection for displaying university information. Security implies an adequate choice of information components of the digital educational environment, including their quantitative indicators, as well as the intensity of presentation, for the implementation of a consistent transition to a professionally oriented reflection of information. In conclusion, practical examples of displaying information by the digital educational environment of the university are given.

Keywords: quality, safety, information, digital educational environment, university

Обучение на современном этапе происходит преимущественно с активным использованием цифровой образовательной среды в качестве: источника знаний, опоры в выполнении практических заданий, оценки сформированных знаний и навыков деятельности и др. Поэтому существенное внимание уделяется вопросу качественного отображения в ней деталей учебной информации [1, 2]. Причем качество понимается автором как адекватное отображение деталей информации с учетом специфики той деятельности, к которой готовится субъект образования. А безопасность трактуется как выбор наиболее оптимальных ее характеристик для отражения цифровой образовательной средой вуза с целью формирования компетенций информационной деятельности будущего специалиста.

Далее поочередно раскроем заявленные положения и начнем свое повествование

с особенностей отражения информации цифровой образовательной средой вуза. Особенности отображения информации связаны с компьютерной формой представления информации и соответственно могут быть описаны на основе их реально-абстрактных и пространственно-временных свойств [3]. Опишем и раскроем вкратце данные особенности.

В данной связи стоит отметить, что разделение характеристик деталей информации на реально-абстрактный тип отталкивается от применения основополагающего принципа наглядности на практике и его трактовки в педагогических трудах известных ученых. Так, В.И. Загвязинский считал, что отображение информации в обучении требует «оптимального соотношения конкретного и абстрактного, включая переход от чувственно-конкретного (изобразительная, естественная

наглядность) к абстрактному (символическая, схематическая наглядность) и обратный переход» [4].

Пространственно-временные характеристики деталей информации рассматриваются в работах таких исследователей, как Л.М. Босова, Г.И. Кирилова, Т.В. Шорина. Л.М. Босова подразделяет цифровые образовательные ресурсы «на статический реалистичный и синтезированный визуальный ряд, объекты и процессы, проявляющиеся в динамике» [5]. Г.И. Кирилова, рассматривая образовательные ресурсы вуза, выделяет «специфические их параметры, характеризующиеся динамикой во времени и пространстве» [4].

Теперь рассмотрим, каким образом выбор характеристик деталей информации влияет на формирование компетенций информационной деятельности будущего специалиста. Как известно, современная деятельность специалиста протекает в определенной профессиональной среде, которую также можно классифицировать по реально-абстрактным и пространственно-временным свойствам [3]. Например, фотографы специализируются на обработке реальной, статичной информации в формате 2D (расположена на плоскости), создатели компьютерных игр – абстрактной, динамичной в формате 3D (т.е. с имитацией объема) и т.д. Кроме того, для обработки профессионально-значимой информации будущему специалисту требуется освоить один или несколько программных продуктов, работу с которыми также можно описать посредством упомянутых выше свойств. Поэтому отображение информации цифровой образовательной средой вуза можно осуществлять с опорой на выделенные свойства средств обучения, которые соответствуют специфике профессии будущего специалиста.

Таким образом, качество отображения деталей информации цифровой образовательной средой вуза понимается в данном изложении с позиции учета специфики

профессиональной деятельности будущего специалиста, которая осуществляется на основе отображения информации с опорой на реально-абстрактные и пространственно-временные свойства.

В соответствии с данными свойствами наиболее «простые» детали информации отражаются реальными, статичными объектами, а наиболее «сложные» – динамичными в формате 3D. Данное положение формулируется исходя из понимания термина «информация» с позиции науки «информатика». К. Шеннон так определял этот термин: «Информация – это передача сообщения от источника к приемнику посредством каналов связи» [4]. Из данного положения следует, что информация обладает количественными характеристиками, и если ее количество превышает объемы «оперативной памяти», она при ее переработке вызывает дискомфорт, а при превышении некоторых максимальных порогов практически перестает восприниматься. Согласно работам И.П. Павлова, «внимание есть концентрация возбуждения в определенных участках коры головного мозга при одновременном торможении остальных участков» [4], поэтому, если информационная часть перегружена деталями, воспринять весь ее объем субъект не сможет. Однако последовательное усложнение деталей информации в то же время «тренирует зрение в процессе распознавания объектов» [3], то есть формируется специфический опыт профессиональной деятельности будущего специалиста.

Таким образом, под качеством отображения деталей информации цифровой образовательной средой вуза понимается в данном изложении последовательный и планомерный переход на специфические ее свойства с учетом выбранной сферы деятельности.

Теперь рассмотрим понятие «безопасность информации» и выбор наиболее оптимальных ее характеристик для отображения цифровой образовательной средой

вуза [6]. В последние годы подрастающее поколение часто характеризуют термином «клиповое мышление», под которым понимается недостаточность словарного запаса и отсутствие желания информацию запоминать. В общем, оно и понятно, когда под рукой всегда имеется цифровое устройство с выходом в сеть Интернет, оперативно получить по запросу информацию гораздо проще, чем держать в сознании массивы плохо связанных данных. Кроме того, в сети часто информация представлена в виде страниц, в которых по соответствующему запросу в компактном виде отображается требуемый ответ. Вместе с тем поиск информации, например, в книжных изданиях не настолько простой, часто для получения ответа на конкретный вопрос требуется изучить не один параграф, а то и главу. Стоит ли винить современное поколение за желание упростить процесс?

Старшее поколение также активно пользуется различными сетями, начиная с социальных и заканчивая корпоративными. Однако, укоряя подрастающее поколение в имеющихся проблемах, многие забывают, что подростки быстрее вникают в суть проблемы, адаптируются к смене техники и технологий, имеют более подвижное мышление. Кроме того, они способны обрабатывать информацию, поступающую одновременно из нескольких источников, и менее склонны реагировать на агрессивную рекламу средств массовых коммуникаций.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что более подвижное мышление – обратная сторона отсутствия необходимости запоминать массивы информации. Так как, когда объем информации компактный, он лучше структурируется. И подобное высказывание поймет специалист, связанный с хранением информации в информационных системах. Чем больше система, тем сложнее процесс хранения и организации доступа к данным [8]. Другая причина одновременно связана с

более быстрым мышлением и устойчивостью к избытку данных. Данные понятия взаимосвязаны и имеют прямое отношение к процессу формирования «клипового мышления». «Клиповое мышление» – ответ молодежи на окружающее их общество, характеризующееся переизбытком информации во многих сферах деятельности. Интенсивность информации средств массовых коммуникаций зашкаливает [9], в таких условиях молодежи приходится существовать, поддерживать коммуникацию (часто невербальную), осуществлять профессиональную деятельность.

С другой стороны, образование, в том числе высшее, оперирует «устаревшими» формами передачи информации: учебники, пособия, задачки и др. «Устаревшими» их делает не столько печатный формат, сколько применение технологии черно-белого изображения. Цвет – ведущая опознавательная система человека, во многих педагогических трудах ранжирование информации предлагается осуществлять в том числе на основе образного кодирования (цвет, форма, размер шрифта и др.), однако даже в материалах цифровой образовательной среды не часто используют данные возможности. Между тем, большинство цифровых форматов хранения данных поддерживают цветовое кодирование, например, формат pdf, однако на практике формат представления учебных материалов в цифровой образовательной среде остается неизменным, наиболее часто черно-белым. Вспоминая приведенную выше трактовку восприятия информации «внимание есть концентрация возбуждения в определенных участках коры головного мозга» и перефразируя данный термин в реалиях современного времени и современной молодежи, можно сделать следующее заключение. Информация, существенно уступающая по интенсивности подачи современным средствам массовых коммуникаций, не вызывает достаточного «возбуждения коры головного мозга», а

стало быть практически не воспринимается современными молодыми людьми.

Таким образом, выбор оптимальных характеристик информации для отображения цифровой образовательной средой вуза подразумевает в том числе использование пространственных и цветовых характеристик отображения деталей информации. Так, например, программный код языка программирования Python [7] реализуется с фиксированными для каждого блока отступами слева, которые позволяют визуально разграничить участки кода и облегчить его чтение, а все современные редакторы программного кода имеют подсветку синтаксиса (выделение участков кода различными цветами).

Однако излишнее применение цвета или хаотичное расположение на плоскости (в пространстве) также может вызвать перегрузку каналов восприятия, а стало быть, потерю значительной части информации. Поэтому требуется выбор наиболее оптимальных ее характеристик для отображения цифровой образовательной средой вуза, в том числе соответствие специфике профессиональной деятельности. Например, водителю транспортного средства в отображении деталей информации возможно применение следующего цветового решения: красный – опасность, желтый – внимание, зеленый – разрешающий. Наиболее серьезной в таком случае является ошибка несоответствия свойств учебной и профессиональной информации.

Например, профессиональная деятельность бухгалтера связана разнообразными экспертными системами на основе баз данных и выводом разнообразной отчетной документации в MS Excel или MS Word, то есть профессионально-значимая информация имеет характеристики: абстрактная, статичная, в формате 2D. Вместе с тем в цифровой образовательной среде студенту предоставляется красочная, полноцветная информация реального типа в формате 4K Ultra HD, да еще и динамично изменяющая-

ся. Сама по себе полноцветная информация реального типа содержит в несколько раз больший объем, чем абстрактная информация с ограниченной глубиной цвета, а результат еще требуется умножить на количество кадров в минуту (24, 30 или 60). Объем передачи подобного сообщения будет неоправданно большим и вызовет существенное снижение в качестве ее обработки субъектом. Поскольку у субъекта образования раньше наступит фаза перегрузки и значительная часть информации будет просто потеряна. При оптимальной подаче информации цифровой образовательной средой может быть достигнута более эффективная ее обработка, нацеленная на полезную нагрузку передаваемого сообщения.

В направлениях деятельности, в которых требуется обработка «сложной», объемной информации (реальной, динамичной, в формате 3D, имеющей существенный вес), необходимо последовательно готовить будущих специалистов, например, посредством перехода от статичной учебной информации к квазипрофессиональной (частично-динамичной) и от нее к профессиональной (полностью динамичной). И чем сложнее профессионально-значимая информация в плане емкости ее переработки, тем более плавным должен быть переход к ее профессиональному отображению.

Таким образом, в работе раскрываются некоторые аспекты отображения информации цифровой образовательной средой вуза. Данные аспекты характеризуются реально-абстрактными и пространственно-временными свойствами; обладают количественными показателями, а также интенсивностью отображения. Адекватность отражения информации цифровой образовательной средой вуза связывается в изложении с профессионально-значимыми ее характеристиками и последовательным переходом к отображению информации в контексте выбранной сферы деятельности. Количественные показатели

информации подразумевают отбор наиболее оптимальных форм ее отображения цифровой образовательной средой для обеспечения эффективной переработки ее субъектом образования. Данная информация не должна характеризоваться переизбытком ее деталей или их недостатком, так как при переизбытке данных часть информации неизменно теряется, при недостатке не формируются в полной мере требуемые компетенции ее переработки. И, наконец, интенсивность отображения информации оказывает двойственное влияние на процесс переработки деталей информации. При недостаточной ее интенсивности не вызывает стойкий интерес к ее восприятию, а при переизбытке вызывает преждевременную усталость.

Итак, в статье раскрываются вопросы качества и безопасности цифровой образовательной среды вуза, так как они взаимосвязаны. Качество подразумевает адекватное отображение деталей информации цифровой образовательной средой вуза и связывается с отображением деталей информации реально-абстрактными и пространственно-временными характеристиками для формирования требуемых компетенций будущего выпускника вуза. А безопасность подразумевает целесообразность отбора ведущих свойств цифровой образовательной среды вуза для повышения эффективности ее подачи в контексте выбранной сферы деятельности.

Список литературы

1. Каюмова, Л. Р. Возможности информационно-образовательной площадки сайта «Безопасная образовательная среда» / Л. Р. Каюмова, В. К. Власова, В. Г. Закирова, Э. Г. Сабирова // Вестник НЦБЖД. – 2018. – № 2 (36). – С. 19–23.
2. Кирилова, Г. И. Опыт применения средств визуализации в курсе «Информационная безопасность и защита» / Г. И. Кирилова, Т. В. Шорина // Вестник НЦБЖД. – 2010. – № 3. – С. 22–26.
3. Шорина, Т. В. Динамические аспекты развития визуальных компонентов информационно-образовательной среды профессиональной школы / Т. В. Шорина, Г. И. Кирилова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 853.
4. Шорина, Т. В. Теоретическое обоснование визуальной составляющей информационных образовательных ресурсов вуза / Т. В. Шорина // Современные наукоемкие технологии. – 2023. – № 4. – С. 234–239.
5. Босова, Л. Л. Обработка символьных данных: от простого к сложному / Л. Л. Босова, Н. А. Аквилянов // Информатика в школе. – 2022. – № 6 (179). – С. 5–11.
6. Натальсон, А. В. Формирование цифровых компетенций в области кибербезопасности объектов цифровой энергетики / А. В. Натальсон // Вестник НЦБЖД. – 2023. – № 3 (57). – С. 54–60.
7. Хамитов, Р. М. Формирование компетенций управления качеством программного обеспечения в вузе / Р. М. Хамитов, Н. К. Петрова, А. Р. Низамова // Компетентность. – 2021. – № 5. – С. 16–22.
8. Ишмуратов, Р. А. Применение визуальных сред разработки приложений для создания обучающих программ / Р. А. Ишмуратов, С. Ю. Ситников // Ученые записки ИСГЗ. – 2018. – Т. 16. – № 2. – С. 111–117.
9. Зарипова, Р. С. Образовательные сервисы и инструменты дистанционного обучения специалистов для цифровой экономики / Р. С. Зарипова, И. И. Мухаметзянов // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 5 (166). – С. 1010–1012.

References

1. Kayumova L.R., Vlasova V.K., Zakirova V.G., Sabirova E.G. Vozmozhnosti informacionno-obrazovatel'noj ploshchadki sajta «Bezopasnaya obrazovatel'naya sreda» [The possibilities of the information and educational platform of the website «Safe educational environment»]. *Vestnik NCBŽD*. 2018; № 2 (36): 19-23. (In Russian).
2. Kirilova G.I., Shorina T.V. Opyt primeneniya sredstv vizualizacii v kurse «Informacionnaya bezopasnost' i zashchita» [Experience in using visualisation tools in the course «Information security and protection»]. *Vestnik NCBŽD*. 2010; № 3: 22-26. (In Russian).
3. Shorina T.V., Kirilova G.I. Dinamicheskie aspekty razvitiya vizual'nyh komponentov informacionno-obrazovatel'noj sredy professional'noj shkoly [Dynamic aspects of the development of visual components of the information and educational environment of a professional school]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014; № 6: 853. (In Russian).
4. Shorina T.V. Teoreticheskoe obosnovanie vizual'noj sostavlyayushchej informacionnyh obrazovatel'nyh resursov vuza [Theoretical substantiation of the visual component of the information educational resources of the university]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2023; № 4: 234-239. (In Russian).
5. Bosova L.L., Akvilyanov N.A. Obrabotka simvol'nyh dannyh: ot prostogo k slozhnomu [Character data processing: from simple to complex]. *Informatika v shkole*. 2022; № 6 (179): 5-11. (In Russian).
6. Natal'son A.V. Formirovanie cifrovyyh kompetencij v oblasti kiberbezopasnosti ob'ektov cifrovoj energetiki [Formation of digital competencies in the field of cybersecurity of digital energy facilities]. *Vestnik NCBŽD*. 2023; № 3 (57): 54-60. (In Russian).
7. Hamitov R.M., Petrova N.K., Nizamova A.R. Formirovanie kompetencij upravleniya kachestvom programmnoho obespecheniya v vuze [Formation of software quality management competencies at the university]. *Kompetentnost'*. 2021; № 5: 16-22. (In Russian).
8. Ishmuratov R.A., Sitnikov S.Yu. Primenenie vizual'nyh sred razrabotki prilozhenij dlya sozdaniya obuchayushchih programm [Using visual application development environments to create training programs]. *Uchenye zapiski ISGZ*. 2018; T. 16. № 2: 111-117. (In Russian).
9. Zaripova R.S., Muhametzyanov I.I. Obrazovatel'nye servisy i instrumenty distancionnogo obucheniya specialistov dlya cifrovoj ekonomiki [Educational services and distance learning tools for the digital economy]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2024; № 5 (166): 1010-1012. (In Russian).

УДК 331.45
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО
СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ
ОТРАСЛИ

Ахмадянов В.А., магистрант;
E-mail: akhmadyanovv@mail.ru;
Тараканов Д.А., старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и
технологий», г. Уфа, Россия;
E-mail: T.Dm.A@yandex.ru

Получено 03.11.2024,
после доработки 10.11.2024.
Принято к публикации 15.11.2024.

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF
THE PROBLEM OF ENSURING SAFETY
AT OIL AND GAS INDUSTRY FACILITIES

Akhmadyanov V.A., postgraduate student;
E-mail: akhmadyanovv@mail.ru;
Tarakanov D.A., senior lecturer, Ufa University of
Science and Technology, Ufa, Russia;
E-mail: T.Dm.A@yandex.ru

Received 03.11.2024,
after completion 10.11.2024.
Accepted for publication 15.11.2024.

Ахмадянов, В. А. Анализ современного состояния проблемы обеспечения безопасности на объектах нефтегазовой отрасли / В. А. Ахмадянов, Д. А. Тараканов // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 62–67.

Akhmadyanov V.A., Tarakanov D.A. Analysis of the current state of the problem of ensuring safety at oil and gas industry facilities. *Vestnik NCBZHD*. 2024; (4): 62-67. (In Russ.)

Аннотация

В работе рассмотрено современное состояние проблемы обеспечения безопасности на территории ОПО нефтегазовой отрасли. Определены основные опасности и наиболее возможные чрезвычайные ситуации, учитывая технологические процессы. Выполнен анализ динамики количества аварий за период с 2018 по 2023 гг., по результатам которого отмечено, что наибольшее количество аварийных случаев наблюдается в 2019 г., а также тенденция к снижению количества аварийных случаев на ОПО нефтегазового комплекса. Проанализировано распределение аварий по видам на ОПО нефтегазодобычи за период с 2018 по 2022 гг. Определено, что за рассматриваемый период наиболее распространены аварии на ОПО нефтегазодобычи, связанные с взрывами и пожарами. Наибольшее количество аварий наблюдается в 2021 г. Предложен функционал системы безопасности для ОПО нефтегазовой отрасли, работающей на основе инструментов искусственного интеллекта.

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, буровая установка, авария, статистические данные, газонефтеводопроявление, искусственный интеллект

Abstract

The paper considers the current state of the problem of ensuring security in the territory of the HPF of the oil and gas industry. The main hazards and the most possible emergencies have been identified, taking into account technological processes. The analysis of the dynamics of the number of accidents for the period from 2018 to 2023 was carried out, according to the results of which it was noted that the largest number of accidents was observed in 2019, as well as a tendency to decrease the number of accidents at the HPF of the oil and gas complex. The distribution of accidents by type at the HPF of oil and gas production for the period from 2018 to 2022 is analyzed. It was determined that during the period under review, accidents at the oil and gas production facilities associated with explosions and fires were the most common. The largest number of accidents is observed in 2021. A functional security system for the oil

and gas industry operating on the basis of artificial intelligence tools is proposed.

Keywords: oil and gas industry, drilling rig, accident, statistical data, gas and oil production, artificial intelligence

Одними из важнейших отраслей экономики Российской Федерации являются нефтяная и газовая промышленности. Согласно «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. №1523-р, одними из задач по совершенствованию государственного управления отраслями топливно-энергетического комплекса являются:

- обеспечение промышленной безопасности на объектах топливно-энергетического комплекса;

- обеспечение охраны труда в отраслях топливно-энергетического комплекса [1].

Актуальность исследования обусловлена совершенствованием методики работы по надзору за соблюдением норм и требований в области промышленной безопасности и охраны труда. Одной из важнейших задач предприятий является обеспечение безопасности работников и окружающей среды. Это связано с тем, что на нефтяных объектах разрушение технологического оборудования может сопровождаться человеческими жертвами.

Как правило, на территории опасных производственных объектов (далее – ОПО) ведения буровых работ эксплуатируются технические устройства, обладающие следующими признаками опасности:

- получение, использование, переработка, образование, хранение, транспортирование, уничтожение опасных веществ;

- использование оборудования, работающего под избыточным давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115°C;

- использование стационарно установленных грузоподъемных механизмов.

Учитывая особенности технологических процессов, свойства и распределе-

ние опасных веществ по оборудованию, на ОПО существует риск возникновения следующих чрезвычайных ситуаций:

- пожары и взрывы в результате неконтролируемого выброса нефти и (или) газа (открытый фонтан);

- пожары и взрывы, связанные с газонефтеводопроявлением (далее – ГНВП) из скважины при вскрытии продуктивного пласта и повышения газосодержания в системе очистки бурового раствора;

- пожары в административно-хозяйственных или жилых помещениях;

- сильное повреждение (разрушение) конструктивных элементов и сооружений буровых установок в результате воздействия экстремальных природных явлений (например, буря, ураган и т.д.);

- токсическое воздействие на персонал химических реагентов, а также продуктов сгорания при возникновении пожара.

По результатам проведенного статистического анализа аварийности ОПО нефтегазового комплекса получены данные по общему количеству аварийных случаев. Динамика количества аварий за период с 2018 по 2023 гг. представлена на рис. 1.

Результаты рис. 1 показывают, что наибольшее количество аварийных случаев наблюдается в 2019 г. и составляет 54, что в 1,35 раза больше среднего количества за рассматриваемый период. Также можно отметить тенденцию к снижению количества аварийных случаев на объектах нефтегазового комплекса.

Для определения распределения аварий по видам на ОПО нефтегазодобычи выполнен анализ ежегодных отчетов о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за период с 2018 по 2022 гг. [2]. Результаты анализа представлены на рис. 2.

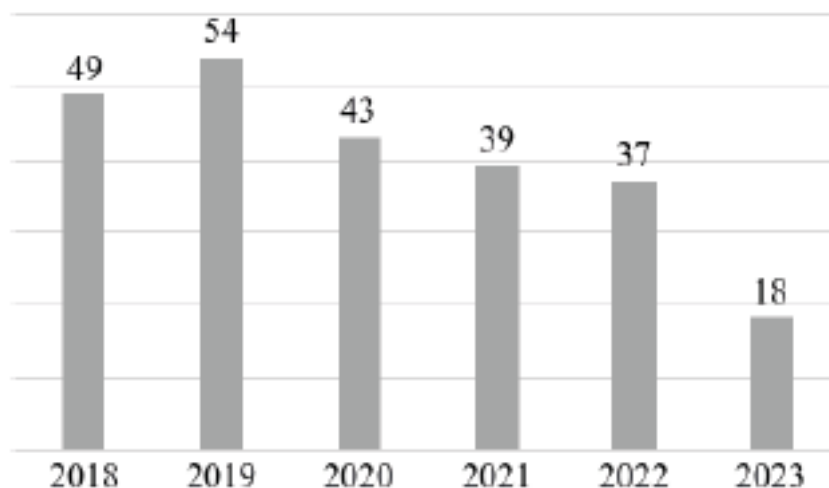


Рис. 1. Динамика количества аварий за период с 2018 по 2023 гг.



Рис. 2. Распределение аварий по видам на ОПО нефтегазодобычи за период с 2018 по 2022 гг.

По результатам анализа рис. 2 видно, что за рассматриваемый период наиболее распространены аварии на ОПО нефтегазодобычи, связанные с взрывами и пожарами. Наибольшее количество аварий наблюдается в 2021 г. (общее количество составляет 14 аварий). К концу 2022 г. можно отметить тенденцию к повышению аварий, связанных с ГНВП и ОФ. Таким образом, количество аварий на объектах ОПО остается на стабильном уровне, что требует введения новых мер по их снижению. Поскольку ликвидация аварий сопряжена с возможным возгоранием и травмированием работающих на устье скважины, каждый открытый фонтан следует рассматривать как потенциальную возможность группового несчастного случая.

В настоящее время выбросы нефти и газа из скважины происходят, когда оборудование, предназначенное для контроля давления, выходит из строя [3]. Разливы газа и нефти на нефтяных платформах часто сопровождаются взрывами и пожарами. ГНВП происходит при утечке газа, нефти или воды из пласта в ствол скважины, что может привести к образованию взрывоопасной смеси. При воспламенении этой смеси может произойти взрыв, который часто приводит к пожару.

Учитывая современный переход к использованию инструментов искусственного интеллекта, стоит рассмотреть возможность использования таких инструментов для обеспечения производственной без-

опасности ОПО нефтегазового комплекса. Искусственный интеллект может анализировать данные о работе оборудования и предупреждать о возможных неисправностях.

Известен способ мониторинга строительства нефтегазовых скважин и управления буровыми операциями (RU №2745137C1, G06N 3/02; 13/04, 22.03.2021) [4]. Изобретение направлено на выявление и прогнозирование осложнений основных типов, таких как поглощение буровой промывочной жидкости, прихваты (затяжки) бурового инструмента, ГНВП при строительстве нефтяных и газовых скважин.

Преимуществом предлагаемого метода является его высокая эффективность и точность. Автоматизированная система на основе искусственного интеллекта способна обрабатывать большие объемы данных гораздо быстрее, чем человек, и делать более точные прогнозы и выводы в круглосуточном режиме. Применение технологии позволит повысить эффективность работы в различных областях, снизить затраты времени и ресурсов, минимизировать возможные человеческие жертвы и ущерб окружающей среде, а также уменьшить вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

На основе проведенного анализа по использованию инструментов искусственного интеллекта в различных областях промышленности определен функционал, которым должна обладать разрабатываемая система:

1. Анализ причин возникновения ГНВП;
2. Анализ прямых и косвенных признаков возникновения ГНВП;
3. Анализ различных датчиков, установленных на буровой установке, измеряющих процент газосодержания, плотность бурового раствора, скорость СПО, давление и др;
4. Анализ текущего состояния, установленного на устье скважины противовы-

бросового оборудования, оценка его работоспособности;

5. Анализ производимых работ, объема долива бурового раствора и результатов цементирования скважины;

6. Доступ к базе данных результатов расследования схожих по признакам аварийных ситуаций;

7. Анализ конструкции, схемы и инструкции по применению противовыбросового оборудования;

8. Анализ инструкции по предупреждению и ликвидации ГНВП и разработанного плана ликвидации аварий;

9. Анализ различных методов и выбор подходящего при ликвидации проявлений: метод уравнированного пластового давления или метод ступенчатого глушения скважины.

При отрицательной попытке предупреждения ГНВП система должна уметь засечь время, зарегистрировать объем притока, фиксировать изменения давлений на устьевых манометрах и предоставлять текущие данные для анализа специалистов и составления листа глушения скважины. Главная цель – отсутствие риска для жизни, активов или окружающей среды из-за инцидентов, связанных с контролем скважин [5].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что разработка и использование предлагаемой системы позволит минимизировать риск возникновения аварийных ситуаций, снизить риск травмирования персонала буровой бригады и минимизировать риск загрязнения окружающей среды. В случае возникновения аварийной ситуации система сможет проанализировать и выбрать подходящий алгоритм действий.

В нефтегазовой отрасли безопасность является важным вопросом. Современные подходы к обеспечению безопасности включают в себя обучение персонала, использование современного оборудования, внедрение систем мониторинга и диагно-

стики, а также применение средств индивидуальной защиты. В будущем ожидается, что дальнейший технологический прогресс повысит уровень безопасности и снизит риски для работников и окружающей среды.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 г. № 1523-р : официальный сайт. – Москва. – URL: <http://government.ru> (дата обращения: 01.03.2014). – Текст: электронный.
2. Отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.gosnadzor.ru/> (дата обращения: 01.03.2014). – Текст: электронный.
3. Как происходят взрывы нефтяных вышек : сайт. – URL: <https://naylorlaw.com/blog/oil-rig-explosions/> (дата обращения: 01.05.2024). – Текст: электронный.
4. Патент № 2745137 Российская Федерация, МПК E21B 44/00 (2006.01), G06N 3/02 (2006.01), G05B 13/04 (2006.01). Автоматизированная система выявления и прогнозирования осложнений в процессе строительства нефтяных и газовых скважин; заявл. 08.09.2020: опубл. 22.03.2021 / Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Черников А.Д., Сбоев А.Г. – 18 с.: ил.
5. Международный форум по управлению скважинами : сайт. – URL: <https://www.iwcf.org/> (дата обращения: 01.05.2024). – Текст: электронный.
6. Nasyrova, Elina & Cattani, Carlo & Tarakanov, Denis & Tarakanov, Dmitrii & Khasanov, Ilmir. (2022). Mathematical Models for Assessment the Thermal Radiation of a Fireball During Bleve. 10.1007/978-3-030-85057-9_28.
7. Елизарьев, А. Н. Комплексный анализ опасностей газонефтеводопроявлений и способов их ликвидации / А. Н. Елизарьев, Д. А. Тараканов, С. А. Михайлов, Е. В. Гарданова, П. М. Галицына // Естественные и технические науки. – 2022. – № 4 (167). – С. 231-238.
8. Елизарьев, А. Н. Анализ методических подходов к оценке пожарной опасности резервуарных парков при «Больших дыханиях» / А. Н. Елизарьев, В. М. Гапонов, Т. Р. Юсупов, Д. А. Тараканов, Д. А. Тараканов // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 7. – С. 116-120.

References

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 09.06.2020 g. № 1523-r : ofitsial'nyi sait. Moskva. [Decree of the Government of the Russian Federation №1523-r dated 09.06.2020]. URL: <http://government.ru> (data obrashcheniya: 01.03.2014). Tekst: elektronnyi. (In Russian).
2. Otchety o deyatel'nosti Federal'noi sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru. ofitsial'nyi sait. Moskva. [Reports on the activities of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision]. URL: <https://www.gosnadzor.ru/> (data obrashcheniya: 01.03.2014). Tekst: elektronnyi. (In Russian).
3. Kak proiskhodyat vzryvy neftyanykh vyshek : sait. [How oil rig explosions occur]. URL: <https://naylorlaw.com/blog/oil-rig-explosions/> (data obrashcheniya: 01.05.2024). Tekst: elektronnyi. (In Russian).
4. Dmitrievskii A.N., Eremin N.A., Chernikov A.D., Sboev A.G. Patent № 2745137 Rossiiskaya Federatsiya, MPK E21B 44/00 (2006.01), G06N 3/02 (2006.01), G05B 13/04 (2006.01). Avtomatizirovannaya sistema vyyavleniya i prognozirovaniya oslozhnenii v protsesse stroitel'stva neftyanykh i gazovykh skvazhin; zayavl. 08.09.2020: opubl. 22.03.2021. 18. il. (In Russian).
5. Mezhdunarodnyi forum po upravleniyu skvazhinami : sait. [International Well Management Forum]. URL: <https://www.iwcf.org/> (data obrashcheniya: 01.05.2024). Tekst: elektronnyi. (In Russian).

6. Nasyrova, Elina & Cattani, Carlo & Tarakanov, Denis & Tarakanov, Dmitrii & Khasanov, Ilmir. (2022). Mathematical Models for Assessment the Thermal Radiation of a Fireball During Bleve. 10.1007/978-3-030-85057-9_28. (In English).

7. Elizar'ev A.N., Tarakanov D.A., Mikhailov S.A., Gardanova E.V., Galitsyna P.M. Kompleksnyi analiz opasnosti gazoneftevodoprovyavlenii i sposobov ikh likvidatsii [A comprehensive analysis of the dangers of gas and oil occurrences and ways to eliminate them. Natural and technical sciences]. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2022; №4 (167): 231-238. (In Russian).

8. Elizar'ev A.N., Gaponov V.M., Yusupov T.R., Tarakanov D.A., Tarakanov D.A. Analiz metodicheskikh podkhodov k otsenke pozharnoi opasnosti rezervuarnykh parkov pri «Bol'shikh dykhaniiakh» [Analysis of methodological approaches to assessing the fire danger of tank farms with «Big breaths». The successes of modern natural science]. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2018; № 7: 116-120. (In Russian).

УДК: 614.8:621.22

**ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО АВАРИЙНО-
СПАСАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА**

**SUBSTANTIATION OF THE DIRECTIONS
OF IMPROVEMENT OF THE HYDRAULIC
EMERGENCY RESCUE TOOL**

*Веселов А.В., к.в.н., старший преподаватель
кафедры аварийно-спасательных работ;*

E-mail: Alexey-19_87@mail.ru;

*Жданов Н.С., курсант командно-инженерного
факультета ФГБВОУ ВО «Академия
гражданской защиты МЧС России», г. Химки;*

E-mail: agz.u.s@yandex.ru;

*Кузьмин А.В., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и экологической безопасности
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, Россия;*

ORCID: 0000-0002-8086-6028;

E-mail: avkuzmin16@gmail.com

*Veselov A.V., PhD, Senior Lecturer at the
Department of Emergency Rescue Operations;*

E-mail: Alexey-19_87@mail.ru;

*Zhdanov N.S., cadet of the Command
Engineering Faculty of Academy of Civil
Protection of the Ministry of Emergency*

Situations of Russia, Khimki;

E-mail: agz.u.s@yandex.ru;

*Kuzmin A.V., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of
Industrial and Environmental Safety, Kazan
National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia;*

ORCID: 0000-0002-8086-6028;

E-mail: avkuzmin16@gmail.com

*Получено 11.10.2024,
после доработки 20.10.2024.
Принято к публикации 10.11.2024.*

*Received 11.10.2024,
after completion 20.10.2024.
Accepted for publication 10.11.2024.*

Веселов, А. В. Обоснование направлений совершенствования гидравлического аварийно-спасательного инструмента / А. В. Веселов, Н. С. Жданов, А. В. Кузьмин // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 67–73.

Veselov A.V., Zhdanov N.S., Kuzmin A.V. Substantiation of the directions of improvement of the hydraulic emergency rescue tool. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 67-73. (In Russ.)

Аннотация

Статья посвящена анализу современных образцов гидравлического аварийно-спасательного инструмента отечественного и зарубежного производства, применяемого при проведении аварийно-спасательных работ. На основе проведенного анализа аварийно-спасательного инструмента были выявлены основные его недостатки, сформулированы и обоснованы направления совершенствования аварийно-спасательного инструмента, а также перспективы его развития.

Ключевые слова: аварийно-спасательный инструмент, научно-методический аппарат, алгоритм расчета, громоздкость инструмента, рукавные соединения, конструктивные недостатки, травмы, спасатель, скорость работы инструмента, система подачи топлива, холодные условия

Abstract

The article is devoted to the analysis of modern samples of hydraulic emergency rescue tools of domestic and foreign production used in emergency rescue operations. Based on the analysis of the emergency rescue tool, its main disadvantages were identified, directions for improving the emergency rescue tool were formulated and justified, as well as prospects for its development.

Keywords: Emergency rescue tool, scientific and methodological apparatus, calculation algorithm, bulkiness of the tool, sleeve connections, design flaws, injuries, lifeguard, tool speed, fuel supply system, cold conditions

Введение

Аварийно-спасательный инструмент (далее – АСИ) используется спасателями для оказания помощи людям, которые пострадали в результате обрушения зданий, дорожно-транспортных происшествий или пожаров.

Потребность в АСИ подтверждается статистическими данными о работах, проводимых при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в России.

В течение последних лет наблюдается тенденция увеличения количества привлечения пожарно-спасательных подразделений для реагирования на различные чрезвычайные ситуации. В этих условиях использование АСИ становится всё более необходимым. А это, в свою очередь, указывает на актуальность вопроса о современных методах оценки эффективности АСИ и выработке современных подходов к его совершенствованию.

Современная классификация аварийно-спасательного инструмента исходит из ряда признаков, согласно ГОСТ 22.9.28-2022¹, а именно, вида источника энергии, конструктивного исполнения, мобильности источника питания и выполняемых операций. Гидравлический аварийно-спасательный инструмент (далее – ГАСИ) является наиболее часто применимым видом аварийно-спасательного

инструмента в России. При этом существует множество различных модификаций комплектов ГАСИ как зарубежного, так и отечественного производства, которым оснащены действующие спасательные формирования. В связи с этим есть необходимость обосновать основные направления его развития, которые с одной стороны помогали выбирать и брать на оснащение наиболее оптимальные комплекты ГАСИ, а с другой стороны, производителям гидравлического инструмента сконцентрировать основные усилия на наиболее важных параметрах инструмента при его разработке [2].

Основная часть

Анализ современных образцов ГАСИ отечественного и зарубежного производства.

Анализ ГАСИ отечественного и зарубежного производства подробно представлен в работе [1]. На основании проведенного анализа можно утверждать, что ГАСИ, производимый в России, достаточно надежен и прост в эксплуатации, однако зарубежные аналоги отличаются эргономичностью, производительностью и универсальностью. Это, в свою очередь, подчеркивает необходимость совершенствования отечественного инструмента. Для проведения дальнейшего исследования и работы с результатами анализа необходи-

¹ Безопасность в чрезвычайных ситуациях Инструмент аварийно-спасательный. Классификация. ГОСТ 22.9.28-2022. – Введ. 01.01.2022. – М.: Изд-во стандартов, 2022. – 23 с.

мо выбрать научно-методический аппарат, с помощью которого целесообразно определить основные направления совершенствования ГАСИ.

Выбор и обоснование научно-методического аппарата определения направлений совершенствования АСИ.

Для выявления областей, требующих улучшения в аварийно-спасательном оборудовании, были тщательно проанализированы, классифицированы и расставлены по приоритетам текущие проблемы, возникающие при использовании ГАСИ в процессе спасательных операций. С целью более глубокого понимания проблем инструмента было проведено исследование [6], выявляющее ключевые аспекты функционирования ГАСИ. В ходе него действующим спасательным подразделениям было направлено письмо, содержащее перечень вопросов, связанных с практическим применением ими ГАСИ. С помощью статистического метода анализа (FMR-анализ) ответы респондентов были распределены в зависимости от частоты их упоминания. Далее был применен метод анализа иерархий.

Результаты практических (эмпирических) исследований в области применения спасательными подразделениями гидравлического аварийно-спасательного инструмента отечественного и зарубеж-

ного производства. В ходе анкетирования респондентам было предложено ответить на вопросы, связанные с практическим применением ГАСИ по назначению, выделить достоинства и недостатки ГАСИ, имеющегося на оснащении, и выдвинуть предложения по улучшению инструмента. Результаты были проанализированы с использованием метода FMR-анализа (табл. 1), который помог классифицировать предложения в зависимости от частоты их упоминания респондентами.

Все ответы респондентов на вопрос «Перечислите недостатки инструмента, входящего в состав Ваших комплектов (комплекта) ГАСИ?» распределились на 7 групп:

- П1 – громоздкость инструмента;
- П2 – проблемы, связанные с рукавными соединениями;
- П3 – конструктивные недостатки инструмента, способствующие возникновению травм у спасателя;
- П4 – низкая скорость работы инструмента;
- П5 – явных недостатков инструмента не выявлено;
- П6 – неисправности системы подачи топлива инструмента;
- П7 – проблемы, возникающие при работе инструмента в холодных климатических условиях.

Результаты FMR-анализа

Таблица 1

Номер респондента	Вариант предложения						
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7
1	1	1					
2	1	1					
3		1	1				
4	1	1					
5	1	1					
6	1	1	1	1			
7	1			1			
8	1	1					
9	1		1	1			

10						1	
11	1			1		1	
12							1
13						1	
14						1	
15							
16	1	1					
17				1			
Σ	10	8	3	5	3	2	1
k _i	58,82	47,06	17,65	29,41	17,65	11,76	5,88

Из анализа результатов практических исследований в области применения спасательными подразделениями ГАСИ отечественного и зарубежного производства, представленного в работе [1], вытекают следующие заключения. Прежде всего, можно отметить, что отечественный инструмент имеет ряд недостатков и потому нуждается в совершенствовании. Во-вторых, проблемы и трудности, с которыми сталкиваются спасатели при работе с ГАСИ, можно разделить на три группы: технологические, эксплуатационные и конструктивные. Проблемы первой группы (технологические) являются результатом некачественной сварки, наплавки или обработки деталей при их изготовлении, а также – при сборке или ремонте. Вторая группа проблем, связанная с эксплуатацией, охватывает различные дефекты инструментов, возникающие из-за износа, усталости материалов, коррозии, старения, деформаций и других факторов, а также из-за ненадлежащего технического обслуживания и ухода в процессе эксплуатации. Проблемы третьей группы (конструктивные дефекты) – это несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки (модернизации) ГАСИ. Они возникают в результате несовершенства конструкции и неточностей на этапе конструирования: неправильный выбор материалов; неверное определение размеров деталей;

нерационально выбранная форма детали; малая выносимость деталей изделия и т.д. Целесообразно провести дальнейшие исследования этого вопроса.

Обоснование направлений развития гидравлического аварийно-спасательного инструмента, применяемого при проведении аварийно-спасательных работ.

Анализ аварийно-спасательного инструмента, результаты практических исследований в области применения спасательными подразделениями гидравлического аварийно-спасательного инструмента отечественного и зарубежного производства позволяют выделить основополагающие направления, в рамках которых целесообразно провести дальнейшее исследование в области совершенствования аварийно-спасательного инструмента.

Для углублённого анализа необходимо оценить важность каждой задачи и цели. Построим иерархию, взяв за основу цель «Определение ключевых направлений для совершенствования аварийно-спасательного инструмента, применяемого в ходе спасательных операций».

Анализируя результаты применения спасательными подразделениями ГАСИ отечественного и зарубежного производства [1], приходим к выводу, что для достижения главной цели необходимо учитывать следующие подцели (цели первого уровня) при заданных ограничениях на

финансовые ресурсы: усовершенствовать технические параметры, доработать конструкционные характеристики, улучшить эксплуатационные качества.

Для достижения подцели «Усовершенствовать технические параметры» необходимо: увеличить универсальность инструмента (количество операций, которые инструмент способен выполнять); рассмотреть вопрос совместимости ГАСИ различных производителей (взаимозаменяемость); увеличить диаметр перекусываемого или перерезаемого материала, толщину разрезаемого материала, перемещение при раздвигании или стягивании за счет увеличения хода рабочего органа.

Подцель «Доработать конструкционные характеристики» может быть достигнута за счет уменьшения массы рабочего органа и рабочего оборудования, уменьшения габаритных размеров ГАСИ и повышения его эргономичности.

Подцель «Улучшить эксплуатационные качества» достигается за счет снижения времени подготовки к работе и времени выполнения операций; повышения надежности инструмента к работе в условиях экстремальных условиях (стойкость).

Чтобы оценить важность каждой задачи, необходимо классифицировать промежуточные цели (цели первого уровня) относительно основной цели и самих задач в контексте этих промежуточных целей.

Оптимальным математическим инструментом для этого служит метод анализа иерархий, который также обеспечивает возможность контроля и проверки на каждом этапе решения [5].

Подробный алгоритм расчета значимости основных направлений совершенствования АСИ, применяемого при проведении аварийно-спасательных работ (табл. 2), представлен в работах [4, 6].

В ходе исследования [6] были выявлены ключевые задачи, которые могут стать основой для улучшения аварийно-спасательного оборудования, применяемого при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Среди них: «Повышение количества операций, выполняемых инструментом», «Повышение эффективности выполнения операций», «Проработка вопросов взаимозаменяемости (совместимости) агрегатов», «Уменьшение массы рабочего инструмента», «Улучшение эргономических показателей», «Уменьшение габаритных размеров», «Повышение надежности инструмента к работе», «Снижения времени выполнения операции», «Уменьшение времени подготовки инструмента к работе».

Таблица 2

Значимость подзадач по отношению к главной цели «Определение основных направлений совершенствования гидравлического аварийно-спасательного инструмента, применяемого при проведении аварийно-спасательных работ»

Подцель	Значимость подцели по отношению к главной цели	Задача	Значимость задачи по отношению к главной цели	Приоритетность решения задачи
Совершенствование технических параметров инструмента	0,197	Повышение количества операций	0,125489	3
		Повышение эффективности выполнения операций	0,050826	8
		Проработка вопросов взаимозаменяемости (совместимости) агрегатов	0,020685	9

Оптимизация конструктивных характеристик	0,183	Уменьшение массы рабочего инструмента	0,0530234	4
		Улучшение эргономических показателей	0,068380	5
		Уменьшение габаритных размеров	0,061620	6
Модернизация эксплуатационных качеств	0,620	Повышение надежности инструмента к работе	0,362080	1
		Снижение времени выполнения операции	0,174220	2
		Уменьшение времени подготовки инструмента к работе	0,083700	7

Заключение

Неотъемлемой частью проведения аварийно-спасательных работ является использование АСИ. При этом в связи с ростом природной и техногенной опасности регионов обусловлен и рост потребности применения АСИ, от эффективности которого во многом будет зависеть жизнь и здоровье спасаемых людей. В целях определения направлений развития современных образцов ГАСИ отечественного и зарубежного производства, в рамках проведенного научного исследования выполнен комплексный анализ современных образцов

ГАСИ. Разработаны и обоснованы ключевые направления, которые могут стать основой для улучшения АСИ, применяемого при ликвидации чрезвычайной ситуации.

Результаты реализации предложенных решений предполагают: уменьшение продолжительности проведения АСР; повышение надежности и эффективности инструмента для ликвидации различных чрезвычайных ситуаций; минимизация финансовых убытков при проведении аварийно-спасательных работ; улучшение готовности спасательных подразделений к выполнению поставленных задач.

Список литературы

1. Жданов, Н. С. Сравнение гидравлического аварийно-спасательного инструмента отечественного и зарубежного производства / Н. С. Жданов, А. В. Веселов // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов XII Всероссийской науч.-практ. конф., Железнодорожск, 26 мая 2023 г. – Железнодорожск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 355–359.
2. Мясников, Д. В. Безопасность аварийно-спасательных работ: учебник / Д. В. Мясников, П. П. Петренко. – Химки: АГЗ МЧС России, 2018. – 288 с.
3. Шишло, С. В. Анализ товарного ассортимента посредством FMR-анализа / С. В. Шишло, А. А. Колмагорова, Д. А. Лашукевич // Экономика и социум. – 2016. – № 5-2 (24). – С. 1022–1025.
4. Тодосейчук, С. П. Сравнительная оценка эффективности гидравлического инструмента для проведения аварийно-спасательных работ / С. П. Тодосейчук, В. В. Парамонов // Технологии гражданской безопасности. – 2006. – Т. 3, № 1 (9) – С. 78–79.
5. Коробов, В. Б. Преимущества и недостатки метода анализа иерархий / В. Б. Коробов, А. Г. Тутьгин // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2010. – № 122. – С. 108–115.

6. Казаков, В. Ю. Анализ современных образцов гидравлического аварийно-спасательного инструмента отечественного и зарубежного производства: отчет о НИР / В. Ю. Казаков, Д. В. Мясников. – Химки: АГЗ МЧС России, 2023. – 101 с.

References

1. Zhdanov N.S., Veselov A.V. Sravnenie gidravlichesкого avariino-spasatel'nogo instrumenta otechestvennogo i zarubezhnogo proizvodstva [Comparison of hydraulic rescue tools of domestic and foreign production]. Molodye uchenye v reshenii aktual'nykh problem bezopasnosti: sb. materialov KhII Vserossiiskoi nauch.-prakt. konf., Zheleznogorsk, 26 maya 2023 g. Zheleznogorsk: Sibirskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MChS Rossii. 2023; 355–359. (In Russian).

2. Myasnikov D.V., Petrenko P.P. Bezopasnost' avariino-spasatel'nykh rabot: uchebnik [Safety of emergency rescue operations]. Khimki: AGZ MChS Rossii. 2018; 288. (In Russian).

3. Shishlo S.V. Kolmagorova A.A., Lashukevich D.A. Analiz tovarnogo assortimenta posredstvom FMR-analiza [Analysis of product range using FMR analysis]. *Ekonomika i sotsium*. 2016; № 5-2 (24): 1022–1025. (In Russian).

4. Todoseichuk S.P., Paramonov V.V. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti gidravlichesкого instrumenta dlya provedeniya avariino-spasatel'nykh rabot [Comparative assessment of the effectiveness of hydraulic tools for emergency rescue operations]. *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti*. 2006; T. 3, № 1 (9): 78–79. (In Russian).

5. Korobov V.B., Tutygin A.G. Preimushchestva i nedostatki metoda analiza ierarkhii [Advantages and disadvantages of analytic hierarchy process]. *Izvestiya Rossiiskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena*. 2010; № 122: 108–115. (In Russian).

6. Kazakov V.Yu., Myasnikov D.V. Analiz sovremennykh obraztsov gidravlichesкого avariino-spasatel'nogo instrumenta otechestvennogo i zarubezhnogo proizvodstva: otchet o NIR [Analysis of modern samples of hydraulic emergency rescue tools of domestic and foreign production: research report]. Khimki: AGZ MChS Rossii. 2023; 101. (In Russian).

УДК 629.703:658.652:629.701+533.6
ВОЛОКОННО-АКУСТИЧЕСКАЯ
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ
БПЛА НА ОСНОВЕ
АЭРОАКУСТИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ
(Г. КАЗАНЬ)

FIBER-ACOUSTIC SYSTEM
OF SECURITY CONTROL OF
UAV PENETRATION BASED ON
AEROACOUSTIC MAPPING (KAZAN)

*Виноградов В.Ю., д.т.н., профессор
 кафедр «Промышленная безопасность»
 и «Конструирование и технология
 производства электронных средств»
 ФГБОУ ВО «Казанский национальный
 исследовательский технический университет
 им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, Россия;
 E-mail: vawin@mail.ru*

*Vinogradov V.Yu., doctor of engineering sciences,
 professor at the Department of Industrial Safety,
 Design and Production Technology of Electronic
 Equipment, Kazan National Research Technical
 University named after. A.N. Tupolev – KAI,
 Kazan, Russia;
 E-mail: vawin@mail.ru.*

*Получено 15.04.2024,
 после доработки 10.05.2024.
 Принято к публикации 11.05.2024.*

*Received 15.04.2024,
 after completion 10.05.2024.
 Accepted for publication 11.05.2024.*

Виноградов, В. Ю. Волоконно-акустическая система контроля безопасности проник-

новения БПЛА на основе аэроакустической картографии (г. Казань) / В. Ю. Виноградов // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 73–78.

Vinogradov V.Yu. Fiber-acoustic system of security control of uav penetration based on aeroacoustic mapping (Kazan). *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 73-78. (In Russ.)

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы контроля воздействующих параметров двигателей и электро-, энергоустановок БПЛА с помощью системы акустических и волоконно-оптических распределенных датчиков, а также по температуре, давлению и акустическому шуму, а также пульсациям этих параметров с целью противодействия проникновения их в воздушное пространство на малых высотах. Затронуты вопросы акустического контроля и сканирования картографического поля на разном удалении от источника опасности. Задача локализации решена адаптированным методом путем подстраивания и расположения источника между двумя датчиками на плоскости.

Ключевые слова: контроль параметров, аэроакустическая картография, БПЛА, акустические датчики, волоконно-оптические квазираспределенные датчики, газодинамические параметры, воздушное пространство, высота контроля, противодействие проникновению, безопасность

Abstract

The article deals with the issues of controlling the influencing parameters of engines and electrical and power installations of UAVs using a system of acoustic and fiber-optic distributed sensors, as well as temperature, pressure and acoustic noise, as well as pulsations of these parameters in order to counteract their penetration into the airspace at low altitudes. The issues of acoustic control and scanning of the map field at different distances from the source of danger are touched upon. The problem of localization is solved by an adapted method of adjusting and placing the source between two sensors on the plane.

Keywords: parameter control, aeroacoustic mapping, UAVs, acoustic sensors, fiber optic quasi-distributed sensors, gas dynamic parameters, airspace, control altitude, anti-intrusion, security

Введение

Необходимость применения различных методов контроля маломерных воздушных судов в воздушном пространстве, таких как БПЛА, обеспечит безопасность против их несанкционированного проникновения. Большое количество радиоэлектронных средств и систем обеспечивают заградительные или регистрируемые виды контроля воздушного пространства. Существующие системы определения БПЛА в пространстве и широкого спектра действия, и так называемого локального вывода из строя с учетом захвата цели являются новыми и совершенными методами выявления передвижных целей. Существует множество систем отслеживания и с использованием контроля акустических сигналов, но мы будем рассматривать аэроакустиче-

ский картографический в комплексном варианте использования.

Также влияние ограничено несколькими методами контроля, которые в различных вариантах исполнения могут работать комплексным образом как заградительные волоконно-оптическими сетками с датчиками ВБР, в которые могут быть захвачены различные виды передвижных объектов. Рассматривается применение аэроакустической картографии как возможной технологии контроля передвижных объектов в воздушном, подводном и подземном расположении для выявления целей в ограниченной области пространства [1-4].

Основная часть

В практике контроля различных природных явлений можно выделить схожие принципы, которые могут лечь в основу

исследований различных явлений, вызванных как природными, так и техногенными явлениями с антропогенным подтекстом, который является ключевым фактором, что необходимо локализовать для снижения рисков возникновения чрезвычайной ситуации, вызванной несанкционированным проникновением в воздушное пространство передвижных объектов. Поэтому применение акустических методов для контроля БПЛА возможно при нескольких условиях. В воздушном пространстве на высотах от 100 метров звуковые волны распространяются на большие расстояния даже при незначительных уровнях интенсивностей, что, конечно, знают все люди, которые хотя бы раз прыгали с парашютом. Можно разговаривать с соседом, парящим в 50-ти или 100 метрах, не надрывая голосовые связки. При этом можно отсечь уровень звукового давления, сопровождаемый шумом ветра, обтекающего парашютиста. Поэтому, конечно, можно было бы применить аэростаты с уменьшенными и управляемыми техническими характеристиками, но с точки зрения повышения технологичности контроля необходимо обратить внимание на следы турбулентные, радиолокационные, вихревые, тепловые, которые можно контролировать акустическими способами контроля.

Использование математических моделей и применение новых методов математического и компьютерного моделирования полетов БПЛА по контролю уровней звукового давления, который является признаком состояния и который не зависит от

исходного состояния объекта, можно выделить из любого слоя акустических шумов, зная эталонную составляющую. Но, в дополнение к этому, применяя адаптивную систему, которая может подстраивать гетеродин, можно и отслеживать объекты в воздушном пространстве с набором различных параметров, таких как температура, давление и акустический шум, а также пульсации этих параметров. И еще один метод, который можно использовать для выявления летающих объектов, – это контроль акустического шума при работе двигателя БПЛА на его переходных режимах, например: при смене эшелона высоты, который является информативным признаком, по которому можно выявить БПЛА на ранней стадии подлета в воздушном пространстве. А параметры акустического шума анализируются математической моделью на холодном режиме работы БПЛА и заносятся в банк данных портретов [5-8]. Поэтому электрические двигательные установки в полете являются холодным пуском с высокочастотным контролем и их составляющими для их выделения при обнаружении на ранних подступах к различным видам объектов.

Применение вертикального картографического зондирования воздушного пространства по нескольким точкам отсчета предоставляет уникальную возможность контроля и расчета траектории передвижения передвигного объекта или группы, что в конечном итоге скажется на безопасности эксплуатации различных видов предприятий (рис. 1).

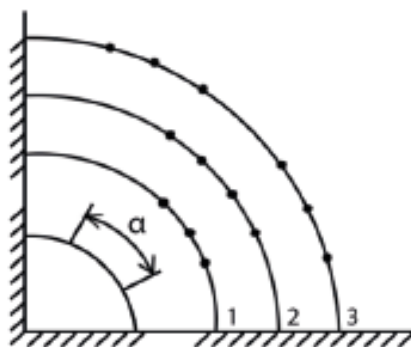


Рис. 1. Источники передвигных объектов с углом сканирования картографического акустического поля на разном удалении

Передвижные объекты имеют поля излучения монопольных источников, состоящие из четверти кольца, расположенного внутри идеально отражающего двугранного угла 90° , совпадающего с полем излучения кольцевого источника в свободном пространстве с четным распределением амплитуд возбуждения:

$$U|a| = \sum_{n=0}^{\infty} U_{2n} \cos(2na)$$

Поэтому акустическое поле передвижных объектов $T|\vec{x}|$ контролируется в M точках контроля воздушного пространства и M -мерный вектор $\vec{T} = T(x_1), T(x_2), \dots, T(x_M)$ определяет значения акустического поля в точках воздушного пространства, в котором находятся датчики. При использовании математической модели важный критерий – это погрешность, которая получается при сравнении измеренных и расчетных значений и вычисленных математической моделью:

$$T(\vec{x}_m) = \sum a_i T_i(\vec{x}_m), m = 1, 2, \dots, M.$$

или в векторной форме:

$$\vec{T} = B \cdot \vec{a},$$

где: B – матрица размерности $M \times 1$, состоящая из значений базисных функций в точках акустического контроля $\vec{x}_1, \vec{x}_2, \dots, \vec{x}_M$.

Функция Лагранжа для поставленной задачи записывается в следующем виде:

$$\Phi(\vec{a}, \vec{\lambda}) = (\vec{a} - \vec{m})^T R^{-1} (\vec{a} - \vec{m}) + \vec{\lambda}^T (B \cdot \vec{a} - \vec{T}).$$

Решая это уравнение с учетом статистических характеристик, можно получить уравнение для повышения точности восстановления передвижных объектов в воздушном пространстве, и полученная оценка будет несмещенной, поэтому точность восстановления будет максимальной. Т.е. для каждого положения решетки датчиков необходим дополнительный критерий, связывающий с величиной амплитуды принимаемого сигнала, который показывает, где находится источник. Задачу локализации можно решить, располагая источник между двумя датчиками на плоскости или определяя сразу координаты источника акустического излучения с помощью системы уравнений, которые решаются относительно неизвестных координат источников акустических излучений (x и y) (рис. 2).

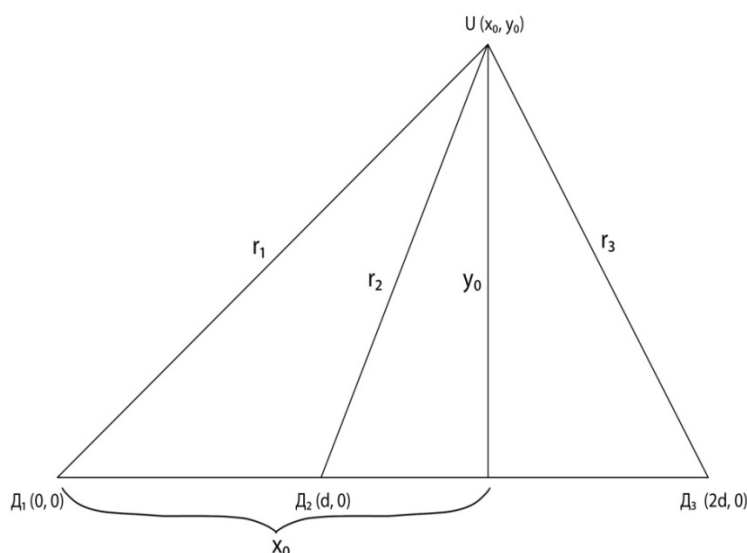


Рис. 2. Схема расположения источника акустического излучения и датчиков контроля

Необходимо отметить, что моделировалась амплитуда с учетом нормального закона распределения, а погрешность фазы – с учетом равномерного закона распределения, т.к. к истинному значению фазы сигнала добавлялась некая добавка, которая распределена по равномерному закону, а к истинному значению амплитуды добавлялась добавка, которая распределена по нормальному закону. Дисперсия выбиралась 0,01%. Погрешность фазы выбиралась в пределах от –20 до +20.

Заключение

Применение комплексного подхода к контролю воздушного пространства от несанкционированного его нарушения всевозможными передвижными объектами, летящими на различных высотах, включая и малые, делает актуальной возможность

применения методов контроля, дополненных методами математической статистики и моделирования различных передвижных объектов при их полете. А использование волоконно-оптических датчиков различного конфигурального применения дает возможность получать сигналы от передвижных объектов со скоростью светового потока, с высокой чувствительностью к различным системам противодействия, которые могут применяться параллельно другими участниками, действующими в данной картографической области. Поэтому получаемый результат повышает точность и достоверность контроля за счет локализации объёмов получаемой информации ее анализа по радиусам и окружностям точек измерения в воздушном пространстве.

Список литературы

1. Виноградов, В. Ю. Система волоконно-акустического контроля (ВАК) помощи при сбросе мягкого топливного бака вертолета МИ-8 в условиях чрезвычайной ситуации / В. Ю. Виноградов, Е. В. Муравьева // Вестник НЦБЖД. – № 3 (53). – С. 167–174.
2. Виноградов, В. Ю. Аэроакустическая картография на срезе сопла как метод неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке / В. Ю. Виноградов, О. Г. Морозов, В. И. Анфиногентов, А. А. Сайфуллин, А. А. Салихов. – Казань: Изд-во «Наследие нашего народа». – 300 с.
3. Vinogradov V.Yu. Muravyeva E.V., Shakirova A.I. Fiber acoustic control system for assisting jettison bladder type fuel cell of MI-8 helicopter in emergency conditions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022. – 1061 (1). – 012063.
4. Шугаев, Ф. В. Взаимодействие ударных волн с возмущениями / Ф. В. Шугаев. – М.: Изд. Московского университета, 1983. – 97 с.
5. Чони, Ю. И. Статистический подход в задачах синтеза многоточечных систем измерения полей / Ю. И. Чони, В. И. Анфиногентов // Кибернетика и вычислительная техника, Наукова думка, Киев, 1988. – В. 79. – С. 82–87.
6. Bankov A.V., Ponomarev A.I., Muravyeva E.V. Experimental determination of limiting conditions for the execution of ground robotics tasks. Bulletin of Kazan State Technical University named after A. N. Tupolev. – 2021. – Т. 77. – № 1. – С. 82–88.
7. Bankov A.V., Ponomarev A.I., Muravyeva E.V. Features of robotics control system functioning in emergency-infrastructure environment. Bulletin of Kazan State Technical University named after A. N. Tupolev. – 2020. – Т. 76. – № 4. – С. 137–140.
8. Муравьева, Е. В. Реализация подготовки научных кадров по специальности «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»: проблемы и решения / Е. В. Муравьева, А. В. Рыбаков, А. И. Пономарёв // Вестник НЦБЖД. – 2019. – № 1 (39).

References

1. Vinogradov V.Yu., Murav'eva E.V. Sistema volokonno-akusticheskogo kontrolya (VAK) pomoshchi pri sbrose myagkogo toplivnogo baka vertoleta MI-8 v usloviyakh chrezvychainoi

situatsii [Fibre-acoustic control system (VAC) for assistance in dumping the soft fuel tank of the MI-8 helicopter in an emergency situation]. *Vestnik NTsBZhD*. 3 (53): 167-174. (In Russian).

2. Vinogradov V.Yu., Morozov O.G., Anfinogentov V.I., Saifullin A.A., Salikhov A.A. Aeroakusticheskaya kartografiya na sreze sopla kak metod nerazrushayushchego kontrolya sostoyaniya rabochikh lopatok turbomashin pri ikh kholodnoi prokrutke [Aeroacoustic cartography on the nozzle section as a method of non-destructive testing of the condition of the turbine blades during their cold scrolling]. Kazan': Izd-vo «Nasledie nashego naroda». 300 p. (In Russian).

3. Vinogradov V.Yu., Muravyeva E.V., Shakirova A.I. Fiber acoustic control system for assisting jettison bladder type fuel cell of MI-8 helicopter in emergency conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022; 1061(1): 012063. (In English).

4. Shugaev F.V. Vzaimodeistvie udarnykh voln s vozmushcheniyami [Interaction of shock waves with disturbances]. M.: Izd. Moskovskogo universiteta, 1983; 97 p. (In Russian).

5. Choni Yu.I., Anfinogentov V.I. Statisticheskii podkhod v zadachakh sinteza mnogotochechnykh sistem izmereniya polei [Statistical approach in the tasks of synthesis of multipoint field measurement systems]. *Kibernetika i vychislitel'naya tekhnika*, Naukova dumka. Kiev, 1988; 79: 82-87. (In Russian).

6. Bankov A.V., Ponomarev A.I., Muravyova E.V. Experimental determination of limiting conditions for the execution of ground robotics tasks. *Bulletin of Kazan State Technical University named after A.N. Tupolev*. 2021; 77 (1): 82-88. (In English).

7. Bankov A.V., Ponomarev A.I., Muravyova E.V. Features of robotics control system functioning in emergency-infrastructure environment. *Bulletin of Kazan State Technical University named after A.N. Tupolev*. 2020; 76 (4): 137-140. (In English).

8. Murav'eva E.V., Rybakov A.V., Ponomarev A.I. Realizatsiya podgotovki nauchnykh kadrov po spetsial'nosti «Bezopasnost' v chrezvychainykh situatsiyakh»: problemy i resheniya [Implementation of training of scientific personnel in the specialty “Safety in emergency situations”: problems and solutions]. *Vestnik NTsBZhD*. 2019; 1 (39). (In Russian).

УДК 629.703:658.652:629.701+533.6
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
ПОЧВЕННОГО КАРТОГРАФИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА РАДИО-
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ
МЕТОДАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ЛЕСНОГО АРЕАЛА
(Г. КАЗАНЬ)

TOXICOLOGICAL CONTROL OF SOIL
MAPPING SPACE BY RADIO-FIBER-
OPTIC METHODS TO IMPROVE THE
SAFETY OF ECOLOGICAL FOREST
HABITAT (KAZAN)

*Виноградов В.Ю., д.т.н., профессор
 кафедр «Промышленная безопасность»
 и «Конструирование и технология
 производства электронных средств»;
 E-mail: vawin@mail.ru;*

*Богач В.В., к.х.н., доцент, заведующий
 кафедрой «Промышленная безопасность»
 ФГБОУ ВО «Казанский национальный
 исследовательский технический университет
 им. А.Н. Туполева – КАИ»;
 E-mail: BogachVV@corp.knrtu.ru;*

Егоров В.И., к.б.н., ведущий научный

*Vinogradov V.Yu., doctor of technical sciences,
 professor of the Department of Industrial Safety,
 Design and Production Technology of Electronic
 Equipment;*

E-mail: vawin@mail.ru;

*Bogach V.V., candidate of chemical sciences,
 associate professor, head of the Department
 of Industrial Safety, Kazan National Research
 Technical University. A.N. Tupolev – KAI;*

E-mail: BogachVV@corp.knrtu.ru;

*Egorov V.I., Ph.D., Leading Researcher of Federal
 Center for Toxicological,*

сотрудник ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности»;
E-mail: vladislav.e@inbox.ru;
Гибадуллин Р.З., к.б.н., доцент ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»;
E-mail: hflbru@list.ru;
Гибадуллин А.Р., младший научный сотрудник Татарского научно-исследовательского института агрохимии и почвоведения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань, Россия;
E-mail: a.gibadullin1997@yandex.ru

Radiation and Biological Safety;
E-mail: vladislav.e@inbox.ru;
Gibadullin R.Z., Ph.D., associate professor, Kazan State Agrarian University;
E-mail: hflbru@list.ru;
Gibadullin A.R., junior researcher at the Tatar Research Institute of Agrochemistry and Soil Science, Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Kazan, Russia;
E-mail: a.gibadullin1997@yandex.ru

Получено 04.04.2024,
после доработки 24.05.2024.
Принято к публикации 27.05.2024.

Received 04.04.2024,
after completion 24.05.2024.
Accepted for publication 27.05.2024.

Виноградов, В. Ю. Токсикологический контроль почвенного картографического пространства радио-волоконно-оптическими методами для повышения безопасности экологического лесного ареала (г. Казань) / В. Ю. Виноградов, В. В. Богач, В. И. Егоров, Р. З. Гибадуллин, А. Р. Гибадуллин // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 3 (61). – С. 78–85.

Vinogradov V.Yu., Bogach V.V., Egorov V.I., Gibadullin R.Z. Gibadullin A.R. Toxicological control of soil mapping space by radio-fiber-optic methods to improve the safety of ecological forest habitat (Kazan). *Vestnik NCBZHD*. 2024; (3): 78-85. (In Russ.)

Аннотация

В статье рассматриваются радио-волоконно-оптические методы контроля почвенного картографического пространства на различных глубинах для более детального исследования с визуализацией параметров, в реальном масштабе времени определяющие концентрацию от токсических поражений пестицидов и гербицидов. Разработана математическая модель процесса загрязнения территории за определенный период и последствия этого в виде массивов определенных областей.

Ключевые слова: волоконно-оптические методы контроля, почва, токсикологическое поражение, пестициды, культуры, экологическая безопасность, лесной ареал

Abstract

The article considers radio-fiber-optical methods of control of soil mapping space at different depths for more detailed study with visualization of parameters in real time determining the concentration from toxic lesions of pesticides and herbicides. A mathematical model of the process of contamination of the territory for a certain period of time and its consequences in the form of arrays of certain areas has been developed.

Keywords: fiber optic controls, soil, toxicological damage, pesticides, crops, environmental safety, forest habitat

Мы много слышим в печати о повышении экологической безопасности тех или иных пространственных ареалов лесных массивов, территорий посадки различных посевов. Много посевных культур погибает от неправильного времени посева, от недоброкачественных семян и т.д. Но эти

проблемы решаются в процессе подготовки территорий, и здесь ставится задача контроля за этими ресурсами, которые при недобросовестном участии теряют финансовую прибыль, или происходит недостача из-за того, что культура не возшла, и, значит, из нее ничего не произведено.

Но это лишь часть проблемы. Другая важная задача состоит в противодействии или, вероятно, в возможном контроле за почвенным покровом лесного или посевного ареала от действия токсичных поражений пестицидами, которые распространяются и в области близлежащих территорий, на которых они были внесены в почву. И, как следствие, из-за изменения рН, снижения активности роста травянистого покрова, жизненного состояния животных, которые питаются в данной области, употребления выращенных культур животными и людьми возрастает процент заболеваний, вызванных токсическими веществами.

Поэтому совершенствование методов контроля почв, воды, воздуха является приоритетным направлением развития экологического потенциала в нашей стране. И одной из главных задач является контроль почвенного покрова в областях, где мы живем, и того, что едим, что пьем и каким воздухом дышим. И ее надо решать в комплексе.

Исследования, проведенные с применением волоконно-оптических технологий, и полученные при этом результаты так же, как и в смежных специальностях, в которых проводится контроль природных материалов, имеют достоверные совпадения экспериментальных и математических моделей, что доказывает научную составляющую направления исследований. А учитывая способность волокна с высокой чувствительностью реагировать на изменение сигналов светового потока, отраженных от его торцевого участка, который помещен в исследуемую среду, можно контролировать изменения рН в исследуемой почве при различных ее концентрациях в реальном масштабе времени.

Как возможность для контроля можно использовать акустические технологии, которые представляют собой решетку микрофонов, распределенных на определенных частотах, т.к. процессы, происходящие в почвенном покрове, имеют свой портрет

шума определенных областей картографического пространства на разных глубинах и в разных структурных строениях, и поэтому надо исследовать почву с помощью акустических систем контроля для получения полной картины течения процессов в земном покрове. Конечно, существуют особенности по частотам распределения датчиков контроля, но эта проблема решается с учетом расширения области сканирования.

В процессе анализа и конкретизации исследований мы пришли к выводам, что конкретная область изучения картографического пространства может быть подвержена токсикологическому воздействию в зависимости от агроприемов, примененных на этой территории. Поэтому должно быть различие применяемых физико-химических методов контроля пестицидов (высокоэффективная жидкостная и газовая хроматография).

Поэтому мы попытались объединить эти методы в виде комплексного, нового, технологически быстрого и удобного, с контролем в реальном масштабе времени с помощью волоконно-оптических методов с визуализацией параметров. Таким образом, мы смогли в реальном масштабе времени определять концентрацию пестицидов на ранней стадии развития с использованием оставления математической модели процесса загрязнения территории за определенный период времени и последствия этого в виде определенных областей, в которых необходимо определять степень концентрации, ее площадь с минимальной погрешностью и высокой скоростью передачи информации с помощью обработки результатов и выдачу их в виде визуализированной картинке параметров концентраций в компьютер.

Волоконным брэгговским решеткам (далее – ВБР) уделяется большое внимание в различных реализациях волоконно-оптических датчиков [1, 2]. Эти устройства обладают рядом преимуществ, таких как

электрически пассивный режим работы, устойчивость к воздействию МИ, невосприимчивость, высокая чувствительность и низкая стоимость. Однако одним из наиболее очевидных ограничений является их перекрестная чувствительность к температуре и деформации и, как следствие, к изменению цветности, которую можно принять за концентрацию плотности. Для решения этой проблемы было разработано несколько различных методов, таких как метод опорной решетки [3], метод двойной длины волны [4], гибридный метод [5], метод двух длин волн [4], метод гибридных решеток [5] и двойная брэгговская решетка с различной температурной чувствительностью [6, 7]. Изменения длины волны

обычно регистрируются с помощью оптического анализатора спектра или измерителем длины волны во всех этих методах.

Есть, конечно, особенности и различия в рассматриваемых акустических и волоконно-оптических методах контроля, но они могут преобразовывать информацию в реальном масштабе времени в распределенном варианте, используя как зондирующие сигналы, так и их отклики, и выдавать критерий степени концентрации почвы как сдвиг фазы в приборе при исследовании на определенных территориях (рис. 1). При изменении рН изменяется сдвиг фазы в зависимости от числового значения концентрации: «+» и «-».

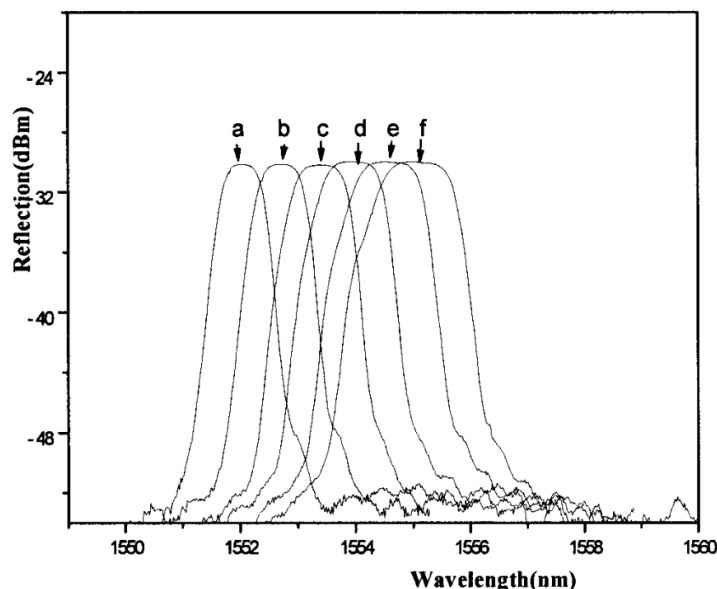


Рис. 1. Схема смещения излучения a, в, с, d, e, f при приложенном напряжении нагрузки на световой поток ВОЛС

Далее представлена структурная схема размещения датчиков контроля в картографическом пространстве на рис. 2 и размещение автоматизированного рабочего

места по составлению карты токсикологического портрета лесного исследуемого ареала на рис. 3.

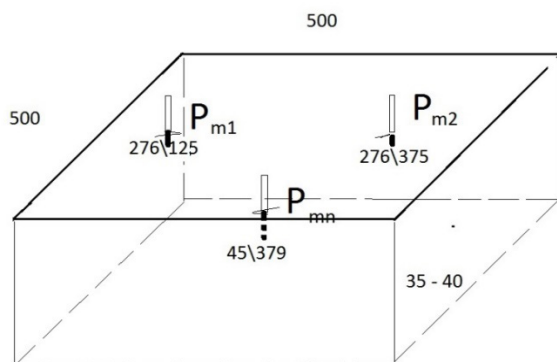


Рис. 2. Структурная схема размещения датчиков контроля в картографическом пространстве

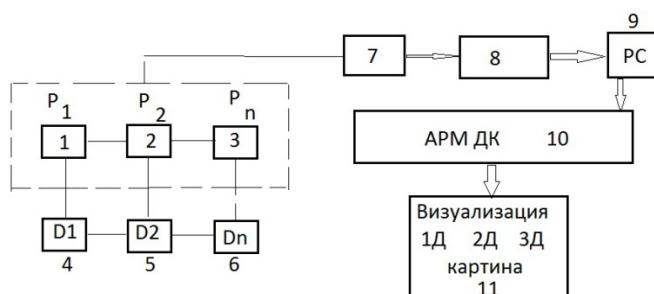


Рис. 3. Структурная схема автоматизированного рабочего места диагностическо-токсикологического контроля пространства

Сигналы, измеряемые параллельно как с датчиков контроля температуры и давления, так и с волоконно-оптических датчиков, поступают

$$P = A_0 + A_1 K + A_2 K^2 + A_3 K^3,$$

где: P – величина входного давления; K – принятый код.

Коэффициенты A_0, A_1, A_2, A_3 определялись по методу наименьших квадратов. Это уравнение устанавливает связь между принятым кодом и величиной давления с погрешностью 0,5.

Анализ параметров и характеристические показатели токсичности почвенного покрова можно дополнить коэффициентом преломления светового потока от изменений концентраций токсиканта и дополнительно в комплексе использовать и температурный показатель почвы как корректирующий в конкретных точках, элементарных площадках, на которые разбиваются определенные площади контролируемого картографического пространства лесного ареала. Поэтому параметр, который опре-

деляет градуировку концентраций токсиканта в почве как сдвиг фазы на определенную величину, можно принять за оптимальный параметр, изменение которого на 0,1 мг/кг в почвенном покрове может быть характеристикой изменения концентраций токсиканта в почвенном покрове земной поверхности.

Проанализировав методы контроля токсикологического анализа, основанные на химических и физических свойствах токсикантов в почвенном покрове, мы объединили их в совершенно новом технологически чувствительном методе, который основан на применении волоконно-оптических технологий, которые позволяют выявить концентрации пестицидов, присутствующих в почвенном покрове, по характеру обратного отклика световых сигналов с погрешностью 0,03%. В конечном итоге разработанный токсикологический контроль почвенного покрова волоконно-оптическими методами повысит безопасность и расширит концентрационные пределы чувствительности экспресс-метода контроля пестицидов в почве

Список литературы

1. Vinogradov V.Yu. Muravyeva E.V., Shakirova A.I. Fiber acoustic control system for assisting jettison bladder type fuel cell of MI-8 helicopter in emergency conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022. – 1061 (1). – 012063.
2. Гибадуллин, Р. З. Разработка ПДК 2,3,7,8-ТХДД в кормах / Р. З. Гибадуллин, А. Х. Губейдуллина, В. Ю. Виноградов [и др.] // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры : Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье, Казань, 13–14 ноября 2019 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 327–335.
3. Гибадуллин, А. Р. К проблеме утилизации твердых отходов мегаполисов / А. Р. Гибадуллин // Студенческая наука – аграрному производству: Материалы 79-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 25–26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 32–36.
4. Гибадуллин, Р. З. Энергоресурсосберегающие подходы к очистке сточных вод на локальных очистных сооружениях лесного комплекса / Р. З. Гибадуллин, А. Х. Губейдуллина, А. Д. Зубкова, А. Р. Гибадуллин // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XVII Международной научно-технической конференции, 19–21 ст. Вологда, 2019. Издательство: Вологодский государственный университет. – 2019. – С. 19–21.
5. Егоров, В. И. Токсикологическая оценка сочетанного воздействия дециса и Т-2 токсина на организм животных / В. И. Егоров, Г. Г. Галяутдинова, И. М. Еремеев, А. В. Иванов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 64–67.
6. Egorov V.I., Valiullin L.R., Nabatov A.A. [et al.] The impact of 5-substituted uracil derivatives on immortalized embryo lung cells // Letters in Drug Design and Discovery. – 2017. – Vol. 14, № 12. – P. 1409–1414.
7. Егоров, В. И. Изучение эффективности лечебных средств при отравлении белых крыс неоникотиноидным пестицидом / В. И. Егоров, К. Ф. Халикова, Г. Р. Ямалова, Д. В. Алеев // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2018. – № 1(25). – С. 90–94.
8. Губеева, Е. Г. Изучение гистоструктуры печени цыплят-бройлеров при хронической интоксикации имидаклопридом на фоне применения сорбентов / Е. Г. Губеева, К. Ф. Халикова, Д. В. Алеев [и др.] // Ветеринарный врач. – 2019. – № 1. – С. 8–12.
9. Маланьев, А. В. Токсикологическая оценка кормов из Республики Мордовия на наличие пестицидов и азотсодержащих соединений / А. В. Маланьев, Д. В. Алеев, Г. Г. Галяутдинова [и др.] // Ветеринарный врач. – 2019. – № 2. – С. 43–49.
10. Алеев, Д. В. Хроматографические методы определения пестицидов из группы неоникотиноидов / Д. В. Алеев, К. Ф. Халикова, К. Е. Буркин [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 237, № 1. – С. 6–10.
11. Алеев, Д. В. Продуктивность цыплят-бройлеров при интоксикации имидаклопридом на фоне применения сорбентов / Д. В. Алеев, К. Ф. Халикова, А. В. Маланьев [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 3. – С. 28–30.
12. Галяутдинова, Г. Г. Диагностика, поиск средств лечения и профилактики сочетанного отравления крупного рогатого скота пестицидами и микотоксином / Г. Г. Галяутдинова, А. В. Маланьев, В. И. Егоров // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2020. – № 1. – С. 218–219.
13. Муравьева, Е. В. Особенности функционирования системы управления работо-

техническими средствами в аварийно-инфраструктурной обстановке при чрезвычайных ситуациях / Е. В. Муравьева, А. В. Байков, А. И. Пономарев // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2020. – Т. 76. – № 4. – С. 137–140.

References

1. Vinogradov V.Yu., Muravyeva E.V., Shakirova A.I. Fiber acoustic control system for assisting jettison bladder type fuel cell of MI-8 helicopter in emergency conditions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022; 1061 (1): 012063. (In English).

2. Gibadullin R.Z., Gubejdullina A.H., Vinogradov V.Yu. [i dr.]. Razrabotka PDK 2,3,7,8-THDD v kormah [Development of MPC 2,3,7,8-TCDD in feed]. Sel'skoe hozyajstvo i prodovol'stvennaya bezopasnost': tekhnologii, innovacii, rynki, kadry : Nauchnye trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu agrarnoj nauki, obrazovaniya i prosveshcheniya v Srednem Povolzh'e, Kazan', 13-14 noyabrya 2019 goda. Kazan': Kazanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2019; 327-335. (In Russian).

3. Gibadullin A.R. K probleme utilizacii tverdyh othodov megapolisov [On the problem of solid waste disposal in megacities]. Studencheskaya nauka – agrarnomu proizvodstvu: Materialy 79-oj studencheskoj (regional'noj) nauchnoj konferencii, Kazan', 25-26 fevralya 2021 goda. Kazan': Kazanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2021; 32-36. (In Russian).

4. Gibadullin R.Z., Gubejdullina A.H., Zubkova A.D., Gibadullin A.R. Energoresursosberegayushchie podhody k ochistke stochnyh vod na lokal'nyh ochistnyh sooruzheniyah lesnogo kompleksa [Energy-saving approaches to wastewater treatment at local wastewater treatment plants of the forest complex]. Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa. Materialy XVII Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, 19-21 st. Vologda, 2019. Izdatel'stvo: Vologodskij gosudarstvennyj universitet. 2019; 19-21. (In Russian).

5. Egorov V.I., Galyautdinova G.G., Eremeev I.M., Ivanov A.V. Toksikologicheskaya ocenka sochetannogo vozdejstviya decisa i T-2 toksina na organizm zhivotnyh [Toxicological assessment of the combined effects of Decis and T-2 toxin on the animal body]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2012; 3: 64-67. (In Russian).

6. Egorov V.I., Valiullin L.R., Nabatov A.A. [et al.]. The impact of 5-substituted uracil derivatives on immortalized embryo lung cells. *Letters in Drug Design and Discovery*. 2017; 14 (12): 1409-1414. (In English).

7. Egorov V.I., Halikova K.F., Yamalova G.R., Aleev D.V. Izuchenie effektivnosti lechebnyh sredstv pri otravlenii belyh krysov neonikotinoidnym pesticidom [Study of the effectiveness of medicinal products in poisoning white rats with neonicotinoid pesticide]. *Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii*. 2018; 1 (25): 90-94. (In Russian).

8. Gubeeva E.G., Halikova K.F., Aleev D.V. [i dr.]. Izuchenie gistostrukturny pecheni cyplyat-brojlerov pri hronicheskoy intoksikacii imidaklopridom na fone primeneniya sorbentov [Study of the histo structure of the liver of broiler chickens with chronic imidacloprid intoxication against the background of the use of sorbents]. *Veterinarnyj vrach*. 2019; 1: 8-12. (In Russian).

9. Malan'ev A.V., Aleev D.V., Galyautdinova G.G. [i dr.]. Toksikologicheskaya ocenka kormov iz Respubliki Mordoviya na nalichie pesticidov i azotsoderzhashchih soedinenij [Toxicological assessment of feed from the Republic of Mordovia for the presence of pesticides and nitrogen-containing compounds]. *Veterinarnyj vrach*. 2019; 2: 43-49. (In Russian).

10. Aleev D.V., Halikova K.F., Burkin K.E. [i dr.]. Hromatograficheskie metody opredeleniya pesticidov iz gruppy neonikotinoidov [Chromatographic methods for the determination of pesticides from the group of neonicotinoids]. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana*. 2019; 237 (1): 6-10. (In Russian).

11. Aleev D.V., Halikova K.F., Malan'ev A.V. [i dr.]. Produktivnost' cyplyat-brojlerov pri intoksikacii imidaklopridom na fone primeneniya sorbentov [Productivity of broiler chickens in case of imidacloprid intoxication against the background of the use of sorbents]. *Ptica i pticeprodukty*. 2019; 3: 28-30. (In Russian).

12. Galyautdinova G.G., Malan'ev A.V., Egorov V.I. Diagnostika, poisk sredstv lecheniya i profilaktiki sochetannogo otravleniya krupnogo rogatogo skota pesticidami i mikotoksinom [Diagnosis, search for treatment and prevention of combined poisoning of cattle with pesticides and mycotoxin]. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. 2020; 1: 218-219. (In Russian).

13. Murav'eva E.V., Bajkov A.V., Ponomarev A.I. Osobennosti funkcionirovaniya sistemy upravleniya robototekhnicheskimi sredstvami v avarijno-infrastrukturnoj obstanovke pri chrezvychajnyh situacijah [Features of the functioning of the robotic control system in an emergency infrastructure situation in emergency situations]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva*. 2020; 76 (4): 137-140. (In Russian).

УДК 614.8.084

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ
ВОПРОСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ
ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**INVESTIGATION OF INDIVIDUAL
ISSUES OF ENSURING THE SAFETY
OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE
OBJECTS**

*Гавришев А.А., доцент ФГБОУ ВО «МГЛУ»,
магистр ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский ядерный университет
«МИФИ» (НИЯУ «МИФИ»), г. Москва, Россия;
E-mail: alexxx.2008@inbox.ru*

*Gavrishev A.A., Associate Professor MSLU, Master
National Research Nuclear University MEPhI,
Moscow, Russia
E-mail: alexxx.2008@inbox.ru*

*Получено 30.05.2024,
после доработки 27.06.2024.
Принято к публикации 10.07.2024.*

*Received 30.05.2024,
after completion 27.06.2024.
Accepted for publication 10.07.2024.*

Гавришев, А. А. Исследование отдельных вопросов обеспечения безопасности объектов транспортной инфраструктуры / А. А. Гавришев // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 85–92.

Gavrishev A.A. Investigation of individual issues of ensuring the safety of transport infrastructure objects. *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 85-92. (In Russ.)

Аннотация

В данной работе проведено усовершенствование методов и способов обеспечения защиты объектов транспортной инфраструктуры (далее – ОТИ) от актов незаконного вмешательства в виде террористических актов (далее – ТА) с использованием транспортных средств (далее – ТС) и взрывных устройств (далее – ВУ) с поражающими элементами (далее – ПЭ). Определены расстояния, на которых необходимо устанавливать инженерно-технические средства защиты (далее – ИТСЗ), предназначенные для принудительной остановки ТС на удаленном расстоянии от ОТИ, для снижения количества человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры от актов незаконного вмешательства в виде террористических актов с использованием ТС и ВУ с ПЭ. С учетом проведенных исследований и результатов из известных работ разработаны общие рекомендации по размещению ИТСЗ, предназначенных для принудительной остановки ТС на удаленном расстоянии от ОТИ, для снижения количества человеческих жертв и разрушений объек-

тов инфраструктуры. Полученные результаты могут найти применение для обеспечения безопасности как ОТИ, так и других охраняемых объектов.

Ключевые слова: террористический акт, транспортное средство, взрывное устройство, поражающие элементы, обеспечение безопасности, объект транспортной инфраструктуры, инженерно-технические средства

Abstract

In this work, the methods of ensuring the safety of transport infrastructure objects from acts of unlawful interference in the form of terrorist acts using vehicles and explosive devices (ED) with destructive elements (DE) have been improved. The distances at which it is necessary to install engineering and technical means of protection designed to forcibly stop the vehicle at a remote distance from the transport infrastructure objects, in order to reduce the number of human casualties and destruction of infrastructure facilities from acts of unlawful interference in the form of terrorist acts using the vehicle and ED with DE. Taking into account the conducted research and the results of well-known works, general recommendations have been developed for the placement of engineering and technical means of protection designed to forcibly stop a vehicle at a remote distance from transport infrastructure objects, in order to reduce the number of human casualties and destruction of infrastructure facilities. The results obtained can be used to ensure the safety of both transport infrastructure objects and other protected objects.

Keywords: terrorist act, vehicle, explosive device, destructive elements, security, transport infrastructure object, engineering and technical means.

Введение

В соответствии с ФЗ «О противодействии терроризму» от 06.03.2006 № 35-ФЗ, ФЗ «О транспортной безопасности» от 09.02.2007 № 16-ФЗ и иными нормативными актами известно, что в настоящее время различные охраняемые объекты, например, транспортной инфраструктуры (морские и речные порты, аэродромы и т.д.) подвержены высокому риску совершения на них актов незаконного вмешательства, в том числе, и террористических актов (далее – ТА), которые могут привести к причинению вреда жизни и здоровью людей либо материальному ущербу. Обеспечение безопасности таких объектов от совершения актов незаконного вмешательства является одним из важнейших направлений деятельности на них.

В последние годы наибольшее внимание сосредоточено на противодействии применению беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) на различных охраняемых объектах, которые все чаще применяются для ведения несанкционированного наблюдения за охраняемыми объектами, проведения ТА и др. [6]. Однако более

распространённые способы совершения ТА также до сих пор находят широкое применение в преступной деятельности. Одним из таких способов совершения ТА является задействование ТС [2, 8, 10], которые используются для доставки к месту ТА самодельных ВУ различной мощности. В этом случае в преступной деятельности получили распространение самодельные ВУ, изготавливаемые на основе фугасных или осколочных боеприпасов, а также на основе взрывоспособных смесей из широкодоступных исходных компонентов, и часто начиненные различными поражающими элементами. При этом такие ТА вызывают большее количество жертв и разрушений, чем механическое воздействие в виде таранного удара или наезда, за счет фугасного и осколочного воздействия взрыва [2, 8].

Доставка к месту ТА самодельных ВУ с помощью ТС обычно происходит в самых уязвимых для прорыва точках ОТИ [1, 3, 8, 9], к которым относятся, в первую очередь, проходная для ТС и персонала, ворота и т.д. В данном случае обеспечить безопасность ОТИ возможно с помощью

различных ИТСЗ, например, заграждений, противотаранных устройств, решеток, заборов, шлюзовых камер и иных сооружений и устройств, предназначенных для принятия мер по недопущению несанкционированного проникновения и совершения актов незаконного вмешательства, а также систем дистанционной идентификации и контроля доступа ТС [1, 3, 8, 9].

Однако в таком случае возникает вопрос о том, на каком расстоянии от ОТИ устанавливать такие средства защиты. Например, в проекте ПП РФ «Об утверждении Положения об охранной зоне объектов инфраструктуры метрополитена» (подготовлен Минтрансом России 18.09.2020 г.) указано, что охранные зоны метрополитена, в зависимости от их назначения, должны находиться, за исключением отдельных случаев, на расстоянии до 30 м от внешней границы объекта с каждой из сторон. В приказе Минтранса РФ от 06.08.2008 г. №126 «Об утверждении норм отвода земельных участков, необходимых для формирования полосы отвода железных дорог, а также норм расчета охранных зон железных дорог» указано, что ширина охранной зоны железных дорог должна быть не менее 500 м в пустынных и полупустынных районах и не менее 100 м в остальных районах. Немногочисленные исследования по указанной тематике, опирающиеся на известные сценарии проведения ТА с использованием ТС и ВУ, а также математические расчеты, показывают [8], что остановка ТС на расстоянии не менее 25 метров от охраняемого объекта, например ОТИ, позволит значительно снизить количество человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры от фугасного воздействия взрыва даже при большой мощности модельных ВУ.

Вместе с тем, в известных исследованиях по указанной тематике не в полной мере рассматривается влияние осколочного воздействия взрыва при совершении ТА с помощью ТС и ВУ с ПЭ. Ранение осколками

является одним из основных видов поражающего воздействия при совершении ТА, совершаемых, в том числе, и с помощью ТС [2, 4, 5]. Не касаясь типов форм разлета осколков, отметим [4, 5], что значительное осколочное поражение обеспечивается готовыми ПЭ, наличие которых является одним из главных конструктивных признаков, свидетельствующих о предназначении ВУ для осколочного поражения. Готовые ПЭ обычно размещаются в массе взрывчатого вещества, на его поверхности, в составе оболочки или корпуса. Осколочные оболочки с готовыми ПЭ широко применяются в штатных военных боеприпасах, где в качестве поражающих элементов используются металлические элементы различной формы (шарики и цилиндры). В самодельных ВУ в качестве готовых осколков применяются шарики и ролики от подшипников, болты и гайки, нарубленные куски гвоздей и др. [4, 5]. Использование готовых осколков позволяет достигать 100%-го выхода массы боевой части в ПЭ. Таким образом, исследования в указанной области являются актуальными и требуют дальнейшей проработки.

Цель и задачи исследования

Целью данной статьи является совершенствование методов и способов обеспечения безопасности ОТИ от актов незаконного вмешательства в виде террористических актов с использованием ТС и ВУ с ПЭ.

Задачами данной статьи являются:

1) определение расстояния, на котором необходимо устанавливать ИТСЗ, предназначенные для принудительной остановки ТС на удаленном расстоянии от ОТИ, для снижения количества человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры от актов незаконного вмешательства в виде террористических актов с использованием ТС и ВУ с ПЭ;

2) разработка общих рекомендаций по размещению ИТСЗ, предназначенных для принудительной остановки ТС на удален-

ном расстоянии от ОТИ, для снижения количества человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры от актов незаконного вмешательства в виде террористических актов с использованием ТС и ВУ.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели использованы методы транспортной безопасности, инженерно-технической защиты информации, анализа, описания, обобщения, результаты научно-исследовательских работ по тематике исследования, представленные в РИНЦ, РГБ, ФИПС. Общей методологической основой является системный подход.

Результаты

Как известно [2, 4, 5], осколочное поражение характеризуется тремя показателями: проникающей способностью осколков, дальностью разлета осколков и координат-

ным законом направлений разлета осколков. Так как размеры зоны осколочного поражения заметно превосходят таковые по фугасному фактору, то одним из наиболее важных его показателей является дальность разлета осколков [2, 4, 5]. При этом заметим, что фугасное поражение при меньшем радиусе поражения, по сравнению с осколочным поражением, наносит больший ущерб.

Таким образом, возникает задача определения дальности разлета осколков в случае совершения ТА с использованием ТС и ВУ с ПЭ. Для дальнейших рассуждений воспользуемся официальной информацией, размещенной на сайте Национального антитеррористического комитета России (НАК России) [7]. В табл. 1 приведены приблизительные зоны эвакуации при обнаружении ВУ для различных типов ТС.

Таблица 1

Приблизительные зоны эвакуации при обнаружении ВУ

№	Тип ВУ или предмет	Приблизительные зоны эвакуации, м
1	Взрыв автомобиля типа «Жигули» с ВУ	460
2	Взрыв автомобиля типа «Волга» с ВУ	580
3	Взрыв микроавтобуса с ВУ	920
4	Взрыв грузовой автомашины с ВУ	1240

Представленные в табл. 1 зоны эвакуации потенциально возможно использовать в качестве данных по максимальной дальности разлета осколков, вызванных проведением ТА с использованием ТС. Приведенные данные показывают, что максимальная дальность разлета осколков варьируется в широком диапазоне и определяется [4, 5, 8], в первую очередь, массой ВУ в тротиловом эквиваленте, наличием ПЭ, средством его доставки, наличием препятствий на пути взрывной волны и осколков и некоторыми другими факторами.

Обратимся к работам [4, 5]. Для осколочного поражения известны примерные

вероятности ущерба, описываемые зонами нанесения ущерба: достоверный ущерб с вероятностью $P1 \geq 0,9$, представляющий наиболее близкую зону к эпицентру взрыва; эффективный ущерб с вероятностью $P2 \geq 0,5$; ущерб с вероятностью $P3 \geq 0,2$; минимальный ущерб с вероятностью $P4 \approx 0$, представляющий собой наиболее дальнюю зону от эпицентра взрыва, то есть максимальное расстояние разлета осколков. Приведенные зоны нанесения ущерба поясняются следующим упрощенным графиком (рис. 1), на котором приведены вероятности нанесения ущерба в зависимости от дальности разлета осколков [4, 5].



Рис. 1. Вероятности нанесения ущерба в зависимости от дальности разлета осколков [4, 5]

Рис. 1 показывает известные выводы из теории испытания боеприпасов [4, 5]: с увеличением дальности от эпицентра взрыва уменьшается и вероятность нанесения ущерба осколками. Вместе с тем, в табл. 1 приведены приблизительные зоны эвакуации при обнаружении ВУ, которые по своей сути являются зонами гарантированно безопасного удаления от места взрыва. Зона гарантированного безопасного удаления от места взрыва, с учетом некоторых упрощений, примерно равна двойному расстоянию от зоны, в которой может быть причинен минимальный ущерб с вероятностью $P_4 \approx 0$ [4, 5]. Таким образом, для того, чтобы получить значение максимальной дальности разлета осколков, необходимо значения в табл. 1 уменьшить в 2 раза. Сделав это, возможно получить максимальную дальность разлета осколков.

Так как цели и задачи, которые ставят идеологи философии террора перед собой, в основе своей являются антигуманными и сопряжены с болью и страданием обычных людей, с дестабилизацией и разрушением государственных институтов [2, 8], то конечная цель любого ТА – причинение максимального ущерба. Исходя из этого, при осуществлении ТА с использованием ТС и ВУ с ПЭ, следует рассматривать случаи, связанные с максимальной дальностью

разлета осколков. Воспользуемся приведенными выше данными и вычислим приблизительные дальности разлета осколков, при которых может быть нанесен минимальный ущерб. Известно, что с увеличением расстояния от места взрыва вероятность нанесения ущерба будет уменьшаться до минимальных значений [4, 5]. Причем минимальный ущерб с вероятностью $P_4 \approx 0$ может быть нанесен в наиболее дальней зоне от эпицентра взрыва. В следующей за ней зоне вероятность нанесения ущерба составляет уже $P_3 \geq 0,2$. Исходя из этого, в качестве значения вероятности нанесения ущерба, при которой может быть нанесен минимальный ущерб, целесообразно взять диапазон $P_m \approx 0 \div 0,2$.

Для дальнейших расчетов воспользуемся следующим правилом: для каждого из видов ТС, приведенных в табл. 1, на рис. 1 зафиксируем по оси ОХ в нулевой точке уменьшенную в 2 раза максимальную дальность разлета осколков, а по оси ОУ положим верхнее значение вероятности нанесения ущерба из диапазона $P_m \approx 0 \div 0,2$, то есть значение 0,2. После этого проведем от оси ОУ с соответствующим значением воображаемую горизонтальную линию до пересечения с кривой, и затем опустим от места пересечения вертикальную линию на ось ОХ, представляющую собой даль-

ность разлета осколков. Таким образом, получим значение максимальной дальности разлета осколков при вероятности на-

несения ущерба $P_m \approx 0 \div 0,2$ в зависимости от ТС с ВУ и ПЭ. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Полученные результаты

№	Вид ТС	Максимальная дальность разлета осколков при вероятности нанесения ущерба $P_m \approx 0 \div 0,2$, м
1	Автомобиль типа «Жигули» с ВУ и ПЭ	160
2	Автомобиль типа «Волга» с ВУ и ПЭ	208
3	Микроавтобус с ВУ и ПЭ	328
4	Грузовая автомашина с ВУ и ПЭ	448

Таким образом, приведенные в табл. 2 результаты могут быть использованы для определения расстояния, на котором необходимо устанавливать ИТСЗ, предназначенные для принудительной остановки ТС на удаленном расстоянии от ОТИ, для снижения количества человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры от актов незаконного вмешательства в виде ТА с использованием ТС и ВУ с ПЭ.

Рекомендации и обсуждение

На основе проведенных исследований и результатов из известных работ [1, 3, 8, 9] разработаем общие рекомендации по размещению ИТСЗ, предназначенных для принудительной остановки ТС на удаленном расстоянии от ОТИ, для снижения количества человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры от актов незаконного вмешательства в виде ТА с использованием ТС и ВУ:

- 1) для значительного снижения количества человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры только от фугасного воздействия взрыва даже при большой мощности самодельных ВУ необходимо применять ИТСЗ, предназначенные для принудительной остановки любого типа ТС, на расстоянии не менее 25 метров от ОТИ;
- 2) для значительного снижения количества человеческих жертв и разрушений

объектов инфраструктуры от осколочного воздействия взрыва даже при большой мощности самодельных ВУ с ПЭ необходимо применять ИТСЗ, предназначенные для принудительной остановки любого типа ТС, на расстоянии не менее 448 метров от ОТИ;

3) расстояние, определенное для применения ИТСЗ, предназначенных для принудительной остановки любого типа ТС с ВУ, в случае осколочного воздействия взрыва также позволяет снизить количество человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры и от фугасного воздействия взрыва;

4) расстояние, на котором возможно применение ИТСЗ, предназначенных для принудительной остановки ТС, также потенциально возможно выбирать, при условии проведения дополнительных исследований, исходя из категории ОТИ. Например, для ОТИ с низкой категорией возможно применять минимальные расстояния, полученные для ТС типа «Жигули» или «Волга», а для объектов с высокой категорией – максимальные расстояния;

5) в зависимости от категории ОТИ, на основе полученных результатов возможно внедрение организационных мер, направленных на снижение угрозы совершения ТА, например, путем запрета парковки ТС на определенном расстоянии от ОТИ;

б) представленные в табл. 2 данные и результаты известных работ [1, 8, 10] потенциально могут найти применение при совершенствовании законодательства в соответствующей области;

7) развитие теории и практики применения ИТСЗ, предназначенных для принудительной остановки ТС на удаленном расстоянии от ОТИ, открывает широкие перспективы по автоматизации процесса дистанционной идентификации и контроля доступа ТС на ОТИ.

Выводы

Таким образом, в данной статье, на основе проведенных исследований и результатов из известных работ [1, 3, 8, 9] проведено усовершенствование методов и способов обеспечения безопасности ОТИ от актов незаконного вмешательства в виде ТА с использованием ТС и ВУ с ПЭ. Определены расстояния, на которых необходи-

мо устанавливать ИТСЗ, предназначенные для принудительной остановки ТС на удаленном расстоянии от ОТИ, для снижения количества человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры от актов незаконного вмешательства в виде ТА с использованием ТС и ВУ с ПЭ. Разработаны общие рекомендации по размещению ИТСЗ, предназначенных для принудительной остановки ТС на удаленном расстоянии от ОТИ, для снижения количества человеческих жертв и разрушений объектов инфраструктуры от актов незаконного вмешательства в виде ТА с использованием ТС и ВУ.

Полученные результаты могут найти применение для обеспечения безопасности как ОТИ, так и других охраняемых объектов, от актов незаконного вмешательства в виде ТА с использованием ТС и ВУ с ПЭ.

Список литературы

1. Бондарев, П. В. Физическая защита ядерных объектов / П. В. Бондарев, А. В. Измайлов, А. И. Толстой. — М.: МИФИ, 2008. — 584 с.
2. Буш, М. П. Взрывные устройства и следы их применения / М. П. Буш, О. П. Грибунов, А. В. Макаров. — Иркутск: Восточно-Сибирский институт МВД России, 2005. — 75 с.
3. Гавришев, А. А. Разработка беспроводной имитозащищенной системы идентификация и контроля доступа транспортных средств / А. А. Гавришев, А. П. Жук // Безопасность информационных технологий. — 2018. — Т. 25. — № 1. — С. 41-51.
4. Гельфанд, Б. Е. Объемные взрывы / Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. - СПб.: Астерион, 2008. — 374 с.
5. Косенок, Ю. Н. Способ оценки поражающего действия противопехотных осколочных мин / Ю. Н. Косенок, А. А. Франкевич // Патент РФ № 2789681 от 07.02.2023.
6. Макаренко, С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам / С. И. Макаренко. Монография. — СПб.: Научное издание, 2020. — 204 с.
7. Национальный антитеррористический комитет России. [Электронный ресурс]. — URL: <http://nac.gov.ru/rekomendacii-po-pravilam-lichnoy-bezopasnosti/poryadok-deystviy-dolzhestnyh-lic.html> (дата обращения: 01.02.2024).
8. Пучков, А. С. К вопросу разработки научно-методического аппарата для обоснования принципов применения средств принудительной остановки транспорта при обеспечении защиты объектов военной и гражданской инфраструктуры от террористических актов / А. С. Пучков // Известия РАРАН. — 2023. — № 3. — С. 80-86.
9. Севрюков, Д. В. Рубежи защиты важных объектов. Инженерно-техническая укрепленность в системах комплексной безопасности / Д. В. Севрюков, В. А. Коновалов, Р. С. Хасянов // Системы безопасности. — 2007. — № 1. — С. 117-119.
10. Shvetsov A.V., Sharov V.A., Shvetsova S.V. Method of Protection of Pedestrian Zones Against the Terrorist Attacks Made by Means of Cars Including Off-road Vehicles and Trucks // Eur J Secur Res. — 2017.— № 2. — Pp. 119–129.

References

1. Bondarev P.V., Izmajlov A.V., Tolstoj A.I. Fizicheskaja zashhita jadernyh ob'ektov: Uchebnoe posobie dlja vuzov [Physical protection of nuclear facilities: textbook]. Moscow. MIFI Publ. 2008; 584 p. (In Russian).
2. Bush M.P., Gribunov O.P., Makarov A.V. Vzryvnye ustrojstva i sledy ih primeneniya [Explosive devices and traces of their use]. Irkutsk: Vostochno-sibirskij institut MVD Rossii Publ. 2005; 75 p. (In Russian).
3. Gavrishchev A.A., Zhuk A.P. Development of a wireless protection against imitation system for identification and control of vehicle access. [Development of a wireless image-protected vehicle identification and access control system]. IT Security. 2018; (1): 41-51. (In Russian).
4. Gel'fand B.E., Sil'nikov M.V. Ob'emnye vzryvy [Volume explosions]. SPb.: Asterion Publ., 2008; 374 p. (In Russian).
5. Kosenok Y.N., Franskevich A.A. Spособ otsenki porazhayushchego deystviya protivopekh otnykhoskolocchnykh min. [A method for assessing the damaging effect of anti-personnel fragmentation mines]. Patent RF no. 2789681. 07.02.2023. (In Russian).
6. Makarenko S.I. Protivodejstvie bespilotnym letatel'nym apparatam [Countering unmanned aerial vehicles]. SPb.: Naukoemkie tehnologii Publ., 2020; 204 p. (In Russian).
7. Nacional'nyj antiterroristicheskij komitet Rossii. [The National Anti-Terrorist Committee of Russia]. [Electronic resource]. URL: <http://nac.gov.ru/rekomendacii-po-pravilam-lichnoy-bezopasnosti/poryadok-deystviy-dolzhnostnyh-lic.html> (date of access: 01.02.2024). (In Russian).
8. Puchkov A.S. To the issue of developing a scientific and methodological apparatus for substantiating the principles of application of means of compulsory transportation stop when ensuring the protection of military and civilian infrastructure facilities from terrorist acts. [On the issue of developing a scientific and methodological apparatus to substantiate the principles of the use of means of forced stopping of transport while ensuring the protection of military and civilian infrastructure from terrorist acts]. *Izvestija RARAN*. 2023; (3): 80-86. DOI: 10.53816/20753608_2023_3_80. (In Russian).
9. Sevrjukov D. V., Konovalov V. A., Hasjanov R. S. Rubezhi zashhity vazhnyh ob'ektov. Inzhenerno-tehnicheskaja ukreplennost' v sistemah kompleksnoj bezopasnosti [Lines of protection of important objects. Engineering and technical strength in integrated security systems]. *Sistemy bezopasnosti*. 2007; (1): 117-119. (In Russian).
10. Shvetsov A.V., Sharov V.A., Shvetsova S.V. Method of Protection of Pedestrian Zones Against the Terrorist Attacks Made by Means of Cars Including Off-road Vehicles and Trucks. *Eur J Secur Res*. 2017; (2): 119–129. (In English).

УДК 62-519:621.391
**УСТРОЙСТВО ОРГАНИЗАЦИИ
 ИМИТОЗАЩИЩЕННОГО КАНАЛА
 УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫМ
 РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ
 КОМПЛЕКСОМ ПО
 ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ
 СВЯЗИ**

**THE DEVICE FOR ORGANIZING AN
 IMITATIVELY PROTECTED CONTROL
 CHANNEL FOR AN UNDERWATER
 ROBOTIC COMPLEX VIA A
 HYDROACOUSTIC COMMUNICATION
 LINE**

*Гавришев А.А., доцент ФГБОУ ВО «МГЛУ»,
 магистр ФГАОУ ВО «Национальный
 исследовательский ядерный университет
 «МИФИ» (НИЯУ «МИФИ»), г. Москва;
 E-mail: alexxx.2008@inbox.ru;
 Осипов Д.Л., к.т.н., доцент;
 E-mail: DmtrOsipov@Yandex.ru;
 Панов А.М., магистр ФГАОУ ВО «Северо-
 Кавказский федеральный университет»,
 г. Ставрополь, Россия;
 E-mail: paarmi14@gmail.com*

*Gavrishev A.A., Associate Professor MSLU,
 postgraduate student, National Research Nuclear
 University MEPhI, Moscow;
 E-mail: alexxx.2008@inbox.ru;
 Osipov D.L., Candidate of Engineering Sciences,
 Associate Professor;
 E-mail: DmtrOsipov@Yandex.ru;
 Panov A.M., postgraduate student, North
 Caucasian federal University, Stavropol, Russia;
 E-mail: paarmi14@gmail.com*

*Получено 24.06.2024,
 после доработки 10.07.2024.
 Принято к публикации 23.07.2024.*

*Received 24.06.2024,
 after completion 10.07.2024.
 Accepted for publication 23.07.2024.*

Гавришев, А. А. Устройство организации имитозащищенного канала управления подводным робототехническим комплексом по гидроакустической линии связи / А. А. Гавришев, Д. Л. Осипов, А. М. Панов // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 93–103.

Gavrishev A.A., Osipov D.L., Panov A.M. The device for organizing an imitatively protected control channel for an underwater robotic complex via a hydroacoustic communication line. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 93-103. (In Russ.)

Аннотация

В настоящее время гидроакустические линии связи (далее – ГЛС) начали находить активное применение для передачи управляющих команд, информационных и других видов сообщений в подводных робототехнических комплексах (далее – ПРТК) для решения различных гражданских задач. В данной статье предложен вариант устройства организации имитозащищенного канала управления ПРТК по ГЛС. Проведен анализ известных технических решений организации канала управления ПРТК по ГЛС, обеспечивающих скрытность и защищенность передачи данных. Показано, что вопросам обеспечения имитозащищенности канала управления ПРТК по ГЛС в известных источниках уделено недостаточно внимания. Проведен выбор технологии для построения канала управления ПРТК по ГЛС. С учетом результатов из известных работ и авторских исследований представлена структурная схема варианта устройства организации имитозащищенного канала управления ПРТК по ГЛС и описание его работы. Показано, что разработанное устройство, по сравнению с известными устройствами и системами, обладает более высокой имитозащищенностью передачи данных, в том числе и команд управления.

Ключевые слова: канал управления, гидроакустическая линия связи, робототехнические комплексы, передача данных, имитозащита, псевдослучайные последовательности

Abstract

Currently, hydroacoustic communication lines (HLS) have begun to find active use for transmitting control commands, information and other types of messages in underwater robotic complexes (URC) to solve various civilian tasks. In this article, a variant of the device for organizing an imitatively protected control channel for an URC via a HLS is proposed. The analysis of well-known technical solutions for the organization of the URC channel for HLS, ensuring the security of data transmission, is carried out. It is shown that insufficient attention is paid to the issues of an imitatively protected URC's control channel for HLS in well-known sources. The choice of technology for building an URC's control channel for HLS has been carried out. Taking into account the results of well-known works and author's research, a block diagram of a variant of the device for organizing an imitatively protected control channel for an underwater robotic complex via a hydroacoustic communication line and a description of its operation are presented. It is shown that the developed device, in comparison with known devices and systems, has a higher imitative protection of data transmission, including control commands.

Keywords: control channel, sonar communication line, robotic systems, data transmission, image protection, pseudorandom sequences

Введение

В настоящее время ГЛС начали находить активное применение для передачи управляющих команд, информационных и других видов сообщений в ПРТК для решения различных гражданских задач: для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных и подводных объектах; для исследования и наблюдения подводных объектов; при ремонте подводных частей инженерных сооружений; визуальном осмотре оснований буровых платформ и др. [1, 8-10]. ГЛС ПРТК достаточно часто разворачиваются в удаленных или труднодоступных районах мирового океана и на различных водных объектах, и поэтому к ним предъявляются повышенные требования, например, к дальности связи, скорости передачи данных, помехоустойчивости, скрытности, защищенности передачи данных и др. В силу того, что количество угроз безопасности за последние годы кратно возросло, вопросы обеспечения скрытности и защищенности передачи данных по ГЛС ПРТК, в том числе и управляющих команд, выходят на один из первых планов. Для этих целей многие ГЛС, известные в настоящее время [1, 8-10], строятся с использованием криптографических средств защиты информации, технологий на осно-

ве шумоподобных сигналов (далее – ШПС) и на основе биоподобных сигналов.

В данной работе предлагается обратиться к вопросу обеспечения имитозащищенности канала управления ПРТК по ГЛС. Известно [3, 5, 7], что навязывание ложных данных, в том числе путем деструктивного воздействия структурных помех, как одного из вариантов радиоэлектронного подавления, является одним из самых опасных методов деструктивного воздействия на линии связи, позволяющим нарушить процесс информационного обмена или полностью его подавить и навязать ложные управляющие команды.

Цель исследования

Целью данной статьи является разработка варианта устройства организации имитозащищенного канала управления ПРТК по ГЛС.

Анализ предметной области

Проведем анализ известных технических решений организации канала управления ПРТК по ГЛС, обеспечивающих скрытность и защищенность передачи данных.

В работе [1] предлагается способ, позволяющий осуществлять обмен формализованными сообщениями и командами управления между ПРТК и обеспечива-

ющий приемлемую достоверность поэлементного приёма за счёт использования корреляционного приёма фазоманипулированного сигнала с синхронизацией по несущей информационного сигнала. Кроме этого, предлагаемый способ позволяет обеспечить скрытность процесса передачи сообщений между ПРТК за счёт использования в процессе передачи сообщений гидроакустических сигналов, маскируемых под возможные акустические фоновые шумы известной морской акватории (звуки морских животных, рыб, ракообразных, шумы моря и др.).

В работе [8] предложен способ передачи данных по ГЛС для управления ПРТК, в основу которого положено использование сверхширокополосных хаотических сигналов. С помощью указанного способа возможно повысить помехоустойчивость и скрытность передачи данных ПРТК.

В работе [9] на основе проведенных исследований установлено, что наиболее подходящим алгоритмом для шифрования при передаче данных по ГЛС, в том числе и управляющих команд, является шифр RC4. Показано, что он позволяет достаточно быстро шифровать и дешифровать информацию и применять ключи с переменной длиной. Отмечено, что он также нуждается в доработке, учитывающей особенности ГЛС. Был проведен сравнительный анализ схем построения генераторов псевдослучайных последовательностей (далее – ПСП), показавший, что для повышения стойкости алгоритмов шифрования передаваемой информации в ГЛС рекомендуется использовать схему Фибоначчи, которая позволяет эффективно ее защищать.

В работе [10] отмечено, что безопасность является важной характеристикой ГЛС ПРТК. Проведено исследование влияния атак с навязыванием ложных управляющих команд на ПРТК по ГЛС. Предложен метод противодействия им, основанный, в том числе, на добавлении метки времени к передаваемым данным. Результаты иссле-

дования показали, что предлагаемый метод позволяет уменьшить вероятность воздействия таких атак на канал управления ПРТК по ГЛС.

Приведенные результаты [1, 8-10] показывают, что вопросам обеспечения скрытности и защищенности передачи данных, в том числе и управляющих команд, по ГЛС, как с использованием криптографических средств защиты информации, так и с использованием ШПС, уделяется пристальное внимание. Что нельзя сказать о решении задачи обеспечения имитозащищенности канала управления ПРТК по ГЛС. Поэтому возможно утверждать, что одним из недостатков большинства описанных выше систем является недостаточная имитозащищенность передаваемых данных. Например, известно [7], что злоумышленники с помощью станций гидроакустических помех могут записывать сигналы ГЛС ПРТК, усиливать их и переизлучать в обратном направлении. После этого сигналы стираются и станция готова к новой записи. Во время стирания сигналов прослушивается работа целей. Такой режим работы позволяет непрерывно оценивать обстановку и эффективно подавлять передаваемые данные по ГЛС ПРТК. Действительно, наиболее эффективной помехой для систем связи считается структурная помеха [3, 5, 7], подобная полезному передаваемому сигналу. Достоинством структурных помех является отсутствие явных признаков деструктивных воздействий, что существенно затрудняет своевременное принятие мер защиты от них. Таким образом, деструктивное воздействие структурных помех можно рассматривать как частный случай имитовоздействия (подмены передаваемых сигналов) [3, 5, 7], который может привести к потенциальному перехвату управления ПРТК и выполнению им несанкционированных действий.

Результаты

Известно [3, 5-7], что для обеспечения имитозащиты любой линии связи, в том

числе и ГЛС, необходимо, чтобы злоумышленник не имел возможности создавать сообщения или команды, которые на приемной стороне могут быть восприняты как подлинны. Обычно это достигается путем внесения избыточности в передаваемое сообщение. При этом алгоритм внесения избыточности должен быть скрыт от злоумышленника. Распространенным подходом обеспечения имитозащиты передаваемых данных, в том числе и команд управления, является использование элементов криптографической защиты информации, например, добавлением отрезка информации фиксированной длины, вычисленному по некоторому криптографическому правилу на основе передаваемых данных и ключа [9]. Несмотря на свои достоинства, такой подход имеет и недостатки, среди которых выделяются следующие: вычислительная сложность реализации криптографических алгоритмов, проблема передачи ключевой информации по открытым линиям связи и некоторые другие. Альтернативным подходом к обеспечению имитозащиты линий связи является добавление к передаваемым данным дополнительной

служебной информации, например, меток времени. В частности, такой подход для ГЛС ПРТК представлен в работе [10]. Однако указанное решение также не лишено недостатков, среди которых одним из наиболее серьезных является необходимость синхронизации часов на передающей и приемной сторонах, что является достаточно трудной задачей и может повлечь за собой снижение имитозащищенности передаваемых данных в случае рассинхронизации таких часов.

Для решения задачи повышения уровня имитозащищенности канала управления ПРТК по ГЛС предлагается воспользоваться альтернативным подходом, основанным на использовании принципа «свой-чужой» [2, 6]. Структурная схема устройства (рис. 1), реализующего подобный принцип, состоит из главного устройства (далее – ГУ) и произвольного количества управляемых устройств (далее – УУ). Главным элементом, входящим в состав ГУ и УУ, являются генераторы ПСП с идентичными и хранящимися в секрете функциями генерации последовательности, настроенными на заводе-изготовителе.

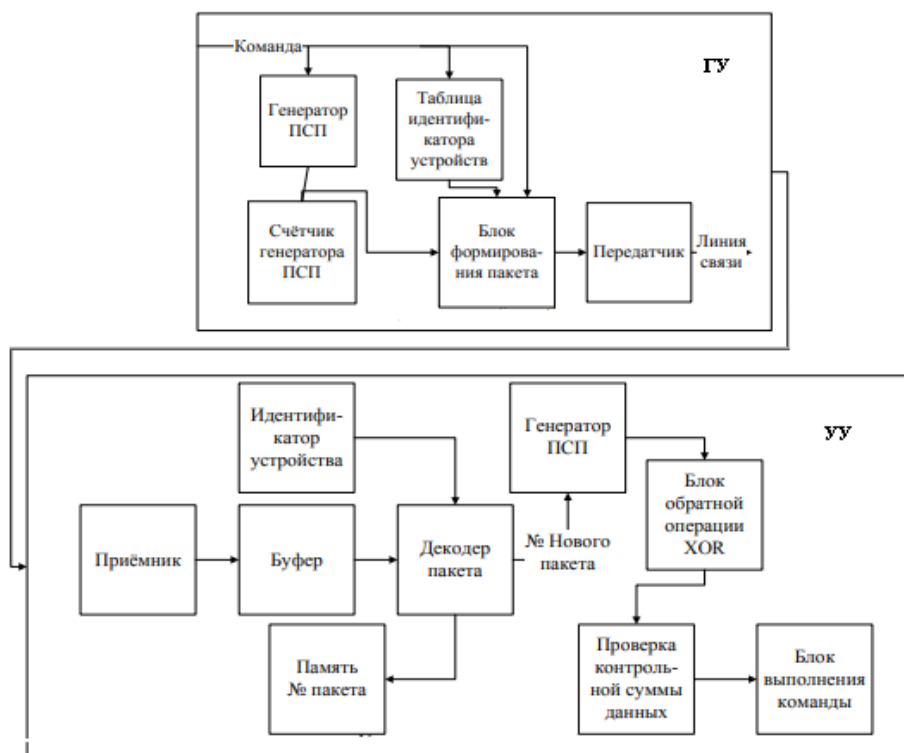


Рис. 1. Структурная схема устройства имитозащищенной передачи данных

Устройство функционирует следующим образом [2, 6]. При отправке команды устройству управления ГУ генерирует очередное значение ПСП. Полученное значение ПСП добавляется к передаваемым данным в виде дополнительного служебного поля. Таким образом, отправляемые данные, помимо обязательных информационных полей, содержат и служебные поля, представленные значением ПСП. На приемной стороне в УУ для корректного принятия передаваемых данных необходимо знать закон генерации ПСП. Пакет данных, полученный УУ, проходит этапы проверки и декодирования информации. В случае совпадения контрольной суммы, представленной ПСП ГУ и вырабатываемой ПСП УУ, команда от ГУ выполняется, а в случае несовпадения полученный пакет отбраковывается, о чем уведомляется ГУ. Таким образом, только удостоверившись в целостности переданного сообщения, УУ выполняет требуемые действия.

Авторами статьи предлагается использовать представленный выше подход для разработки варианта устройства организации имитозащищенного канала управления ПРТК по ГЛС. Для дальнейших исследований необходимо также выбрать вариант построения ГЛС ПРТК. Проведенный выше анализ показал многообразие вариантов их построения [1, 8-10]: с использованием криптографических средств защиты информации, технологий на основе ШПС и на основе биоподобных сигналов. С учетом известных недостатков криптографических средств защиты информации, обратим более пристальное внимание на ГЛС ПРТК, построенные с помощью тех-

нологии на основе ШПС и на основе биоподобных сигналов. При этом отметим, что ГЛС ПРТК, построенные на основе биоподобных сигналов, хоть и являются перспективным подходом к построению ГЛС ПРТК, однако в настоящее время еще не получили широкого распространения и требуют дальнейшей проработки. Исходя из этого, остановимся на проверенном подходе построения ГЛС ПРТК с помощью технологий на основе ШПС. Литературные данные показывают, что в таких технологиях одной из самых важных характеристик являются используемые типы сигналов [1, 4, 8-10]. В известных ГЛС ПРТК часто используются следующие типы сигналов: различные бинарные ПСП, хаотические сигналы и др. Так как в данной работе основное внимание уделяется вопросам обеспечения защищенности и скрытности ГЛС ПРТК, то закономерным является выбор типа сигналов, которые обеспечивают повышенную защищенность и скрытность ГЛС. Известно [4, 8], что из представленных типов сигналов наибольшей защищенностью от несанкционированного доступа обладают хаотические сигналы, которые обладают многочисленными преимуществами по сравнению с бинарными ПСП. Таким образом, в качестве основы для построения ГЛС ПРТК выберем технологию на основе ШПС, в которой используются хаотические сигналы.

С учетом результатов из работы [8] и авторских исследований [2, 6], структурная схема варианта устройства организации имитозащищенного канала управления ПРТК по ГЛС представлена ниже (рис. 2).

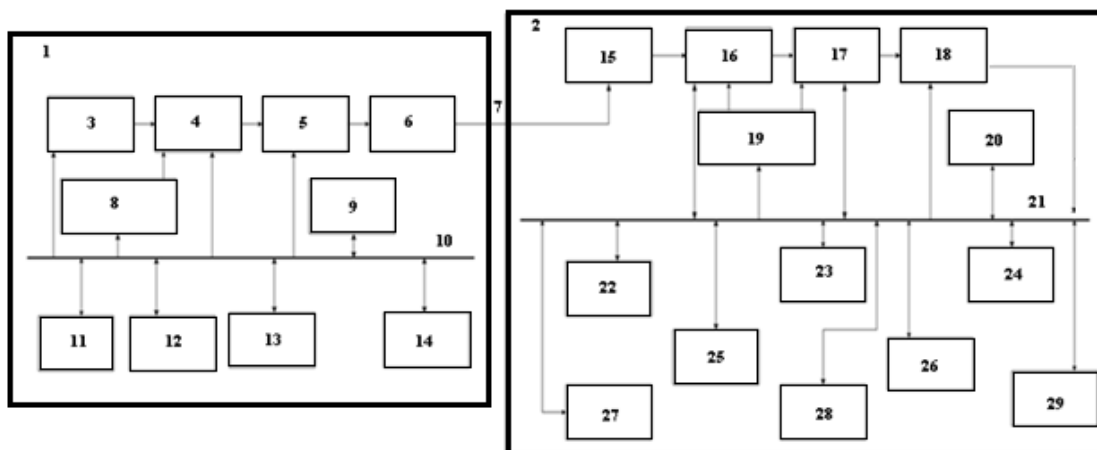


Рис. 2. Структурная схема варианта устройства организации имитозащищенного канала управления ПРТК по ГЛС

Устройство, представленное на рис. 2, состоит из двух основных частей: 1 – передающая часть сервера управления и 2 – приемная часть ПРТК. Передающая часть сервера управления включает в себя: 3 – передающее абонентское устройство, 4 – кодирующее устройство, 5 – передающую аппаратуру, 6 – передающую антенну для отправки данных по ГЛС, 7 – ГЛС, 8 – перезаписываемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) с библиотекой ортогональных сверхширокополосных хаотических сигналов (ОСШПХС) для кодирования данных и синхронизации передающей части, 9 – управляющее устройство передающей части, 10 – общую шину, 11 – блок номера отправленной кодограммы, 12 – ППЗУ серийного номера ПРТК, 13 – генератор ПСП, 14 – блок со списком формализованных команд для управления ПРТК. Приемная часть ПРТК состоит из: 15 – приемной антенны, 16 – приемной аппаратуры, 17 – декодирующего устройства, 18 – приемного абонентского устройства, 19 – ППЗУ с библиотекой ОСШПХС для декодирования данных и синхронизации приемной части, 20 – управляющего устройства приемной части, 21 – общей шины, 22 – блока счетчика цикла, 23 – генератора ПСП, 24 – оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) поступившей кодограммы, 25 – блока хранения и сравнения номера кодограммы, 26 – блока испол-

нительных устройств, 27 – блока устройства сравнения (УС), 28 – ППЗУ серийного номера ПРТК, 29 – блока со списком формализованных команд для управления ПРТК.

Работа предлагаемого устройства осуществляется следующим образом. Для обеспечения корректного функционирования устройства предприятием-изготовителем производится предварительная подготовка следующих блоков передающей части сервера управления и приемной части ПРТК:

- 1) генераторы ПСП инициализируются одинаковыми функциями генерации ПСП;
- 2) в блоках со списком формализованных команд для управления ПРТК осуществляется запись одинаковых наборов формализованных команд;
- 3) ППЗУ с библиотекой ОСШПХС для кодирования и декодирования данных и синхронизации инициализируются одинаковыми массивами ОСШПХС;
- 4) в блоках номера отправленной кодограммы и счетчика цикла производится обнуление значений номеров кодограмм;
- 5) в блоках ППЗУ серийного номера ПРТК записываются одинаковые серийные номера ПРТК.

Работа передающей части сервера управления начинается по поступающему сигналу с управляющего устройства передающей части для формирования передаваемой полезной информации, включаю-

шей в себя, в том числе серийный номер ПРТК, значение ПСП, номер кодограммы и номер команды. Из блока номера отправленной кодограммы подается номер кодограммы на общую шину, по которой номер кодограммы отправляется на передающее абонентское устройство. Из блока ППЗУ серийного номера ПРТК серийный номер через общую шину поступает на передающее абонентское устройство. Из генератора ПСП значение ПСП подается через общую шину на передающее абонентское устройство. Из блока со списком формализованных команд для управления ПРТК номер команды через общую шину подается на передающее абонентское устройство. Далее серийный номер ПРТК, значение ПСП, номер кодограммы, номер формализованной команды из абонентского устройства передаются на кодирующее устройство. Из блока ППЗУ с библиотекой ОСШПХС для кодирования данных и синхронизации подаются ОСШПХС на кодирующее устройство [8]. В кодирующем устройстве производится кодирование данных с помощью массива ОСШПХС. Далее полученный результат передается из кодирующего устройства на передающую аппаратуру, где происходит преобразование сформированного сигнала в аналоговую форму. Далее из передающей аппаратуры сформированный сигнал подается на передающую антенну. Из передающей антенны аналоговый сигнал отправляется по ГЛС на вход приемной антенны приемной части ПРТК. Пакет данных из приемной антенны подается на вход приемной аппаратуры. Приемная аппаратура осуществляет непрерывный поиск сигнала в массиве ОСШПХС (массивы идентичны как для передающей, так и для приемной частей), хранящегося в ППЗУ с библиотекой ОСШПХС для декодирования данных и синхронизации приемной части, за счет осуществления свертки с ним принятого сигнала [8]. При превышении амплитуды сигнала, полученного в результате свер-

ки, над заданным порогом, блоком приемной аппаратуры принимается решение об обнаружении синхросигнала, после чего от него поступает команда через общую шину в управляющее устройство приемной части ПРТК. После обнаружения синхросигнала из управляющего устройства приемной части подается команда через общую шину на приемную аппаратуру на передачу через него полученного информационного сигнала на декодирующее устройство. После этого управляющее устройство приемной части ПРТК дает команду через общую шину на декодирующее устройство на декодирование информационного сигнала, поступившего от блока приемной аппаратуры [8]. После этого декодированный информационный сигнал из декодирующего устройства, через общую шину поступает в ОЗУ поступившей кодограммы. Затем из ОЗУ номера поступившей кодограммы номер кодограммы передается в блок хранения и сравнения номера кодограммы через общую шину. По команде от управляющего устройства приемной части ПРТК полученный номер кодограммы сравнивается с номером предыдущей обработанной кодограммы. Если в результате сравнения выясняется, что номер поступившей кодограммы меньше или равен номеру предыдущей кодограммы, то данная кодограмма бракуется, о чем из блока хранения и сравнения номера кодограммы отправляется уведомление в управляющее устройство приемной части ПРТК через общую шину. Если номер поступившей кодограммы больше номера предыдущей кодограммы, то значение разницы между номером поступившей кодограммы и номером предыдущей кодограммы передается в блок счетчика цикла [2, 6]. Данное значение определит число необходимых итераций цикла генерации очередных значений ПСП так, что, в конечном счете, генератор ПСП сгенерирует значение, идентичное значению ПСП, подготовленному в генераторе ПСП передающей части. Выработанное значение ге-

нератора ПСП через общую шину поступает в блок устройства сравнения, куда одновременно с этим поступает значение ПСП, сгенерированное генератором ПСП передающей части и по команде управляющего устройства приемной части ПРТК происходит их сравнение [2, 6]. Если в результате сравнения выясняется, что значения ПСП не совпадают, то данная кодограмма бракуется, о чем из блока устройства сравнения уведомляется управляющее устройство приемной части ПРТК, в противном случае – в блоке устройства сравнения по команде управляющего устройства приемной части производится сравнение значения серийного номера ПРТК, хранящегося в ОЗУ поступившей кодограммы, со значением серийного номера ПРТК, хранящегося в блоке ППЗУ серийного номера ПРТК. В случае несовпадения данных значений передаваемая кодограмма также бракуется, о чем через общую шину уведомляется блок приемного абонентского устройства ПРТК. В случае совпадения значений серийного номера ПРТК блок устройства сравнения через общую шину подает команду в блок хранения и сравнения номера предыдущей кодограммы на изменение номера кодограммы в приемной части [2, 6]. Далее, если полученный номер совпадает, то разрешается дальнейшая работа, и сигнал отправляется из блока со списком формализованных команд для управления ПРТК на управляющее устройство приемной части ПРТК через общую шину и производится сравнение номера команд передающей и приемной частей. После этого управляющее устройство приемной части разрешает декодированному информационному сигналу из декодирующего устройства поступить в приемное абонентское устройство для дальнейшей работы, связанной с исполнительными устройствами ПРТК [8]. В случае несовпадения пакет данных бракуется и производится обновление номера кодограммы.

Обсуждение

Проведем оценку имитозащищенности разработанного устройства. Для дальнейших исследований остановимся на подходе, предложенном в работах [3, 5]. Его суть состоит в том, что оценка имитозащищенности линий связи от структурных помех проводится с помощью коэффициента временного несовпадения структурной помехи и полезного сигнала на входе демодулятора $\rho \in [0 \div 1]$. Так при $\rho=1$ будут создаваться условия, при которых решающее устройство работает случайным образом [3, 5]. А при $\rho=0$ – соответствовать условиям передачи помехой символа, полностью совпадающего с передаваемым полезным сигналом, то есть будет способствовать его достоверному приему. В частности, получены выражения для оценки помехоустойчивости когерентного и некогерентного приема сигналов с различными видами манипуляций в условиях воздействия структурных помех. В качестве примера ниже приведено выражение для оценки помехоустойчивости когерентного приема сигналов с фазовой манипуляцией (1) в условиях воздействия структурных помех:

$$P_b = Q \left(\sqrt{\frac{E_b + (1-2\rho) \times E_n}{N_0}} \right) \quad (1)$$

где E_b – энергия, приходящаяся на бит (для бинарных передач – на символ); E_n – энергия структурной помехи; N_0 – спектральная плотность мощности шума (в рассматриваемой ситуации, согласно [3, 5] – спектральная плотность мощности структурной помехи); Q – гауссовский интеграл ошибок, ρ – коэффициент временного несовпадения структурной помехи и полезного сигнала на входе демодулятора.

Воспользуемся описанным подходом для оценки имитозащищенности разработанного устройства. Введем следующие ограничения и упрощения:

- 1) в разработанном устройстве используются сигналы с фазовой манипуляцией;
- 2) злоумышленник осведомлен о том,

что по ГЛС передаются данные, и он может их перехватить;

3) данные передаются по идеальной ГЛС и на них оказывают влияние только структурные помехи, созданные злоумышленником;

4) все вычисления носят приближенный характер.

Расчеты, проведенные по выражению (1), представлены на рис. 3 [3, 5].

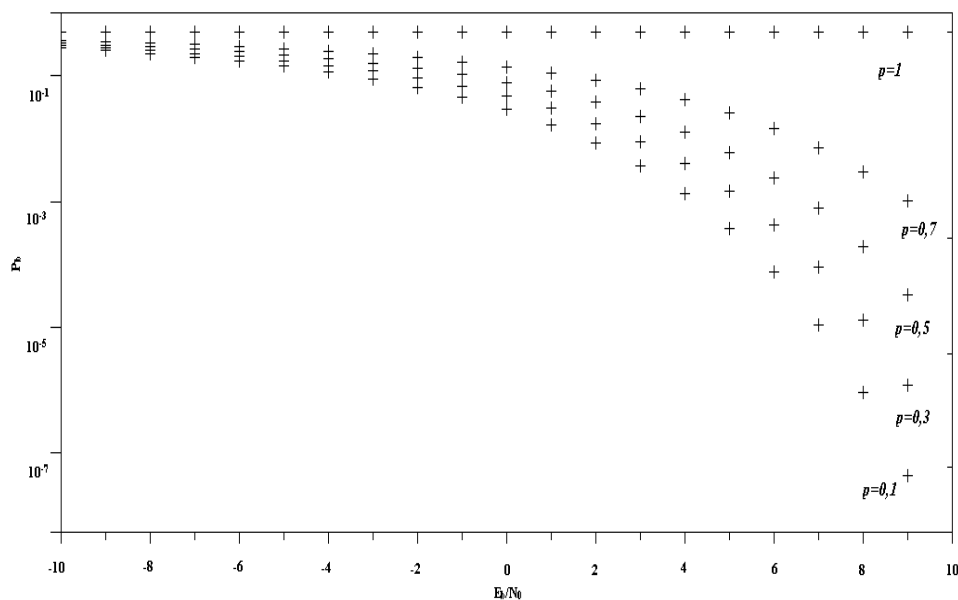


Рис. 3. Усредненная зависимость вероятности битовой ошибки P_b от отношения сигнал/ шум E_b/N_0 при различных значениях p для сигналов с фазовой манипуляцией

Анализ рис. 3 показывает, что реализация процедуры имитонавязывания ГЛС ПРТК, с учетом введенных ограничений и упрощений, связана с обеспечением согласованности структурных помех с полезными сигналами [3, 5], передаваемыми в ГЛС. При этом, несомненно, что устройства, в составе которых есть определенные механизмы по обеспечению имитозащиты передаваемых данных, в том числе и управляющих команд, обеспечивают более эффективный прием сигналов, передаваемых по ГЛС в условиях воздействия структурных помех, по сравнению с устройствами, у которых таких механизмов нет. В частности, возможно предположить, что такие устройства будут обладать более низким отношением E_b/N_0 , необходимым для приема одного бита (символа), так как злоумышленник с меньшей вероятностью сможет оказать с помощью структурных помех деструктивное влияние на демоду-

лятор приемной части ПРТК из-за наличия механизмов по обеспечению имитозащиты. Так, например, разработанное устройство, представленное на рис. 2, содержит в своем составе на приемной и передающей сторонах генераторы ПСП с одинаковыми функциями генерации, которые при каждой передаче данных вырабатывают уникальные значения ПСП и включаются в состав передаваемого пакета. С помощью них возможно установить факт подмены передаваемых данных по ГЛС, выполненных злоумышленником в простейшем случае переизлучением полезного сигнала в обратном направлении [7], и обеспечить более низкое отношение E_b/N_0 , что является показателем эффективности применяемых защитных мер по обеспечению имитозащиты [3, 5]. При этом устройства, у которых нет указанных механизмов, будут обладать более высоким отношением E_b/N_0 , необходимым для приема одного

бита (символа), так как злоумышленник с большей вероятностью сможет оказать с помощью структурных помех деструктивное влияние на демодулятор приемной части ПРТК, что является показателем снижения применяемых защитных мер по обеспечению имитозащиты [3, 5].

Выводы

Таким образом, в данной статье предложен вариант устройства организации имитозащищенного канала управления ПРТК по ГЛС. Проведен анализ известных технических решений организации канала управления ПРТК по ГЛС, обеспечивающих скрытность и защищенность передачи данных. Показано, что вопросам обеспечения имитозащищенности канала управления ПРТК по ГЛС в известных источниках [1, 8-10] уделено недостаточно внимания.

Список литературы

1. Арсентьев, В. Г. Способ передачи дискретных сообщений в гидроакустическом канале / В. Г. Арсентьев, Г. И. Криволапов // Вестник СибГУТИ. – 2021. – № 3. – С. 3-16.
2. Ахмад, С. З. Организация имитозащищенного обмена данными / С. З. Ахмад, В. М. Сафарян // Материалы докладов Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления». – 2020. – № 1-2. – С. 92-93.
3. Гавришев, А. А. К вопросу об оценке помехоустойчивости когерентного приема сигналов с различными видами манипуляций в системах радиоохраны в условиях воздействия структурных помех / А. А. Гавришев, Д. Л. Осипов, В. А. Гимбицкий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. № 4 (35) – 10 с.
4. Гавришев, А. А. Сравнительный анализ хаотических сигналов и известных шумоподобных сигналов по критерию скрытности / А. А. Гавришев // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы IV МНПК, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. Ч. II. – М.: АГПС МЧС России, 2020. – С. 470-475.
5. Дворников, С. В. Оценка имитостойкости каналов управления с частотной модуляцией / С. В. Дворников, А. А. Погорелов, М. А. Вознюк, Р. В. Иванов // Информация и космос. – 2016. – № 1. – С. 32-35.
6. Осипов, Д. Л. Устройство имитозащищенного обмена данными с сокрытием содержания передаваемых данных / Д. Л. Осипов, В. А. Гимбицкий, А. А. Гавришев и др. // Патент РФ № 2780401 от 22.09.2022.
7. Палий, А. И. Радиоэлектронная борьба / А. И. Палий. 2-е изд. – М.: Воениздат, 1989. – 350 с.
8. Скнар, А. В. Способ передачи данных / А. В. Скнар, С. А. Тошов, А. А. Разин и др. // Патент РФ № 2691745 от 18.06.2019.
9. Филиппов, Б. И. Выбор ключей шифрования для гидроакустического канала связи / Б. И. Филиппов, А. С. Щедрина // Сборник научных трудов НГТУ. – 2018. – № 3-4 (93). – С. 116-135.

Проведен выбор технологии для построения канала управления ПРТК по ГЛС. С учетом результатов из работы [8] и авторских исследований [2, 6], представлена структурная схема варианта устройства организации имитозащищенного канала управления ПРТК по ГЛС и описание его работы. Проведена оценка имитозащищенности разработанного устройства с помощью подхода, изложенного в работах [3, 5].

Разработанное устройство, по сравнению с известными устройствами и системами, позволяет:

- повысить защищенность от навязывания ложных данных, в том числе и команд управления, при их передаче по ГЛС ПРТК;
- определить, нарушена ли имитозащита передаваемых данных.

10. Filippo, Campagnaro Replay-Attack Countermeasures for Underwater Acoustic Networks / Filippo, Campagnaro, Davide Tronchin, Alberto Signori et al. // *Global Oceans*. – 2020. – Pp. 1-9.

References

1. Arsent'ev V.G., Krivolapov G.I. Sposob peredachi diskretnykh soobshchenii v gidroakusticheskom kanale [A method for transmitting discrete messages in a sonar channel]. *Vestnik SibGUTI*. 2021; № 3: 3-16. (In Russian).

2. Akhmad S.Z., Safaryan V.M. Organizatsiya imitozashchishchennogo obmena dannymi [Organization of an image-protected data exchange]. *Materialy dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Elektronnye sredstva i sistemy upravleniya»*. 2020; № 1-2: 92-93. (In Russian).

3. Gavrishev A.A., Osipov D.L., Gimbitskii V.A. K voprosu ob otsenke pomekhustoichivosti kogherentnogo priema signalov s razlichnymi vidami manipulyatsii v sistemakh radiookhrany v usloviyakh vozdeistviya strukturnykh pomekh [On the issue of assessing the noise immunity of coherent signal reception with various types of manipulations in radio protection systems under the influence of structural interference]. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*. 2021; T. 9. № 4 (35): 10. (In Russian).

4. Gavrishev A.A. Sravnitel'nyi analiz khaoticheskikh signalov i izvestnykh shumopodobnykh signalov po kriteriyu skrytnosti [Comparative analysis of chaotic signals and known noise-like signals by the criterion of secrecy]. *Grazhdanskaya oborona na strazhe mira i bezopasnosti: Materialy IV MNPK, posvyashchenoi Vsemirnomu dnyu grazhdanskoi oborony. Ch. II. M.: AGPS MChS Rossii*. 2020; 470-475. (In Russian).

5. Dvornikov S.V., Pogorelov A.A., Voznyuk M.A., Ivanov R.V. Otsenka imitostoičnosti kanalov upravleniya s chastotnoi modulyatsiei [Assessment of the stability of control channels with frequency modulation]. *Informatsiya i kosmos*. 2016; №1: 32-35. (In Russian).

6. Osipov D.L., Gimbitskii V.A., Gavrishev A.A. i dr. Ustroistvo imitozashchishchennogo obmena dannymi s sokrytiem soderzhaniya peredavaemykh dannykh [The device of an image-protected data exchange with concealment of the content of the transmitted data]. Patent RF № 2780401 ot 22.09.2022. (In Russian).

7. Palii A. I. Radioelektronnaya bor'ba [Electronic warfare]. 2-e izd. M.: Voenizdat. 1989; 350. (In Russian).

8. Sknarya A.V., Toshchov S.A., Razin A.A. i dr. Sposob peredachi dannykh [Data transfer method]. Patent RF № 2691745 ot 18.06.2019. (In Russian).

9. Filippov B.I., Shchedrina A.S. Vybor klyuchei shifrovaniya dlya gidroakusticheskogo kanala svyazi [Selection of encryption keys for the sonar communication channel]. *Sbornik nauchnykh trudov NGTU*. 2018; № 3–4 (93): 116–135. (In Russian).

10. Filippo Campagnaro, Davide Tronchin, Alberto Signori et al. Replay-Attack Countermeasures for Underwater Acoustic Networks. *Global Oceans*. 2020; 1-9. (In English).

УДК 656.085

**СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ
БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ
ПО МАРШРУТНОЙ СЕТИ
ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА
РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ**

**A COMPREHENSIVE SAFETY
ASSESSMENT SYSTEM
FOR THE PASSENGER TRANSPORT
ROUTE NETWORK
AT THE REGIONAL LEVEL**

Евтюков С.А., д.т.н., профессор кафедры наземных транспортно-технологических машин;
Голов Е.В., к.т.н., доцент;
E-mail: egorgoloff@yandex.ru;
Сорокина Е.В., аспирант кафедры транспортных систем ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург, Россия;
E-mail: eva.sorok@mail.ru

Evtuykov S.A., doctor of engineering sciences, professor at the Department of ground transport and technological machines;
Golov E.V., candidate of engineering sciences, associate professor;
E-mail: egorgoloff@yandex.ru;
Sorokina E.V., postgraduate student, Department of Transport Systems, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia;
E-mail: eva.sorok@mail.ru

*Получено 14.05.2024,
после доработки 06.06.2024.
Принято к публикации 07.06.2024.*

*Received 14.05.2024,
after completion 06.06.2024.
Accepted for publication 07.06.2024.*

Евтюков, С. А. Система комплексной оценки безопасности движения по маршрутной сети пассажирского транспорта на региональном уровне / С. А. Евтюков, Е. В. Голов, Е. В. Сорокина // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 104–112.

Evtuykov S.A., Golov E.V., Sorokina E.V. A comprehensive safety assessment system for the passenger transport route network at the regional level. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 104-112. (In Russ.)

Аннотация

Одной из ключевых задач в функционировании пассажирских перевозок на автомобильном транспорте является обеспечение безопасности движения на маршрутах общественного транспорта. Безопасность движения зависит от множества условий, охватывающих различные аспекты деятельности автотранспортных предприятий и всех специалистов, работающих в этой сфере. Для обеспечения высокого уровня безопасности во время автобусных перевозок важно, чтобы каждый из составляющих её факторов надёжно функционировал и все они находились во взаимодействии друг с другом. В рамках проведенного исследования были изучены компоненты, формирующие безопасность дорожного движения региональной маршрутной сети, а также разработана система её комплексной оценки, позволяющая оценивать как отдельные участки дорог, так и всю маршрутную сеть в целом.

Ключевые слова: автомобильная дорога, транспорт, дорожное хозяйство, дорожно-транспортное происшествие, безопасность дорожного движения, маршрутная сеть

Abstract

One of the key tasks in the functioning of passenger transportation by road is to ensure traffic safety on public transport routes. Traffic safety depends on a variety of conditions covering various aspects of the activities of road transport companies and all specialists working in this field. To ensure a high level of safety during bus transportation, it is important that each of its constituent factors function reliably and all of them interact with each other. As part of the study, the components that form the road safety of the regional route network were studied, and

a system for its comprehensive assessment was developed that allows evaluating both individual road sections and the entire route network as a whole.

Keywords: highway, transport, road infrastructure, traffic accident, road safety, route network

Проблема обеспечения безопасности дорожного движения (далее – БДД) на автомобильных дорогах существует с момента начала широкого развития автомобильного транспорта, трансформируясь и приобретая различные формы. Особой сферой повышенной ответственности и риска является наземный общественный транспорт (маршрутные транспортные средства), которые согласно положениям Правил дорожного движения Российской Федерации (далее – ПДД) представляют собой транспортные средства общего пользования, предназначенные для перевозки по дорогам людей и движущиеся по установленному маршруту с обозначенными остановочными пунктами (далее – остановка) [2, 3].

Инфраструктура транспорта является жизненно важным элементом экономического и социального развития любой страны мира. В Российской Федерации развитию транспортной инфраструктуры уделяется особое внимание, что отражено в Транспортной стратегии на период до 2030 г. Основной целью этой стратегии является удовлетворение потребностей экономики и общества в высококачественных и доступных транспортных услугах. Ключевым стратегическим направлением развития транспортной системы является сбалансированное и опережающее развитие инфраструктуры. В краткосрочной перспективе планируется реализовать ряд проектов, направленных на устранение существующих ограничений транспортной инфраструктуры [9]. В долгосрочной перспективе предполагается создание высокотехнологичной интегрированной транспортной системы, которая будет обеспечивать потребности экономики и общества в XXI веке.

Сбалансированное и опережающее развитие транспортных сетей позволит создать условия для экономического роста, улучшить качество жизни населения и по-

высить транспортную доступность регионов.

В рамках осуществления политики социально-экономического развития Ленинградской области особое внимание уделяется содержанию и улучшению транспортной инфраструктуры, в том числе – повышению БДД. Реализуются государственные программы, направленные на достижение этой цели (рис. 1).

Реализация государственных программ в области обеспечения БДД в Ленинградской области способствует улучшению транспортной ситуации, сохранению жизни и здоровья людей, созданию безопасных условий для всех участников дорожного движения.

В течение последних пяти лет (2019-2023 г.) на территории Ленинградской области наблюдается позитивная динамика по показателю количества зарегистрированных дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) (рис. 2). С 2019 г. общее количество ДТП снизилось на 36%, количество раненых – на 41%, погибших – на 24%. Социальные кампании, целью которых являлись популяризация БДД и привлечение внимания граждан к факторам риска на автомобильных дорогах, в полной мере оказали свое позитивное воздействие. Дополнительно был усилен надзор за техническим состоянием коммерческого и общественного транспорта, что в свою очередь также способствовало повышению безопасности на дорогах. Важными шагами стали и трансформация системы подготовки начинающих водителей, а также развитие систем фиксации нарушений, которые помогают контролировать соблюдение ПДД. Таким образом, консолидация предпринятых мер сыграла одну из ключевых ролей в создании безопасных условий на дорогах региона и страны в целом.

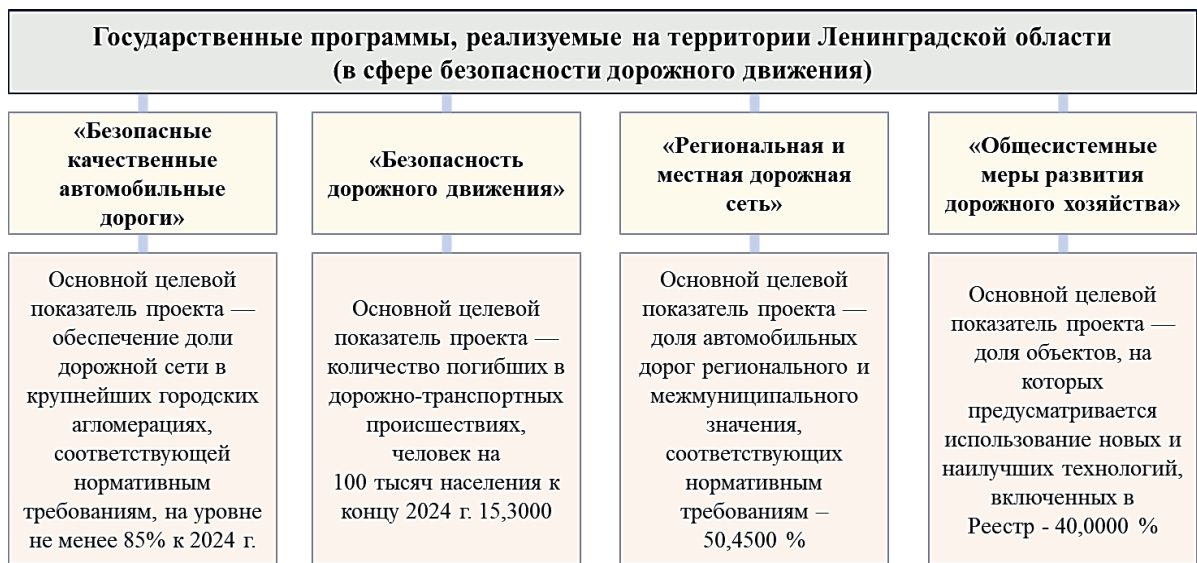


Рис. 1. Государственные программы в сфере БДД, реализуемые на территории Ленинградской области

Однако наряду с этим необходимо отметить и возрастающий из года в год показатель тяжести ДТП (количество погибших в расчете на 100 пострадавших). Причиной этому стали, в первую очередь, возросшее

количество нарушений скоростного режима, а также растущая интенсивность движения транспортных потоков, связанная с развитием внутреннего туризма в России.

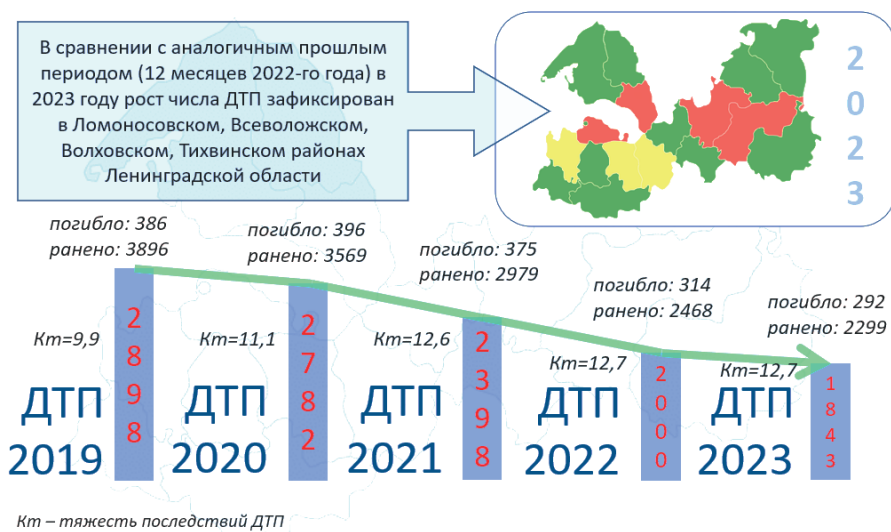


Рис. 2. Динамика основных показателей аварийности в Ленинградской области с 2019 по 2023 г.

Основным индикатором успешности реализации того или иного государственного проекта являются здоровье, безопасность и комфорт ежедневных пользователей общественного транспорта – пассажиров. 1 февраля 2024 г. на территории Ленинградской области стартовала масштабная транспортная реформа, которая затронула 90 смежных межрегиональных маршру-

тов в ближней агломерации (в непосредственной близости к г. Санкт-Петербургу). В рамках данной программы на различных маршрутах введено более 400 комфортабельных маршрутных транспортных средств, оснащенных современными датчиками, позволяющими отслеживать колебания величины пассажиропотока в режиме реального времени и, соответственно,

корректировать количество автобусов на линии в конкретный момент.

Безопасность работы маршрутной сети складывается из множества взаимосвязанных параметров, таких как: функциональные свойства подвижного состава,

характеристика дорожной инфраструктуры, дорожные условия, транспортно-эксплуатационные свойства автомобильных дорог, а также их геометрические параметры, заложенные при проектировании и строительстве (рис. 3) [5, 7].



Рис. 3. Система БДД маршрутной сети

Безопасность движения на автобусных маршрутах зависит от множества факторов [1, 8]:

1. Состояние дорожного покрытия: дефекты дорожного покрытия, такие как выбоины, трещины и колеиность, могут создавать опасность для движения автобусов и провоцировать возникновение аварийных ситуаций.

2. Наличие технических средств организации дорожного движения: отсутствие или недостаточное/избыточное количество дорожных знаков, светофоров, разметки и барьерных ограждений снижает видимость и БДД.

3. Освещение дорог: отсутствие или недостаточное освещение в темное время суток делает движение на автобусных маршрутах более опасным.

4. Конструкция автомобильной дороги: крутые повороты, узкие полосы движения и перепады высот могут затруднять движение автобусов и создавать дополнительные риски.

5. Инфраструктура для пассажиров: остановки общественного транспорта, оборудованные навесами, лавочками и информационными табло, повышают удобство, комфорт и безопасность для пассажиров.

6. Состояние подвижного состава: исправность автобусов, соблюдение технических норм и своевременное прохождение технического обслуживания являются залогом безопасного движения общественного транспорта.

7. Квалификация водителей: профессионализм, соблюдение ПДД и знание особенностей маршрута водителями автобусов существенно влияют на безопасность.

В последние годы набирают популярность инновационные технологии, которые позволяют повысить безопасность на автобусных маршрутах [4]:

– спутниковые системы слежения: отслеживание местоположения автобусов в режиме реального времени позволяет диспетчерам и пассажирам видеть ситуацию

на маршруте и оперативно реагировать на любые происшествия;

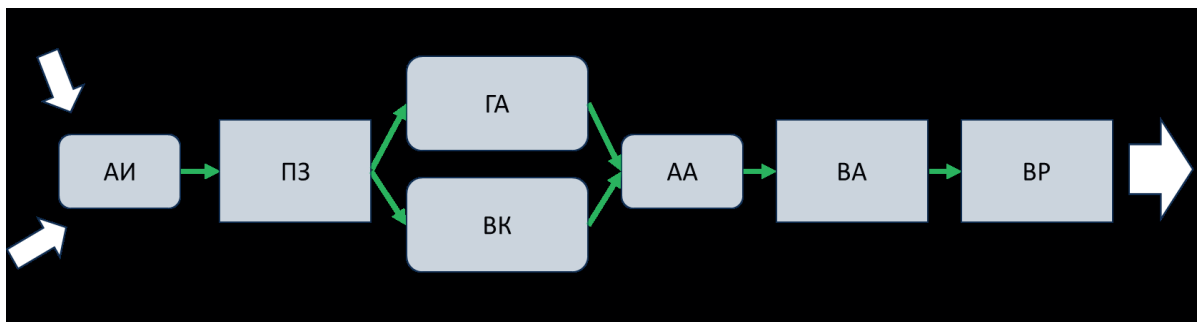
– видеорегистраторы: установка видеорегистраторов в автобусах позволяет фиксировать нарушения ПДД и аварийные ситуации;

– интеллектуальные системы управления движением: эти системы используют датчики, камеры и программное обеспечение для оптимизации дорожного движения, сокращения заторов и повышения безопасности.

Обеспечение БДД на маршрутах следования общественного транспорта как участках повышенной важности является серьезной проблемой, решение которой требует скоординированного комплексного подхода. Несмотря на наличие существующих правил и нормативов, в настоящее время отсутствует единая система обеспечения безопасности на автобусных маршрутах, которая учитывала бы все факторы, влияющие на безопасность перевозок пассажиров. Отсутствие единого подхода к обеспечению БДД и разделенная ответственность в случае, когда один автобусный маршрут пролегает по дорогам разной категории и принадлежности, приводит к разрозненным и несогласованным действиям.

Учесть совокупность всех факторов, влияющих на безопасность маршрутной сети Ленинградской области, и тем самым существенно повысить безопасность на автомобильных дорогах возможно с помощью разработанной «Системы комплексной оценки безопасности маршрутной сети» (далее – СКОБ). Данная система представляет собой адаптивный механизм, который учитывает множество факторов, влияющих на БДД. Она позволяет оценивать как отдельные участки дорог, так и всю маршрутную сеть в целом. Система

позволяет учесть следующие факторы: технические характеристики дорог (ширина, наличие разделительных полос и пр.), организация дорожного движения (разделение транспортных потоков, дорожная разметка, дорожные знаки и пр. технические средства организации дорожного движения), условия видимости, состояние дорожного покрытия, частота и тяжесть ДТП, плотность дорожного движения. Учет взаимодействия различных факторов приводит к возникновению синергетического эффекта, который характеризуется тем, что действие нескольких этих факторов существенно превосходит эффект каждого отдельного компонента в виде их простой суммы за счет свойства эмерджентности. Так, сочетание хорошей видимости и качественной разметки может существенно повысить безопасность на дороге, тогда как каждый из этих факторов в отдельности имеет меньший эффект. Алгоритм работы СКОБ основан на построении системы поддержки принятия решения (далее – СППР) для управления деятельностью по обеспечению БДД на маршрутах следования общественного транспорта (рис. 4). Самообучающаяся система использует результаты натурных обследований более 150 трасс регулярных автобусных маршрутов Ленинградской области на соответствие требованиям обеспечения БДД как в весенне-летний, так и в осенне-зимний период. Данные обследования были произведены с целью проверки соблюдения ПДД, которые требуют точные данные о техническом состоянии и уровне содержания дорог, улиц и их инженерного обустройства, а также конкретные факторы, влияющие на безопасность регулярных пассажирских перевозок автомобильным транспортом.



AI	Анализ информации	VA	Выбор альтернатив
PZ	Постановка задачи	VP	Выбор решения
GA	Генерация альтернатив	Ioc	Обратная связь
BK	Выбор критерия	Ivx	Входная информация
AA	Анализ альтернатив	Iy	Управляющая информация

Рис. 4. Алгоритм работы СПДР

Пользователь (оператор) на основе анализа информации от объекта управления и информации от концептуальной модели производит постановку задачи, решение которой должно позволить наилучшим об-

разом управлять объектом в данной ситуации. Концептуальная схема системы поддержки принятия решения представлена на рис. 5.

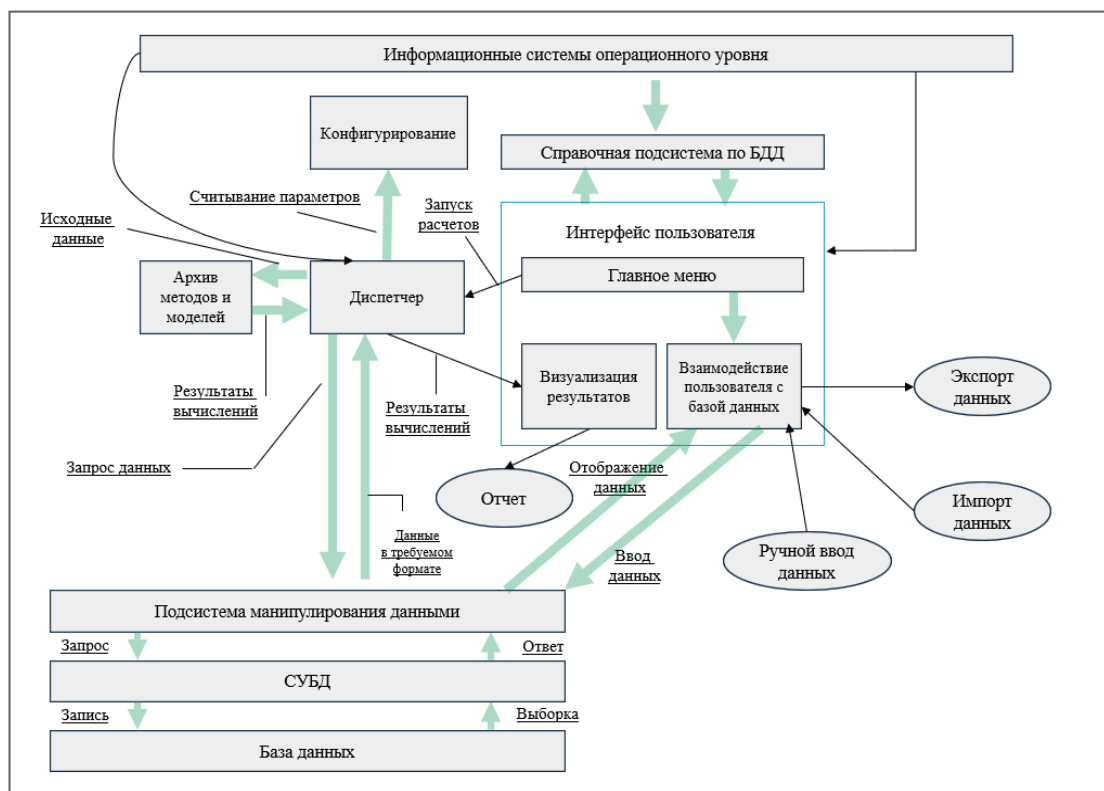


Рис. 5. Концептуальная схема функционирования СПДР

Использование системы комплексной оценки безопасности позволяет:

- выявлять проблемные участки дорожной сети и принимать меры по их устранению;

- оптимизировать организацию дорожного движения;

- повышать информированность участников дорожного движения о потенциальных опасностях;

- снизить аварийность и тяжесть последствий ДТП;

- обеспечить эффективное и качественное функционирование действующей дорожной и транспортной инфраструктуры.

Сфера обеспечения БДД представляет собой многогранную и комплексную систему взаимосвязанных элементов транспортно-дорожного комплекса. Эффективность и слаженность работы всех её элементов на каждом этапе развития и использования транспортной системы напрямую влияют на уровень БДД. Учет всех влияющих фак-

торов с определением веса (коэффициента значимости) каждого из них в конкретных условиях и использование синергетического эффекта позволяют существенно повысить уровень безопасности региональной маршрутной сети. В современных условиях, когда транспортные потоки становятся все более плотными и многообразными, а технологические возможности постоянно развиваются, поддержание высокого уровня БДД требует комплексного подхода, участия всех заинтересованных сторон и постоянной адаптации к меняющимся условиям. Таким образом, предложенная СКОБ является эффективным инструментом для обеспечения БДД на маршрутах следования общественного автомобильного транспорта, который может найти широкое применение в рамках реализации Распоряжения Правительства РФ № 3097-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли РФ до 2030 г.».

Список литературы

1. Golov E., Evtyukov S., Protsuto M., Evtyukov S., Sorokina E. Influence of the road surface roughness (according to the International Roughness Index) on road safety // *Transportation Research Procedia*. – 2022. – 63 (5). – P. 999–1006.

2. Kvitchuk A., Kvitchuk M., Evtyukov S., Golov E. Indicators of Road Safety as a Phenomenon of National Security of the State // *Lecture Notes in Networks and Systems*. – 2022. – Vol. 247. – P. 159–168.

3. Голов, Е. В. Влияние спектральной плотности ординат микропрофиля автомобильной дороги на результаты диагностического обследования / Е. В. Голов, С. С. Евтюков, Е. В. Сорокина // *Мир транспорта и технологических машин*. – 2023. – № 2 (81). – С. 35–43.

4. Голов, Е. В. Интеграция кинематики реального времени в систему автомобильного транспорта для контроля соблюдения скоростных ограничений и обеспечения БДД / Е. В. Голов, С. С. Евтюков, Е. В. Сорокина // *Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте : сборник статей международной научно-практической конференции, Липецк, 20–21 апреля 2022 года*. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2022. – С. 22–28.

5. Голов, Е. В. Проблемные вопросы использования спутниковой навигации при оценке состояния факторов «дорога» и «среда» в системе ВАДС / Е. В. Голов, Е. В. Сорокина, С. С. Евтюков // *Вестник гражданских инженеров*. – 2022. – № 4 (93). – С. 141–150.

6. Голов, Е. В. Специфика колееобразования как фактора риска дорожно-транспортных происшествий в подсистеме «Автомобильная дорога» / Е. В. Голов, Е. В. Сорокина, С. С. Евтюков // *Транспорт Урала*. – 2023. – № 2 (77). – С. 79–85.

7. Коломеец, А. А. Возможности эксплуатации высокоавтоматизированных транс-

портных средств в дорожном движении / А. А. Коломеец, Е. В. Куракина // Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте : Сборник статей международной научно-практической конференции, Липецк, 20–21 апреля 2022 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2022. – С. 65–71.

8. Куракина, Е. В. Методология обеспечения безопасности дорожного движения по критерию «нулевой смертности» в дорожно-транспортных происшествиях : специальность 29.50.00 : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Куракина Елена Владимировна. – Орел, 2022. – 424 с.

9. Сорокина, Е. В. Многомерный анализ распределения дорожно-транспортных происшествий на дорожной сети Ленинградской области / Е. В. Сорокина, В. В. Шпет, Я. Д. Гончарова, Е. В. Голов // Транспортное дело России. – 2023. – № 1. – С. 294–297.

References

1. Golov E., Evtjukov S., Protsuto M., Evtjukov S., Sorokina E. Influence of the road surface roughness (according to the International Roughness Index) on road safety. *Transportation Research Procedia*. 2022; 63 (5): 999-1006. (In English).

2. Kvitchuk A., Kvitchuk M., Evtjukov S., Golov E. Indicators of Road Safety as a Phenomenon of National Security of the State. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022; 247: 159-168. (In English).

3. Golov E.V., Evtjukov S.S., Sorokina E.V. Vlijanie spektral'noj plotnosti ordinat mikroprofilja avtomobil'noj dorogi na Rezul'taty diagnosticheskogo obsledovanija [The effect of the spectral density of the ordinates of the microprofile of the highway on the results of the diagnostic examination]. *Mir transporta i tehnologicheskikh mashin*. 2023; 2 (81): 35-43. (In Russian).

4. Golov E.V., Evtjukov S.S., Sorokina E.V. Integracija kinematiki real'nogo vremeni v sistemu avtomobil'nogo transporta dlja kontrolja sobljudenija skorostnyh ogranichenij i obespechenija BDD [Integration of real-time kinematics into the road transport system to monitor compliance with speed limits and ensure road safety]. *Infokommunikacionnye i intellektual'nye tehnologii na transporte : sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Lipeck, 20-21 aprelya 2022 goda*. Lipeck: Lipeckij gosudarstvennyj tehničeskij universitet, 2022; 22-28. (In Russian).

5. Golov E.V., Sorokina E.V., Evtjukov S.S. Problemnye voprosy ispol'zovanija sputnikovoj navigacii pri ocenke sostojanija faktorov «doroga» i «sreda» v sisteme VADS [Problematic issues of using satellite navigation in assessing the state of the "road" and "environment" factors in the VADS system]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2022; 4 (93): 141-150. (In Russian).

6. Golov E.V., Sorokina E.V., Evtjukov S.S. Specifika koleeobrazovanija kak faktora riska dorozhno-transportnyh proisshestvij v podsiseme «Avtomobil'naja doroga» [The specifics of track formation as a risk factor for road accidents in the "Highway" subsystem]. *Transport Urala*. 2023; 2 (77): 79-85. (In Russian).

7. Kolomeec A.A., Kurakina E.V. Vozmozhnosti jekspluatacii vysokoavtomatizirovannyh transportnyh sredstv v dorozhnom dvizhenii [The possibilities of using highly automated vehicles in road traffic]. *Infokommunikacionnye i intellektual'nye tehnologii na transporte : sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Lipeck, 20-21 aprelya 2022 goda*. Lipeck: Lipeckij gosudarstvennyj tehničeskij universitet, 2022; 65-71. (In Russian).

8. Kurakina E.V. Metodologija obespechenija bezopasnosti dorozhno-transportnyh proisshestvijah : special'nost' 29.50.00 : dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehničeskikh nauk [Methodology for ensuring road safety according to the criterion of "zero mortality" in road accidents]. *Orel, 2022; 424*. (In Russian).

9. Sorokina E.V., Shpet V.V., Goncharova Ja.D., Golov E.V. Mnogomernyj analiz raspredelenija dorozhno-transportnyh proisshestvij na dorozhnoj seti Leningradskoj oblasti [Multidimensional analysis of the distribution of traffic accidents on the road network of the Leningrad region]. *Transportnoe delo Rossii*. 2023; 1: 294-297. (In Russian).

УДК 614.8

**ПРОГНОЗ ОБСТАНОВКИ РАЗЛИВА
ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА
ПРИ КРУШЕНИИ БПЛА**

**FORECAST OF THE SITUATION OF A
DIESEL FUEL SPILL
IN THE EVENT OF A UAV CRASH**

*Мельникова А.С., аспирант, инженер кафедры «Безопасность производства и промышленная экология»;
E-mail: annamel7@mail.ru;
Кострюкова Н.В., к.х.н., доцент кафедры «Безопасность производства и промышленная экология» ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия;
E-mail: kostrukova@list.ru.*

*Melnikova A.S., PhD student, Engineer at the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia;
E-mail: annamel7@mail.ru;
Kostryukova N.V., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Industrial Safety and Industrial Ecology, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia;
E-mail: kostrukova@list.ru*

*Получено 28.06.2024,
после доработки 06.07.2024.
Принято к публикации 17.07.2024.*

*Received 28.06.2024,
after completion 06.07.2024.
Accepted for publication 17.07.2024.*

Мельникова, А. С. Прогноз обстановки разлива дизельного топлива при крушении БПЛА / А. С. Мельникова, Н. В. Кострюкова // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 112–116.

Melnikova A.S., Kostryukova N.V. Forecast of the situation of a diesel fuel spill in the event of a UAV crash. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 112-116. (In Russ.)

Аннотация

В статье производится подбор и расчет мероприятий по ликвидации аварийного разлива дизельного топлива на водной поверхности в результате крушения беспилотных летательных аппаратов. Произведен анализ обстановки, в результате которого рассчитан объем перевозимого дизельного топлива и радиус пленки при гравитационно-вязком режиме растекания пятна. Предложен способ ликвидации последствий разлива с использованием боновых заграждений, нефтесборщика-скиммера и нефтесорбента.

Keywords: unmanned aerial vehicles, UAV crash, oil spill response, diesel fuel, spill, oil sorbents, booms, emergency situation

Abstract

The article selects and calculates measures to eliminate an emergency spill of diesel fuel on the water surface as a result of a UAV crash. An analysis of the situation was carried out, as a result of which the volume of transported diesel fuel and the radius of the film were calculated in the gravitationally viscous spreading mode of the stain. A method for eliminating the consequences of a spill using booms, an oil skimmer and an oil sorbent is proposed.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, крушение БПЛА, ликвидация разливов нефтепродуктов, дизельное топливо, разлив, нефтесорбенты, боновые заграждения, чрезвычайная ситуация

Введение

Развитие авиации не стоит на месте, с каждым годом авиаконструкторы решают вопросы не только по улучшению аэродинамических качеств воздушного транспорта, но и по обеспечению безопасности пассажиров и экипажа. Одним из активно развивающихся направлений, позволяющих реализовывать новые идеи, является создание беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) [1].

БПЛА активно используются в отраслях топливно-энергетического комплекса, они позволяют проводить инспекции различных критически важных объектов: нефтегазовых месторождений, трубопроводов и др. Так, например, в исследовании [2] рассматривалось применение БПЛА «Тахион» для контроля утечек газа и нефти в режиме реального времени с использованием программных алгоритмов MASK R-CNN, Slic superpixels, Treshlding histograms и OpenCV+ FFmpeg.

БПЛА имеют широкое применение при транспортировке груза в труднодоступные регионы. Эта задача особенно актуальна для РФ, так как около 28 тыс. населенных пунктов общей численностью до 14 млн человек изолированы от магистральных транспортных сетей и не имеют круглогодичного доступа к основным транспортным услугам [3].

Несмотря на преимущества беспилотных летательных аппаратов, существуют различные риски и угрозы, связанные с их эксплуатацией, такие как крушение, столкновения с людьми, зданиями, авиатехникой и др. [4].

Крушение воздушного транспорта может быть вызвано различного рода причинами, начиная от простой технической неисправности, заканчивая человеческим фактором, в том числе нарушением техники безопасности во время эксплуатации летательного аппарата. Крушение БПЛА может привести к трагическим последствиям, особенно если он перевозил опасный груз.

Целью данного исследования является моделирование ликвидации аварийного разлива дизельного топлива при крушении БПЛА.

Анализ обстановки при аварии

Рассмотрим ситуацию, в которой БПЛА при перевозке дизельного топлива терпит крушение в реке Таз на расстоянии 4 км от точки взлета, в результате чего происходит разлив нефтепродуктов и загрязнение водоема.

Для достижения поставленной цели необходимо произвести расчет зоны поражения согласно [5]. Для начала нужно определить максимальный объем дизельного топлива, перевозимого на БПЛА. В качестве БПЛА рассмотрен беспилотник типа «ТРАМП», грузоподъемность модели составляет 250 кг. Дизельное топливо производится по ГОСТ 305-2013, согласно которому его плотность при 20°C не более 860 кг/м³. Для перевозки нефтепродуктов в небольших количествах преимущественно используют металлические бочки, примерный вес бочки емкостью 100 л равен 8 кг, 200 л равен 14 кг. Предположим, что на борту находятся 2 бочки – одна емкостью 100 л, другая – 200 л, тогда максимальный вес дизельного топлива, перевозимого на БПЛА, составит 228 кг, а объем перевозимого дизельного топлива – 0,265 м³.

Радиус пленки при гравитационно-вязком режиме растекания пятна определяется по формуле:

$$R_H = K_2 (\lambda g V_H^{\frac{3}{2}} t^{\frac{1}{2}} U^2)^{1/6} \quad (1)$$

где K_2 – константа, равная 1,45;

$\lambda = (\rho_v - \rho_n) / \rho_v$ – относительная разность плотностей воды ρ_v и нефтепродукта ρ_n к плотности воды; g – ускорение свободного падения - 9,81 м/с²; V_H – объем нефтепродукта, м³; t – время с момента пролива нефтепродукта, с (3600 с); ν – кинематический коэффициент вязкости воды, м²/с (1793 10⁻⁶ м²/с); ρ_n – плотность жидкого нефтепродукта, кг/м³.

Таким образом, радиус пленки при гравитационно-вязком режиме растекания пятна равен 22,9 м.

Мероприятия по ликвидации последствий аварии

Расчет сил и средств для ликвидации разлива нефтепродуктов производится исходя из объема выполняемых работ и тактикотехнических характеристик имеющихся сил и средств, а также времени, необходимого на ликвидацию чрезвычайной ситуации. В качестве способа ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов был выбран механический метод, а именно использование боновых заграждений, применение нефтесборщика-скиммера и доочистка с использованием нефтесорбента.

Требуемое количество боновых заграждений, препятствующих растеканию нефтепродуктов, рассчитано как соотношение периметра нефтяного пятна и длины бонового заграждения [6].

Быстро разворачиваемые боны постоянной плавучести устанавливаются с берега в 2 ряда, т.к. с одним заграждением происходит эффект «прохождения пятна» под бонами, поэтому принимаем, что периметр пятна условно будет стремиться к длине окружности и составит 143, 8 м.

Глубина реки Таз в нижнем течении составляет около 3 м [7]. Исходя из этого, в качестве бонового заграждения выберем «БЗ-1000», имеющее длину одной секции 10 м, глубину подводной части 1000 мм. Согласно расчету, потребное количество боновых заграждений составляет 15 шт.

Для расчёта необходимого объема емкостей для собираемых нефтепродуктов необходимо учитывать процесс эмульгирования нефтепродуктов. Объем собираемой водонефтяной эмульсии будет больше, чем объем нефтепродуктов, участвующих в разливе. Объем эмульсии рекомендуется рассчитывать с допущением, что весь объем нефтепродуктов, участвующих в разливе, эмульгируется с содержанием воды –

80% в объеме нефтепродуктов [5]. Исходя из вышеописанного, объем емкостей для сбора водонефтяной эмульсии составит 0,477 м³.

В качестве скримера рассмотрим вакуумную установку «ВАУ-2», так как она обеспечивает достаточную мобильность. Производительность данной мотопомпы составляет 10 м³/час, а объем ее емкостей составляет 0,6 м³. Исходя из вышесказанного, скример выкачает разлившееся дизельное топливо примерно за 3 минуты.

Согласно [6], скиммеры удаляют 60% нефтепродуктов, необходима такая мера, как применение сорбентов для ликвидации оставшегося объема нефтепродуктов, который будет составлять 0,191 м³.

По объему и плотности нефти (нефтепродукта) проводим расчет массы оставшейся пленки. Количество сорбента (кг) рассчитывается по массе пленки нефтепродукта, которая не может быть собрана нефтесборщиками. В качестве нефтесорбента подобран сорбент из свекловичного жома, изученный в работе [8], имеющий сорбирующую емкость по нефтепродуктам 3,97 (Ссп), тогда масса сорбирующего материала равна 41,4 кг.

Заключение

Таким образом, смоделированы мероприятия по ликвидации аварийного разлива дизельного топлива при крушении БПЛА. Произведен анализ обстановки, в результате которого рассчитан объем перевозимого дизельного топлива и радиус пленки при гравитационно-вязком режиме растекания пятна. Предложен способ ликвидации последствий разлива с использованием боновых заграждений, нефтесборщика-скиммера и нефтесорбента. Подобрано соответствующее оборудование для минимизации негативных последствий при ликвидации аварийного разлива. Полученные данные могут быть использованы для построения стратегии ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов на водной поверхности.

Список литературы

1. Айроян, З. А. Мониторинг магистральных нефтепроводов с помощью беспилотных летательных аппаратов / З. А. Айроян, О. А. Коркишко, Г. В. Сухарев // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4. – С. 1–8.
2. Соловьев, М. О. Исследование возможностей беспилотных летательных аппаратов в решении проблем утечек газа и нефти / М. О. Соловьев // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 2 (77). – С. 41–45.
3. Лавриненко, П. А. Транспортная доступность как индикатор развития региона / П. А. Лавриненко, А. А. Ромашина, П. С. Степанов, П. А. Чистяков // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 6 (177). – С. 136–146.
4. Долгих, Д. Н. Преимущества интеграции беспилотных авиационных систем в воздушное пространство Российской Федерации / Д. Н. Долгих, А. С. Мельникова, Р. Ф. Нугуманов, С. И. Семёнов, Н. В. Кострюкова // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 4. – С. 86–91.
5. Главное управление МЧС России по Ярославской области. [Электронный ресурс]. – URL: https://76.mchs.gov.ru/uploads/resource/2021-12-14/metodicheskie-rekomendacii_16394894801175847597.pdf (дата обращения: 01.05.2024).
6. Терентьев, И. А. Методика расчета сил и средств при ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов / И. А. Терентьев // VII Всероссийская научно-практическая конференция для студентов и учащейся молодежи «Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении». – Томск : ТПУ, 2016. – С. 32–34.
7. Долгов, А. А. Методы оценки параметров разлива нефти и процессов его контролируемого горения в ледовых условиях Арктической зоны Российской Федерации / А. А. Долгов // Безопасная Арктика-2023. – Москва : МЧС России, 2023. – С. 70–84.
8. Кострюкова, Н. В. Анализ сорбирующих характеристик модифицированного отхода сахарного производства / Н. В. Кострюкова, А. С. Мельникова, А. М. Платонова // Вестник НЦБЖД. – 2022. – № 3 (53). – С. 108–116.

References

1. Hayroyan Z.A., Korkishko O.A., Sukharev G.V. Monitoring of oil trunk pipelines using unmanned aerial vehicles [Monitoring of oil trunk pipelines using unmanned aerial vehicles]. *Engineering Bulletin of the Don*. 2016; 4: 1-8. (In Russian).
2. Solovyov M.O. Investigation of the capabilities of unmanned aerial vehicles in solving problems of gas and oil leaks [Investigation of the capabilities of unmanned aerial vehicles in solving problems of gas and oil leaks]. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2023; №2 (77): 41-45. (In Russian).
3. Lavrinenko P.A., Romashina A.A., Stepanov P.S., Chistyakov P.A. Transport accessibility as an indicator of regional development [Transport accessibility as an indicator of regional development]. *Problems of forecasting*. 2019; № 6 (177): 136-146. (In Russian).
4. Dolgikh D.N., Melnikova A.S., Nugumanov R.F., Semenov S.I., Kostryukova N.V. Advantages of integrating unmanned aircraft systems into the airspace of the Russian Federation [Advantages of integrating unmanned aircraft systems into the airspace of the Russian Federation]. *Successes of modern natural science*. 2022; № 4: 86-91. (In Russian).
5. The Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Yaroslavl region. [Electronic resource]. [The Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Yaroslavl region]. URL: https://76.mchs.gov.ru/uploads/resource/2021-12-14/metodicheskie-rekomendacii_16394894801175847597.pdf (date of reference: 05/01/2024). (In Russian).

6. Terentyev I.A. Methods of calculating forces and means in the liquidation of oil and petroleum products spill [The method of calculating forces and means in the liquidation of oil and petroleum products spills]. VII All-Russian scientific and practical conference for students and students «Progressive technologies and economics in mechanical engineering». Tomsk : TPU. 2016. 32-34. (In Russian).

7. Dolgov A.A. Methods for estimating the parameters of an oil spill and its controlled combustion processes in the ice conditions of the Arctic zone of the Russian Federation. Safe Arctic-2023. Gorenje [Methods for evaluating the parameters of an oil spill and the processes of its controlled combustion in the ice conditions of the Arctic zone of the Russian Federation]. Moscow : Ministry of Emergency Situations of Russia. 2023; 70-84. (In Russian).

8. Kostryukova N.V., Melnikova A.S., Platonova A.M. Analysis of sorbing characteristics of modified sugar production waste [Analysis of the sorption characteristics of modified sugar production waste]. *Vestnik NCBŽD*. 2022; № 3 (53): 108-116. (In Russian).

УДК 504.054

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ
ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО
ЗАВОДА**

**MEASURES FOR REDUCING
GREENHOUSE GAS EMISSIONS
FROM THE REFINERY**

*Насырова Э.С., к.т.н., доцент;
E-mail: ElinaSagitovna@yandex.ru;
Зулпикаров А.З., магистрант кафедры
безопасности производства и промышленной
экологии Уфимского университета науки и
технологий, г. Уфа, Россия*

*Nasyrova E.S., candidate of engineering sciences,
associate professor;
E-mail: ElinaSagitovna@yandex.ru;
Zulpikarov A.Z., postgraduate student,
department of production safety and industrial
ecology, Ufa University of Science and
Technology, Ufa, Russia*

*Получено 03.06.2024,
после доработки 10.06.2024.
Принято к публикации 17.06.2024.*

*Received 03.06.2024,
after completion 10.06.2024.
Accepted for publication 17.06.2024.*

Насырова, Э. С. Мероприятия по снижению выбросов парниковых газов нефтеперерабатывающего завода / Э. С. Насырова, А. З. Зулпикаров // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 116–121.

Nasyrova E.S., Zulpikarov A.Z. Measures for reducing greenhouse gas emissions from the refinery. *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 116-121. (In Russ.)

Аннотация

В работе проанализированы особенности процесса образования парниковых газов на нефтеперерабатывающем заводе. Проведена оценка источников, видов и объемов стационарных и фугитивных выбросов. Рассмотрены климатические проекты для нефтеперерабатывающего завода. Выполнена оценка эффективности мероприятий по замене основного топлива технологических печей (гудрон) на природный газ. Рассчитано прогнозируемое поглощение углекислого газа зелеными насаждениями, на примере сосны обыкновенной.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающий завод, гудрон, парниковый газ, климатический проект, природный газ, поглощение, зеленые насаждения

Abstract

The paper analyzes the features of the greenhouse gas formation process at an oil refinery. The sources, types and volumes of stationary and fugitive emissions have been assessed. Climate

projects for an oil refinery are considered. An assessment of the effectiveness of measures to replace the main fuel of process furnaces (tar) with natural gas has been carried out. The predicted absorption of carbon dioxide by green spaces is calculated, using the example of Scots pine.

Keywords: oil refinery, tar, greenhouse gas, climate project, natural gas, absorption, green spaces

В настоящее время парниковые газы (далее – ПГ) играют существенную роль в изменении климата и поэтому активно реализуются различные климатические проекты, направленные на сокращение (предотвращение) выбросов парниковых газов или увеличение их поглощения. Согласно ФЗ № 296 от 02.07.2021 к парниковым газам относятся газообразные вещества природного или антропогенного происхождения, которые поглощают и переизлучают инфракрасное излучение. В Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 октября 2021 года № 2979-р определен перечень парниковых газов, состоящих на государственном учете. Главной проблемой выбросов парниковых газов является формирование излишнего нагрева нижних слоев атмосферы, что ведет к повышению средней температуры на поверхности Земли и как следствие изменению климата [1].

Одной из отраслей промышленности, осуществляющей выбросы парниковых газов, является нефтеперерабатывающая. Источниками выбросов ПГ на нефтеперерабатывающих заводах (далее – НПЗ) являются различные технологическое оборудование и производственные процессы переработки нефти. Основные парниковые газы нефтеперерабатывающей отрасли – углекислый газ и метан. Установлено, что более половины выбросов ПГ приходится на технологические печи и котельное оборудование. При этом до сих пор отсутствует надзор за отчетностью НПЗ по выбросам ПГ. Однако в стране активно идет процесс разработки и внедрения законодательной базы для контроля объемов выбросов ПГ. Основным инструментом регулирования является категорирование предприятий по объемам выбросов ПГ с последующим предоставлением отчетности.

Объектом исследования является типовое предприятие нефтепереработки топливно-масляного профиля, которое имеет в эксплуатации объекты и установки топливного, газо-каталитического, масляного и товарного производства. Переработка нефти с получением товарных нефтепродуктов осуществляется по традиционным схемам, включающим нагревательные печи, ректификационные колонны, холодильно-конденсационное оборудование, насосы, компрессоры, а также товарно-сырьевые парки. Основной проблемой объекта исследования является использование в технологических печах в качестве топлива гудрона, при сжигании которого высвобождается большое (по сравнению с другими видами топлива) количество парниковых газов (диоксид углерода) и соответственно создается «лишняя» углеродная нагрузка на окружающую среду.

Согласно Приказу Минприроды России №371 от 27.05.2022 для предприятий нефтеперерабатывающего комплекса рассматривают 2 типа выбросов ПГ. Стационарные – от стационарного сжигания топлива и фугитивные – организованные и неорганизованные выбросы CO_2 и CH_4 . Основными источниками стационарных выбросов парниковых газов на объекте исследования являются технологические печи установок, которые суммарно используют более 15 млн т гудрона в год. Суммарный выброс CH_4 из организованных и неорганизованных источников составляет около 1600 т в год. Фугитивные выбросы CO_2 на предприятие не замеряются.

Для расчетов объема выброса парниковых газов от технологических печей применен Приказ Минприроды России №371 от 27.05.2022. Суммарный выброс

CO₂ составил около 46 млн т в год. Анализируя результаты расчетов, установлено, что рассматриваемое предприятие относится к категории регулируемых, согласно ФЗ № 296. Тем самым установлена необходимость в реализации климатических проектов, направленных на сокращение выбросов парниковых газов.

Наибольший интерес для нефтеперерабатывающей промышленности представляют технологические проекты категорий CCS (Carbon capture and storage) и CCUS (Carbon capture, utilization and storage). Оба подхода имеют промышленную область применения и, на данный момент, являются наиболее перспективными проектами по сокращению углеродного следа нефтеперерабатывающих предприятий. Например, в работе [3] авторы оценили сокращение выбросов CO₂ на НПЗ ис-

пользуя модель LEAP. Chan W.N. и др. в своей работе [4] оценили экономическую эффективность перехода НПЗ на углеродно-нейтральный тип топлива и применение технологии CCS. В работе [5] авторы провели детальный анализ применимости технологии CCS в зависимости от параметров технологических печей. Yáñez É. и др. в своей работе [6] рассмотрели различные подходы по уменьшению выбросов CO₂ на НПЗ, в том числе применение биотоплива.

В данной работе для сокращения объемов выбросов ПГ предложен климатический проект, основанный на переводе технологических печей на более углеродно-нейтральное топливо. В качестве замены предлагается природный газ. Сравнение объемов выбросов парниковых газов до и после замены топлива графически интерпретировано на рис. 1.

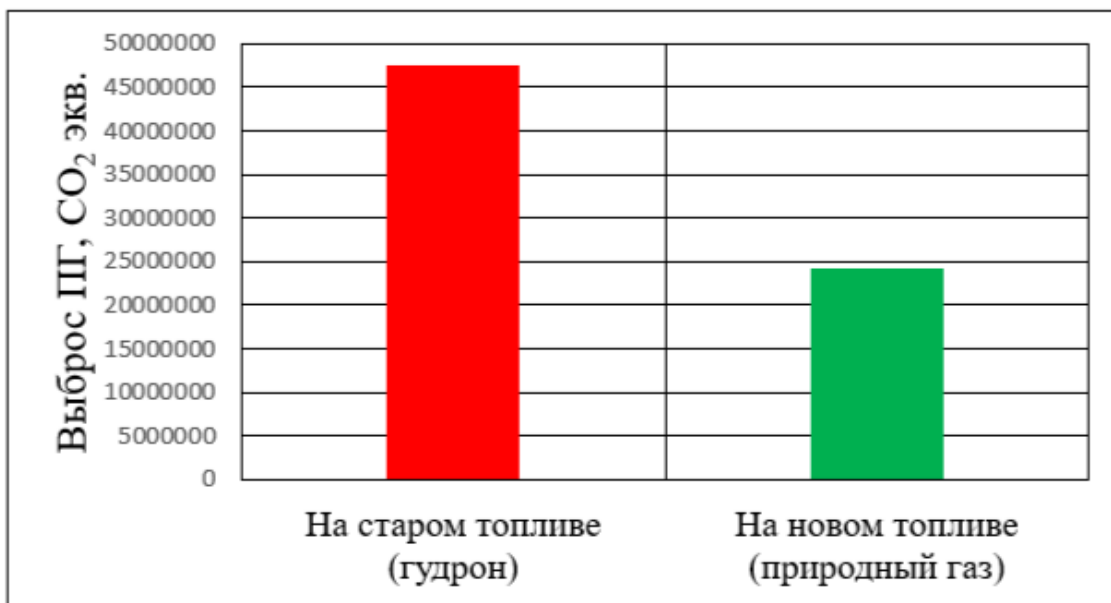


Рис. 1. Сравнение объемов выбросов парниковых газов до и после замены топлива технологических печей

В результате установлено, что при реализации климатического проекта выбросы ПГ снизятся почти в 2 раза.

В качестве дополнительного климатического проекта, направленного на поглощение CO₂, предложен проект по высадке деревьев. Расчеты прогнозируемого поглощения углерода деревьями проводились согласно методике МГЭИК РАН, реализо-

ванной в форме программного обеспечения. Для определения основных расчетных морфологических параметров насаждений использовались типовые таблицы роста деревьев [7]. Типовая динамика изменения индекса морфологического параметра насаждения (сосна обыкновенная) представлена на рис. 2.

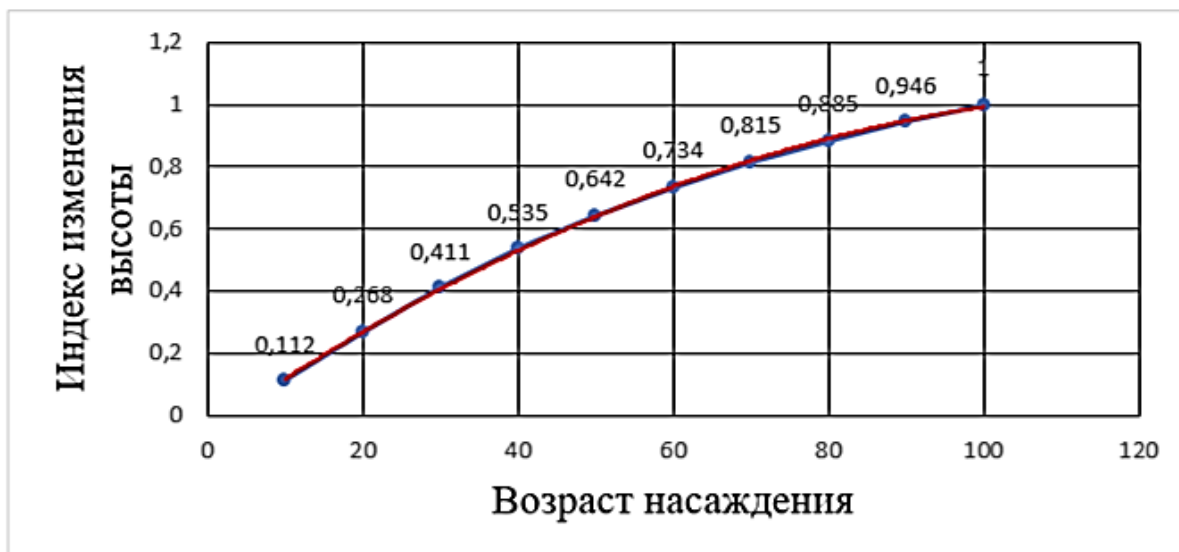


Рис. 2. Динамика изменения индекса морфологического параметра насаждения

Как видно из рис. 2, характер зависимости динамики изменения индекса роста имеет экспоненциальный характер. Пиковое значение высоты сосны обыкновенной в 100 лет составляет 30 м.

Исходные данные для расчета прогнозируемого поглощения ПГ высаживаемыми насаждениями, представляющие собой параметры зоны насаждения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета прогнозируемого поглощения зелеными насаждениями

Параметр	Значение
Площадь насаждения, га	11
Начальный возраст в таблицах хода роста, лет	10
Конечный возраст в таблицах хода роста, лет	30
Шаг по возрасту в таблицах хода роста, лет	1
Код типа почвы	4
Тип почвы	Черноземная
Время, прошедшее с прекращения пахотной обработки почвы, лет	30

Результаты моделирования прогнозируемого накопления углерода, в CO₂ эквиваленте высаженными саженцами представлено на рис. 3.

По результатам расчетов установлено, что прогнозируемое поглощение состави-

ло 2780,064 т CO₂ экв. Необходимое количество деревьев для рассадки составляет 1114 шт. Среднее значение поглощение CO₂ одним деревом за прогнозный период составил 2,5 т CO₂ экв.

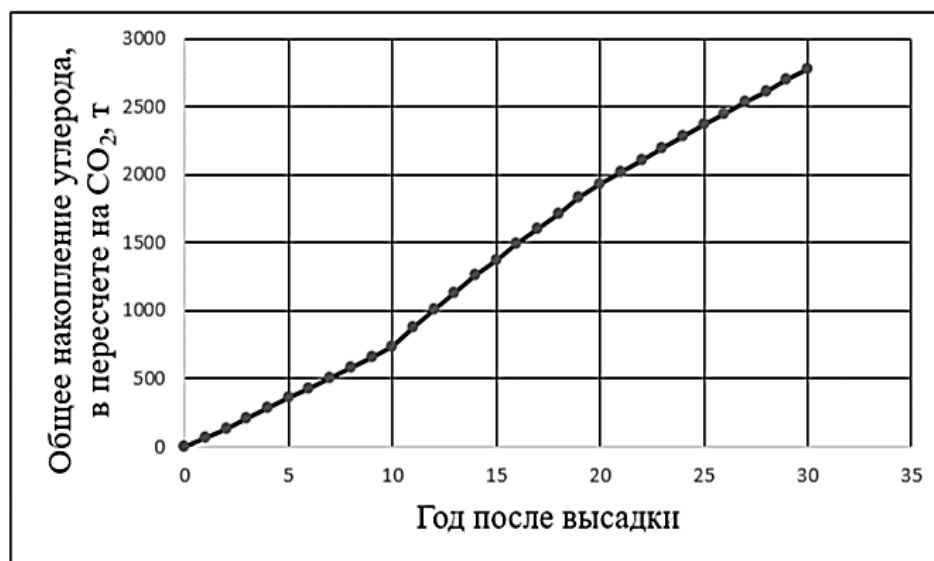


Рис. 3. Прогнозируемое накопление углерода, в CO_2 эквиваленте высаженными саженцами

По результатам расчетов установлено, что прогнозируемое поглощение составило 2780,064 т CO_2 экв. Необходимое количество деревьев для рассадки составляет 1114 шт. Среднее значение поглощение CO_2 одним деревом за прогнозный период составил 2,5 т CO_2 экв.

Результаты исследования показывают, что нефтеперерабатывающие заводы являются значительными источниками выбросов парниковых газов. Для сокращения выбросов CO_2 необходимо применять

комплексные меры. Замена традиционных видов топлива на природный газ и высадка зеленых насаждений представляют собой эффективные способы снижения выбросов парниковых газов. Таким образом, представленный анализ показывает, что успешная реализация мероприятий по снижению выбросов парниковых газов требует интегрированного подхода, включающего технологические, экологические и нормативные аспекты.

Список литературы

1. Хайрулина, С. Н. Исследование острова тепла города Уфы по данным пунктов наблюдения / С. Н. Хайрулина, Г. Ю. Смертин, Е. А. Васильева, Э. С. Насырова, А. Н. Елизарьев, А. Р. Хамитов // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 5. – С. 84–89.
2. Ekemezie I.O., Digieme W.N. Climate change mitigation strategies in the oil & gas sector: a review of practices and impact // Engineering Science & Technology Journal. – 2024. Vol. 5. – №. 3. – P. 935–948.
3. Park S. Assessment of CO₂ emissions and its reduction potential in the Korean petroleum refining industry using energy-environment models // Energy. – 2010. – Vol. 35. №. 6. – P. 2419–2429.
4. Chan W.N. Assessment of CO₂ emission mitigation for a Brazilian oil refinery / Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2016. – Vol. 33. – P. 835–850.
5. Madugula A.C.S. Estimation of CO₂ emissions from petroleum refineries based on the total operable capacity for carbon capture applications // Chemical Engineering Journal Advances. – 2021. Vol. 8. – P. 100162.
6. Yáñez É. Fully integrated CO₂ mitigation strategy for an existing refinery: A case study in Colombia // Applied Energy. 2022. Vol. 313. – P. 118771.
7. Хлюстов, В. К. Экологическая типизация хода роста древостоев / В. К. Хлюстов,

А. В. Лебедев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2016. – № 4 (32). – С. 5-18.

References

1. Hajrulina S.N., Smertin G.Yu., Vasil'eva E.A., Nasyrova E.S., Elizar'ev A.N., Hamitov A.R. Issledovanie ostrova tepla goroda Ufy po dannym punktov nablyudeniya [The study of the heat island of Ufa according to the data of observation points]. *Advances in current natural sciences*. 2022; № 5: 84-89. (In Russian).
2. Ekemezie I.O., Digieme W.N. Climate change mitigation strategies in the oil & gas sector: a review of practices and impact. *Engineering Science & Technology Journal*. 2024; Vol. 5. №. 3: 935-948. (In English).
3. Park S. Assessment of CO₂ emissions and its reduction potential in the Korean petroleum refining industry using energy-environment models. *Energy*. 2010. Vol. 35. №. 6: 2419–2429. (In English).
4. Chan W.N. Assessment of CO₂ emission mitigation for a Brazilian oil refinery / *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2016; Vol. 33: 835–850. (In English).
5. Madugula A.C.S. Estimation of CO₂ emissions from petroleum refineries based on the total operable capacity for carbon capture applications. *Chemical Engineering Journal Advances*. 2021. Vol. 8. P. 100162. (In English).
6. Yáñez É. Fully integrated CO₂ mitigation strategy for an existing refinery: A case study in Colombia // *Applied Energy*. 2022; Vol. 313: 118771. (In English).
7. Hlyustov V.K., Lebedev A.V. Ekologicheskaya tipizaciya hoda rosta drevostoev [Ecological typification of the growth of stands]. *Vestnik of Volga State University of Technology Series «Forest. Ecology. Nature Management»*. 2016; № 4 (32): 5-18. (In Russian).

УДК 656.13

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕРОВНОСТЕЙ НА РЕЖИМ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

THE EFFECT OF ARTIFICIAL UNEVENNESS ON THE MODE OF MOVEMENT OF VEHICLES

Николаева Р.В., к.т.н., доцент кафедры
«Цифровые дорожные технологии»;
E-mail: nikolaeva1@bk.ru;

Логинова О.А., к.т.н., доцент кафедры
«Автомобильные дороги, мосты и тоннели»
ФГБОУ ВО «Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет»;

E-mail: loginova@kgasu.ru;

Сиразов Н.Н., инженер-проектировщик
ООО «Символ Про», г. Казань, Россия;
E-mail: sirazovniyaz@inbox.ru

Nikolaeva R.V., candidate of engineering
sciences, associate professor, Department of
digital road technologies;
E-mail: nikolaeva1@bk.ru;

Loginova O.A., candidate of engineering sciences,
associate professor, Department of Highways,
Bridges and tunnels, Kazan state university of
architecture and engineering;

E-mail: loginova@kgasu.ru;

Sirazov N.N., design engineer, Symbol Pro LLC,
Kazan, Russia;
E-mail: sirazovniyaz@inbox.ru

Получено 05.06.2024,
после доработки 27.06.2024.
Принято к публикации 10.07.2024.

Received 05.06.2024,
after completion 27.06.2024.
Accepted for publication 10.07.2024.

Николаева, Р. В. Влияние искусственных неровностей на режим движения транспортных средств / Р. В. Николаева, О. А. Логинова, Н. Н. Сиразов // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 121–126.

Nikolaeva R.V., Loginova O.A., Sirazov N.N. The effect of artificial unevenness on the mode of movement of vehicles. *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 121-126. (In Russ.)

Аннотация

Основным видом дорожно-транспортных происшествий в городах является наезд на пешеходов. Среди множества причин, по которым происходят наезды на пешеходов, можно выделить несоблюдение водителями скоростного режима движения в районе пешеходных переходов. Одним из основных подходов для успокоения движения в районе пешеходных переходов является установка искусственных неровностей, данный способ базируется на сдерживании скорости транспортных средств. Цель исследования – определить влияние искусственных неровностей на режим движения транспортных средств. В статье на примере улицы рассматривается движение транспортных средств до и после установки искусственной неровности.

Ключевые слова: скоростной режим, искусственная неровность, пешеходный переход, пешеход, интенсивность движения

Abstract

The main type of traffic accidents in cities is hitting pedestrians. Among the many reasons why pedestrian collisions occur, it is possible to highlight drivers' failure to comply with the speed limit in the area of pedestrian crossings. One of the main approaches to calm traffic in the area of pedestrian crossings is the installation of artificial irregularities, this method is based on restraining the speed of vehicles. The purpose of the study is to determine the effect of artificial irregularities on the mode of movement of vehicles. The article uses the example of a street to consider the movement of vehicles before and after the installation of artificial irregularities.

Keywords: speed limit, artificial unevenness, pedestrian crossing, pedestrian, traffic intensity

Уровень аварийности на автомобильных дорогах в городской застройке достаточно высок как в России, так и за рубежом. Многие исследователи занимаются вопросом повышения безопасности дорожного движения в городских условиях. Основной причиной аварийных ситуаций на дороге и, как следствие, дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) является несоблюдение скоростного режима движения. Особенно остро стоит вопрос с наездами на пешеходов. Анализ аварийности показывает, что наезд на пешехода составляет в среднем 37% от общего количества ДТП [8, 4]. Основным виновником большинства аварий, по статистике, является водитель, который не соблюдает правила дорожного движения. Кроме того, существует так называемый человеческий фактор, который приводит к серьезным последствиям [6].

ДТП в городской застройке могут быть вызваны различными причинами, такими как неблагоприятные погодные условия, нарушение правил дорожного движения, несоблюдение скоростного режима, отсутствие освещения и дорожных знаков,

а также нежелание участников движения уступить дорогу или быть внимательными.

К основным методам повышения безопасности движения пешеходов можно отнести устройство регулируемых пешеходных переходов, ограничение скорости автотранспорта и т.д. Общей мерой по предотвращению превышения установленной скорости, используемой во всем мире для защиты уязвимых участников дорожного движения и обеспечения их безопасности в городской застройке, является использование устройств для успокоения движения, таких как искусственные неровности [5, 10].

Искусственная неровность – это вертикальные высоты на дорожном покрытии, которые предназначены для стимулирования транспортных средств к замедлению и повышению безопасности движения. Искусственные неровности являются одним из важнейших и часто используемых элементов стабилизации движения транспортных средств [9].

Искусственные неровности положительно влияют на режимы движения и

безопасность дорожного движения, что подтверждается исследованиями Катонова М.В. [3], Девятова М.М. [1] и др. Установлено, что установка искусственных неровностей помогает значительно улучшить движение транспортного потока, снизить скорость движения, уменьшить вероятность аварийности в зоне городской застройки [2]. Они просты в установке и требуют низких затрат на установку и техническое обслуживание.

Установка искусственных неровностей производится согласно ГОСТ Р 52605-2006, где говорится, что их необходимо

устанавливать на основе анализа аварийности, интенсивности транспортных и пешеходных потоков и дорожных условий, в районе концентрации жилых застроек, вблизи больниц, школ, парковок или перекрестки улиц и т.д. [7].

В данной статье рассматривается влияние искусственной неровности на соблюдение скоростного режима водителями на примере ул. Комарова г. Зеленодольска. Данная улица расположена в жилой зоне, и вблизи нее располагаются такие места тяготения, как школа №9, детская школа искусств и молодежный парк «Урам» (рис. 1).



Рис. 1. План ул. Комарова с жилой застройкой в г. Зеленодольске

В общей сложности, в двух образовательных учреждениях обучаются около 20 часов. Следовательно, на улице оживленное пешеходное движение, основными пешеходами являются дети в возрасте от 7 до 17 лет и родители с маленькими детьми.

За 2023 г. на ул. Комарова из-за несоблюдения скоростного режима произошло 67 аварий, 23 из которых – с участием пешеходов. Пострадало 44 пешехода, из них 3 погибло.

Важным показателем для оценки безопасности движения является интенсивность движения транспортных и пешеход-

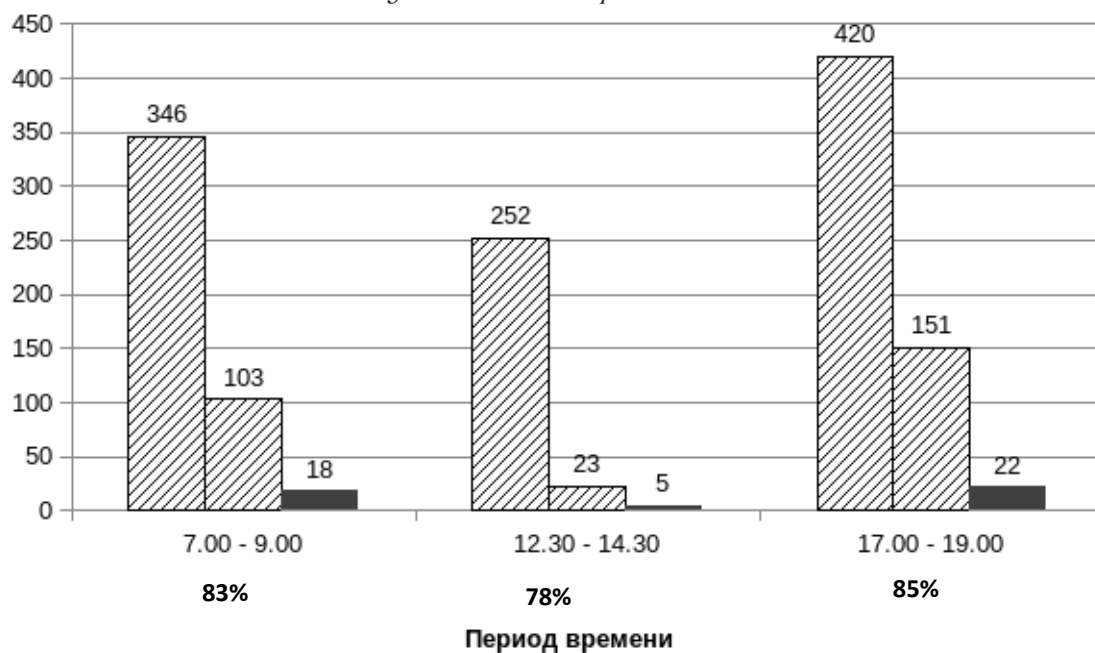
ных потоков. Для оценки интенсивности транспортных и пешеходных потоков на ул. Комарова проводились натурные исследования.

Наблюдения показали, что в утренние (с 7 до 9 ч.) и вечерние часы (с 17 до 19 ч.) интенсивность пешеходов составляет в среднем 550 пеш./ч, в дневное время (с 12:30 до 14.30 ч.) – 350 пеш./ч.

Показатели интенсивности движения транспортных потоков, полученные в результате натурных наблюдений, а также количество транспортных средств, нарушивших скоростной режим, представлены на рис. 2.



Рис. 2. Диаграмма дорожной ситуации по ул. Комарова до установки искусственной неровности



- ▨ общее количество транспортных средств
- ▨ транспортные средства нарушившие скоростной режим до установки искусственной неровности
- транспортные средства нарушившие скоростной режим после установки искусственной неровности

Рис. 3. Диаграмма дорожной ситуации по ул. Комарова после установки искусственной неровности

Повышение безопасности движения на рассматриваемой улице было возможно путем установки искусственной неровности. После проведения по ул. Комарова в г. Зеленодольске дорожных ремонтных работ была установлена монолитная искусственная неровность из асфальтобе-

тона, совмещенная с пешеходным переходом. Предполагалось, что установка искусственной неровности на рассматриваемом участке улично-дорожной сети будет способствовать снижению скорости движения транспортных средств, что в свою очередь повысит вероятность того, что водители

вовремя заметят пешеходов или велосипедистов и пропустят их.

После установки искусственной неровности, совмещенной с пешеходным переходом по ул. Комарова, количество нарушений скоростного режима снизилось в среднем на 80%. Диаграмма дорожной ситуации по ул. Комарова после установки искусственной неровности представлена на рис. 3.

Заключение

Самыми уязвимыми участниками дорожного движения являются пешеходы.

Список литературы

1. Девятов, М. М. Искусственные неровности проезжей части как средство реконструктивных мероприятий на автомобильных дорогах / М. М. Девятов, М. В. Катасонов // Актуальные вопросы строительства: Вторые Соломатовские чтения : Сборник научных трудов / Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Научно-исследовательский институт регионологии. – Саранск, 2003. – С. 398–402.
2. Кареева, Ю. Р. Организация дорожного движения вблизи образовательных учреждений / Ю. Р. Кареева, Р. В. Николаева // Известия КГАСУ. – 2023. – № 4 (66). – С. 310–317.
3. Катасонов, М. В. Исследование влияния искусственных неровностей проезжей части автомобильных дорог на режимы и безопасность движения : специальность 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Катасонов Максим Викторович. – Волгоград, 2003. – 182 с.: ил.
4. Комарова, Т. К. Влияние положения пешеходного перехода на главной дороге на пропускную способность нерегулируемого примыкания / Т. К. Комарова // Известия КГАСУ. – 2023. – № 4 (66). – С. 318–327.
5. Логинова, О. А. Обзор искусственных дорожных неровностей, применяемых в России и за рубежом / О. А. Логинова, Д. Р. Ахметвалиев // Техника и технология транспорта. – 2020. – № 4 (19). – С. 4.
6. Николаева, Р. В. Повышение безопасности дорожного движения пешеходов / Р. В. Николаева, Ф. И. Абдулоев // Техника и технология транспорта. – 2019. – № 2 (12). – С. 12.
7. Damsere-Derry J., Lumor R., Bawa S., Tikoli D. Effects of Traffic Calming Measures on Mobility, Road Safety and Pavement Conditions on Abuakwa-Bibiani Highway. *Frontiers in Sustainable Cities*. 2020; 2 (26). – URL: <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00026>.
8. Gabor P., Nora K., Szilard S. Zsolt H. Identification and analysis of potential risk factors influencing the road safety level at designated pedestrian crossings. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2021; 012032.
9. Katarzyna K. Evaluation of the impact of speed bumps on the safety of residents – selected aspects. *Transportation Research Procedia*. 2022; Volume 60: P. 418-423. 2021.12.054.
10. Perez-Acebo H., Ziołkowski R., Linares-Unamunzaga A., Gonzalo-Orden H. A Series of Vertical Deflections, a Promising Traffic Calming Measure: Analysis and Recommendations for Spacing. *Applied Sciences*. 2020; 10(10):3368.

References

1. Devyatov M.M., Katasonov M.V. Iskusstvennye nerovnosti proezzhej chasti – kak sredstvo rekonstruktivnyh meropriyatij na avtomobil'nyh dorogah [Artificial irregularities of the roadway – as a means of reconstructive measures on highways]. Actual issues of construction: The second Solomatov readings : a collection of scientific papers. N.P. Ogarev Mordovian State University, Scientific Research Institute of Regionology. Saransk, 2003. P. 398-402. (In Russian).
2. Kareeva Y.R., Nikolaeva R.V. Organizaciya dorozhnogo dvizheniya vblizi obrazovatel'nyh uchrezhdenij [Organization of traffic near educational institutions]. *News KSUAE*. 2023; № 4 (66): P. 310-317. (In Russian).
3. Katasonov M.V. Investigation of the influence of artificial roadway irregularities on traffic conditions and safety : spetsial'nost' 05.23.11 «Design and construction of roads, subways, airfields, bridges and transport tunnels» : dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. M.V. Katasonov. Volgograd, 2003. 182 p.: il. (In Russian).
4. Komarova T.K. Vliyanie polozheniya peshekhodnogo perekhoda na glavnoj doroge na propusknuyu sposobnost' nereguliruemogo primykaniya [Because The influence of the position of a pedestrian crossing on the main road on the capacity of an unregulated junction]. *News KSUAE*. 2023; № 4 (66): P. 318-327. (In Russian).
5. Loginova O.A., Akhmetvaliev D.R. Obzor iskusstvennyh dorozhnyh nerovnostej, primenyaemyh v Rossii i za rubezhom [Review of artificial road irregularities used in Russia and abroad]. *Technique and technology of transport*. 2020; № 4 (19); P. 4. (In Russian).
6. Nikolaeva R.V., Abduloev F.I. Povyszenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya peshekhodov [Improving the safety of pedestrian traffic]. *Technique and technology of transport*. 2019; № 2 (12): P. 12. (In Russian).
7. Damsere-Derry J., Lumor R., Bawa S., Tikoli D. Effects of Traffic Calming Measures on Mobility, Road Safety and Pavement Conditions on Abuakwa-Bibiani Highway. *Frontiers in Sustainable Cities*. 2020; 2 (26). (In China).
8. Gabor P., Nora K., Szilard S. Zsolt H. Identification and analysis of potential risk factors influencing the road safety level at designated pedestrian crossings. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2021; 012032. (In Hungary).
9. Katarzyna K. Evaluation of the impact of speed bumps on the safety of residents – selected aspects. *Transportation Research Procedia*. 2022; Volume 60: P. 418-423. (In Italy).
10. Perez-Acebo H., Ziołkowski R., Linares-Unamunzaga A., Gonzalo-Orden H. A Series of Vertical Deflections, a Promising Traffic Calming Measure: Analysis and Recommendations for Spacing. *Applied Sciences*. 2020; 10 (10): 3368. (In Spain).

УДК 614.8

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ЗАЩИЩЕННОСТИ СПАСАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПУТЕМ УСТАНОВКИ КРЕПЕЙ

IMPLEMENTATION OF A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE SAFETY OF RESCUERS DURING EMERGENCY RESCUE OPERATIONS BY INSTALLING FASTENERS

*Петренко П.П., адъюнкт научно-исследовательского центра;
E-mail: p.petrenko@agz.50.mchs.gov.ru;
Рыбаков А.В., д.т.н., профессор кафедры информационных систем и технологий;
E-mail: a.rybakov@agz.50.mchs.gov.ru;
Иванов Е.В., к.т.н., доцент кафедры аварийно-спасательных работ ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Химки;
E-mail: e.ivanov@agz.50.mchs.gov.ru;
Кузьмин А.В., к.т.н., доцент кафедры промышленной и экологической безопасности Института автоматизации и электронного приборостроения ФГБВОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ», г. Казань, Россия;
E-mail: avkuzmin16@gmail.com*

*Petrenko P.P., Associate Professor of the Research Center;
E-mail: p.petrenko@agz.50.mchs.gov.ru;
Rybakov A.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department of Information Systems and Technologies;
E-mail: a.rybakov@agz.50.mchs.gov.ru;
Ivanov E.V., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Emergency Rescue Operations, Civil Defense Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Khimki;
E-mail: e.ivanov@agz.50.mchs.gov.ru;
Kuzmin A.V., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Industrial and Environmental Safety, Institute of Automation and Electronic Instrumentation, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan, Russia;
E-mail: avkuzmin16@gmail.com*

*Получено 11.09.2024,
после доработки 22.09.2024.
Принято к публикации 10.10.2024.*

*Received 11.09.2024,
after completion 22.09.2024.
Accepted for publication 10.10.2024.*

Петренко, П. П. Реализация методического подхода к оценке защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ путем установки крепей / П. П. Петренко, А. В. Рыбаков, Е. В. Иванов, А. В. Кузьмин // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 127–132.

Petrenko P.P., Rybakov A.V., Ivanov E.V., Kuzmin A.V. Implementation of a methodological approach to assessing the safety of rescuers during emergency rescue operations by installing fasteners. *Vestnik NCBZD*. 2024; (3): 127-132. (In Russ.)

Аннотация

В статье рассмотрены основные результаты семинара, посвященного изучению приемов и способов устройства крепей при спасении пострадавших из завалов. Акцентируется внимание на необходимости обеспечения безопасных условий работы спасателей, в частности за счет устройства крепей. Показан пример использования разработанного ранее методического аппарата оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ. Сделан вывод о необходимости проведения ряда мероприятий, направленных на обеспечение безопасных условий труда спасателей.

Ключевые слова: устройство крепей, аварийно-спасательные работы, обрушение зданий и сооружений, риск, опасности, защита

Abstract

The article discusses the main results of a seminar devoted to the study of techniques and

methods of fastening when rescuing victims from rubble. Attention is focused on the need to ensure safe working conditions for rescuers, in particular by installing fasteners. An example of using the previously developed methodological apparatus for assessing the safety of rescuers during emergency rescue operations is shown. It is concluded that it is necessary to carry out a number of measures aimed at ensuring safe working conditions for rescuers.

Keywords: installation of fasteners, emergency rescue operations, collapse of buildings and structures, risk, hazards, protection

Ведение аварийно-спасательных работ сопряжено с риском травмирования и гибели спасателей, их осуществляющих. Несмотря на то, что воздействие опасных и вредных факторов производственной среды является неотъемлемой частью работы спасателей, одним из принципов деятельности спасателей является принцип оправданного риска и обеспечения безопасности при проведении аварийно-спасательных и неотложных работ [1].

Вместе с тем без постоянного изучения новых технологий невозможно повышение профессиональных навыков и совершенствование выучки, в том числе и по вопросам обеспечения безопасности при проведении аварийно-спасательных работ. В качестве примера таких обучающих занятий можно привести семинар по крепям при спасении из завалов, состоявшийся в

Москве с 29 по 30 июня 2024 года.

В работе семинара принимала участие исследовательская группа ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты» с целью уточнения основных нормативных параметров устройства крепей, безопасных приемов ведения аварийно-спасательных работ и технологий организации работ в условиях завалов.

Аварийная крепь строится на тех же инженерных принципах, что и несущие строительные конструкции. Единственное отличие – она может быстро собираться и устанавливаться. Аварийная крепь должна быть быстросборной, надежной и легкой [2].

В качестве основных видов крепей использовались «Колодец», «Т-образные», «П-образные» (рис. 1).



Рис. 1. Виды крепей (слева-направо: «Колодец», «Т-образная», «П-образная», решетчатая)

С точки зрения принципа оправданного риска за счет применения крепей сокращается вероятность травмирования спасателя при подвижках неустойчивых конструкций. В то же время технология изготовления и применения крепей предусматривает непосредственное нахождение спасателя

в опасной зоне при проведении подготовительных работ и их монтаже.

В работе [3] авторами осуществлялась постановка схожего эксперимента для оценки временных значений нахождения спасателей в опасной зоне при проведении работ по разбору завалов. При этом основ-

ной упор был сделан на оценку степени влияния различных факторов на вероятность травмирования (гибели) спасателей. Схожий подход был реализован и в ходе проведения семинара.

Установка крепей осуществлялась в следующей последовательности:

1. Проведение расчетов по оценке массы неустойчивых конструкций (фрагментов).

2. Оценка несущей способности брусьев деревянных крепей, проведение замеров, подготовка материалов для устройства крепей.

3. Монтирование крепей (осуществляется в соответствии с положениями СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции»):

3.1. Установка фанерной накладки на верхняк.

3.2. Определение направлений раскрытия трещин, ориентация верхняка относительно неустойчивого элемента.

3.3. Подготовка лежня с фанерными накладками.

3.4. Установка стойки с фиксированным верхняком в нишу фанерной накладки на лежне.

3.5. Забивание клиновой пары, определение устойчивого положения стойки.

3.6. Фиксация клиновой пары.

4. При прохождении опасного участка и устройстве дополнительных страхующих устройств ранее установленные крепи могут быть демонтированы и разобраны, а имеющийся материал повторно использован [4-6].

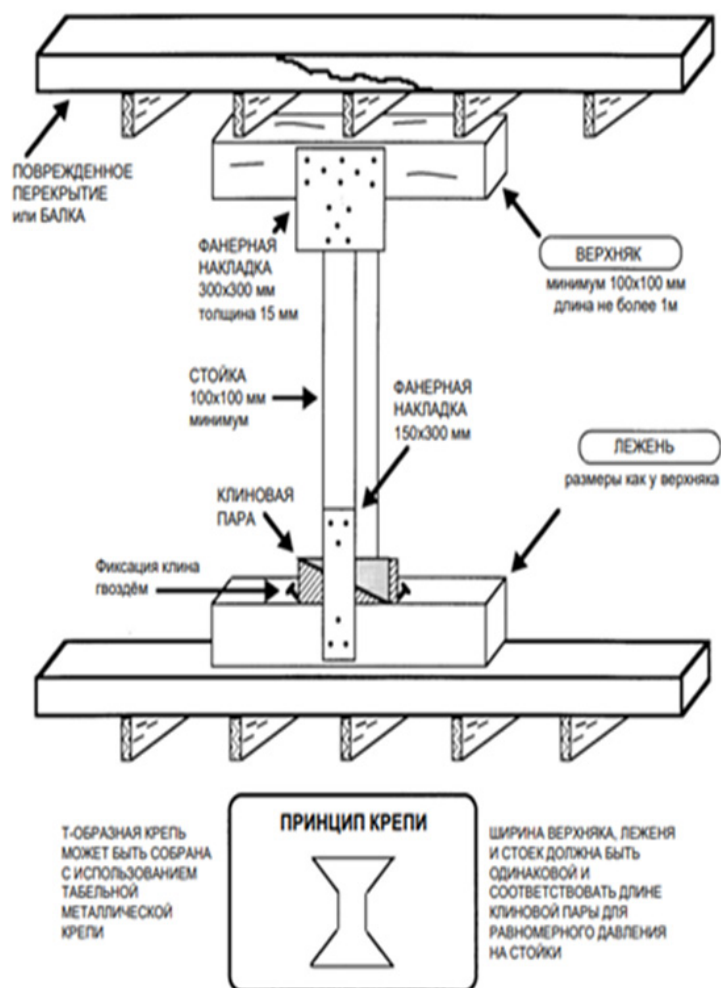


Рис. 2. Общий вид «Т-образной» крепи

Соответственно, состояние безопасности спасателей будет обуславливаться временем их нахождения в опасной зоне, то есть на том участке, где фрагмент неустойчивой конструкции, в случае его подвижки, может привести к травмированию и гибели спасателя.

Тогда фактически вероятность травмирования (гибели) спасателя будет находиться в прямой зависимости от времени и может быть описана следующей функцией:

$$P = F(t), \quad (1)$$

где t – время нахождения спасателя в опасной зоне, ч.

Такая зависимость может быть получена на основе статистических данных по травмированию и гибели спасателей при работе в завалах ($t_{\text{травм}}$, ч). Тогда, зная функциональную зависимость времени нахождения в опасной зоне от изменяемых факторов (2):

$$t = f(x_i), \quad (2)$$

где x_i – значения i -тых факторов, обуславливающих необходимость нахождения спасателей в опасной зоне.

Можно перейти к оценке состояния их защищенности при известных параметрах x_i .

Такая зависимость может быть построена на основе полученных экспериментальных данных, позволяющих оценить время нахождения спасателей в опасной зоне.

В ходе проведения замеров времени по монтажу крепей были получены следующие основные результаты (среднее время):

- при установке штатных крепей (по временной схеме) – 2 мин. 30 сек.;
- при установке крепи по схеме «колодец» – 6 мин. 20 сек.;
- при установке «Т-образной» крепи звено из трех спасателей – 27 мин.;
- при установке «Т-образной» крепи звено из четырех спасателей – 20 мин.;
- при установке «П-образной» крепи звено из трех спасателей – 32 мин.;
- при установке «П-образной» крепи звено из четырех спасателей – 22 мин.

В качестве общего вывода было отмечено, что непосредственно в зоне опасности спасатели находят минимальное время, обуславливаемое необходимостью установки стойки с фиксированным верхняком в нишу фанерной накладки на лежне и ее фиксации, а также установкой клиновой пары.

Для расчетов из двух, трех и четырех спасателей это время фактически одинаково и зависит только от типа применяемого инструмента для фиксации стойки (молоток, пневматический гвоздезабиватель, газовый гвоздезабиватель):

- при применении молотка – 5-7 мин.;
- при применении пневматического гвоздезабивателя – 3-4 мин.;
- при применении газового гвоздезабивателя – 2-3 мин.

На основе полученных экспериментально данных (табл. 1).

Таблица 1.

Результаты оценки времени устройства крепей при разных исходных условиях

t (мин)	x_1	x_2	x_3
6.3	2	3	0
30	3	2	1
22	4	2	1
27	3	2	2
20	4	2	2
25	3	2	3
33	2	1	2
22	3	1	2
32	2	1	3
20	3	1	3

где x_1 – число человек в спасательном расчете;

x_2 – вид крепи («1» - «П-образная»; «2» - «Т-образная»; «3» - колодец);

x_3 – вид используемых средств механизации («1» - молоток; «2» - пневматический гвоздезабиватель; «3» - газовый гвоздезабиватель).

Была построена зависимость, позволяющая оценить время устройства крепи при проведении аварийно-спасательных работ в условиях разрушений зданий и сооружений (3):

$$t = -1,51 x_1 - 7,23 x_2 + 17 x_3 + 40,22 \quad (3)$$

Минимизация времени нахождения спасателя в опасной зоне достигается также и за счет обустройства площадки для подготовки материалов для крепей. Такая организация работ также позволяет сократить время на устройство крепей и дает возможность спасателям сосредоточить основные усилия именно на проведении аварийно-спасательных работ.

При этом в качестве рекомендаций для повышения безопасности личного состава расчетов спасателей, осуществляющих работу по укреплению неустойчивых конструкций с применением крепей, можно рассмотреть следующие предложения:

1. Возможность включения в состав штатного оборудования аварийно-спасательных машин готовых заготовок для изготовления крепей типа «колодец» при обеспечении безопасного ведения работ на начальном этапе.

2. Необходимость формирования единой рабочей площадки по заготовке материала для устройства крепей. При этом целесообразность развертывания такой площадки возникает только в случае масштабных разрушений, когда для обеспечения безопасного ведения работ целесообразно не отвлекать штатные расчеты спасателей, а выделить отдельный расчет для проведения стандартных операций по заготовке материалов для крепей.

3. Применение при устройстве крепей средств механизации работ, пневмоинструмента, электро- и мотоинструмента. Проведенные эксперименты показали, что за счет применения пневмоинструмента (в частности, пневматического гвоздезабивателя) удалось сократить время на фиксацию стойки в 2 раза в сравнении с применением обычного молотка. Применение газового гвоздезабивателя сократило время в 3 раза в сравнении с применением обычного молотка.

4. Создание резерва материалов и инструмента для сокращения времени развертывания площадок по заготовке материала для устройства крепей, что особенно актуально при массовых разрушениях как от поражающих факторов природных чрезвычайных ситуаций (например, землетрясения), так и для опасностей, возникающих при военных конфликтах или в следствии этих конфликтов.

5. Применение таких технологий установки и использование таких материалов для устройства крепей, реализация которых будет обеспечивать быстрый и безопасный демонтаж с целью сокращения времени на заготовку материалов за счет повторного применения уже имеющегося материала.

Таким образом, можно заключить, что в ходе проведения обучающего семинара были уточнены некоторые временные нормативы, нормативы заимствуемых трудозатрат при возведении крепей и обеспечении безопасного проведения аварийно-спасательных работ в условиях завалов.

Сделаны выводы о необходимости внедрения новых технологий, позволяющих сократить время нахождения спасателей в опасной зоне, тем самым обеспечив безопасное проведение работ.

Представленные практические рекомендации могут быть полезны в качестве распространения передового опыта среди спасателей реагирующих подразделений всех видов аварийно-спасательных служб.

Список литературы

1. Федеральный закон от 22.08.1995 №151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7746/afdc510b7c358cf827cfaf4bfb8ec67522cfead6/ (дата обращения: 04.07.2024). – Текст : электронный.
2. Технологии HOLMATRO. Инструкция по применению оборудования для аварийного крепления и подъёма (2008 год) - часть 1. Holmatro Rescue Equipment B.V., the Netherlands All rights reserved. 980.000.197. 100 p.
3. Петренко, П. П. Формирование модели оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений / П. П. Петренко, А. В. Рыбаков, Е. В. Иванов, А. Н. Терехов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 2(61). – С. 25-36.
4. Справочник спасателя: Книга 3: Спасательные работы при ликвидации последствий обвалов, оползней, селей, снежных лавин. / ВНИИ ГОЧС. М., 2006. – 184 с: ил.
5. Cone, D. (2000). Rescue from the rubble: Urban search and rescue. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors. 4. 352-7.
6. Проблемы и пути совершенствования проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций: Сб. трудов секции №2 XXXII Международной НПК, Химки, 01 марта 2022 года. – Химки: АГЗ МЧС России, 2022. – 142 с.

References

1. Federal'nyi zakon ot 22.08.1995 №151-FZ «Ob avariino-spasatel'nykh sluzhbach i statuse spasatelei». [Federal Law № 151-FZ dated 08/22/1995 "On Emergency Rescue Services and the Status of Rescuers"]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7746/afdc510b7c358cf827cfaf4bfb8ec67522cfead6/ (data obrashcheniya: 04.07.2024). – Tekst : elektronnyi. (In Russian).
2. Tekhnologii HOLMATRO. Instruksiya po primeneniyu oborudovaniya dlya avariinogo krepneniya i pod"ema (2008 god) [HOLMATRO technologies. Instructions for the use of emergency mounting and lifting equipment (2008)]. chast' 1. Holmatro Rescue Equipment B.V., the Netherlands All rights reserved. 980.000.197. 100 p. (In Russian).
3. Petrenko P.P., Rybakov A.V., Ivanov E.V., Terekhov A.N. Formirovanie modeli otsenki zashchishchennosti spasatelei pri provedenii avariino-spasatel'nykh работ v usloviyakh obrushenii zdaniy i sooruzhenii [Formation of a model for assessing the safety of rescuers during emergency rescue operations in the conditions of collapses of buildings and structures]. Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity. 2024; № 2(61): 25-36. (In Russian).
4. Spravochnik spasatelya: Kniga 3: Spasatel'nye raboty pri likvidatsii posledstviy obvalov, opolznei, selei, snezhnykh lavin. [Lifeguard's Handbook: Book 3: Rescue operations in the aftermath of landslides, landslides, mudslides, snow avalanches]. VNII GOChS. M. 2006; 184 s: il. (In Russian).
5. Cone, D. (2000). Rescue from the rubble: Urban search and rescue. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors. 4. 352-7. (In English).
6. Problemy i puti sovershenstvovaniya provedeniya avariino-spasatel'nykh работ pri likvidatsii chrezvychainykh situatsii: Sb. trudov seksii [Problems and ways to improve emergency rescue operations in emergency situations]. №2 KhKhXII Mezhdunarodnoi NPK, Khimki, 01 marta 2022 goda. Khimki: AGZ MChS Rossii. 2022; 142. (In Russian).

УДК 656.13
**МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ
 ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА
 ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА
 НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ЛЭНДА И
 ДОЙГА**

**OPTIMIZATION METHOD FOR
 PASSENGER TRANSPORTATION
 PROCESS BASED ON THE LAND AND
 DOIG ALGORITHM**

Сафиуллин Р.Н., д.т.н., профессор;
 ORCID: 0000-0002-8765-6461;
 E-mail: safravi@mail.ru;
 Сафиуллин Р.Р., к.т.н., доцент;
 ORCID: 0000-0003-2315-3678;
 E-mail: safiullin@yandex.ru;
 Парра С.А., аспирант кафедры транспортно-
 технологических процессов и машин Санкт-
 Петербургского Горного университета
 императрицы Екатерины II,
 г. Санкт-Петербург, Россия;
 ORCID: 0000-0003-1715-7998;
 E-mail: zuny1503@gmail.com

Safiullin R.N., doctor of engineering sciences,
 professor;
 ORCID: 0000-0002-8765-6461;
 E-mail: safravi@mail.ru;
 Safiullin R.R., candidate of engineering sciences,
 associate professor;
 ORCID: 0000-0003-2315-3678;
 E-mail: safiullin@yandex.ru;
 Parra Z.A., postgraduate student, Department
 of Transport and Technological Processes and
 Machines. Empress Catherine II Saint Petersburg
 Mining University, Saint Petersburg, Russia;
 ORCID: 0000-0003-1715-7998;
 E-mail: zuny1503@gmail.com

Получено 20.06.2024,
 после доработки 12.07.2024.
 Принято к публикации 23.07.2024.

Received 20.06.2024,
 after completion 12.07.2024.
 Accepted for publication 23.07.2024.

Сафиуллин, Р. Н. Метод оптимизации перевозочного процесса пассажирского транспорта на основе алгоритма Лэнда и Дойга / Р. Н. Сафиуллин, Р. Р. Сафиуллин, С. А. Парра // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 133–141.

Safiullin R.N., Safiullin R.R., Parra Z.A. Optimization method for passenger transportation process based on the Land and Doig algorithm. *Vestnik NCBŽD*. 2024; (4): 133-141. (In Russ.)

Аннотация

Предложенный в статье алгоритм по оптимизации интервалов автобусных маршрутов позволит определять уровень работы автоматизированной системы управления перевозочным процессом пассажирского транспорта с учетом вариаций спроса, времени поездки и ожидания на каждом автобусном маршруте, а также учитывая такие ограничения, как эксплуатационные расходы, вместимость транспортного средства и размер парка, с целью оптимизации транспортных средств. Оптимизационная задача исследования решена при ограниченных ресурсах на основе метода Лэнда и Дойга для любого автобусного маршрута.

Ключевые слова: оптимизация при ограниченных ресурсах, частотное планирование, диспетчерские интервалы, нелинейное планирование

Abstract

The algorithm for optimizing bus route intervals proposed in the paper will allow determining the level of performance of the automated passenger transportation process control system considering variations in demand, travel time and waiting time on each bus route, as well as considering constraints such as operating costs, vehicle capacity and fleet size to optimize vehicles. The optimization problem of the study is solved under resource constraints based on Land and Doig method for any bus route.

Keywords: resource constrained optimization, frequency planning, dispatch intervals, nonlinear programming

Введение

Для разработки оптимального маршрута транспортных средств были использованы результаты натурных исследований на реальных маршрутах. При этом процесс оптимизации маршрутов транспортных средств должен учитывать влияние окружающей среды, сценарии движения транспортных средств, трафик и время суток.

Транспортные операторы часто меняют интервалы движения общественного транспорта, учитывая спрос пассажиров, вместимость транспортных средств и эксплуатационные расходы, используя информацию о пассажирах на основе интеллектуальных технологий, таких как регистры смарт-карт, смартфоны; и оперативные транспортные средства.

Методы определения интервалов для корректировки частоты обслуживания основаны на правилах профилей загрузки пассажиров или в минимизации расходов пассажиров и оператора (т.е. общая стоимость времени ожидания, стоимость дополнительного времени ожидания из-за отказа в посадке), и операторов (т.е. капитальные, водительские и эксплуатационные расходы). Для определения оптимальных интервалов движения автобусов при обслуживании нескольких маршрутов Gkiotsalitis et al разработали модель стохастической оптимизации в виде формулы смешанного целочисленного линейного программирования, учитывающей стохастичность пассажирского спроса, с целью минимизации суммы эксплуатационных расходов и времени ожидания пассажиров.

В процессе исследования были установлены уже существующие модели для поиска оптимальной частоты обслуживания и размера автобуса для минимизации общих затрат на общественный транспорт, учитывая зависящие от времени потоки спроса и стохастическое время поездки, при этом моделируя разные условия эксплуатации транспортных средств и бесполезность времени поездки в транспортном средстве

для сидящих и стоящих пассажиров внутри транспортных средств.

Целью данной работы является определение оптимальных интервалов для каждого маршрута для лучшего использования вместимости транспортных средств, уменьшения скопления людей на остановках и времени ожидания и оптимизация эксплуатационных затрат.

Методы и материалы

В процессе исследования определен набор автобусных маршрутов по городу $M=i$. Эти маршруты имеют набор автобусных остановок $O=i$. Для каждого маршрута m из множества M существует связанный с ним подмножество остановок из множества O , β максимальное количество автобусов, доступных в сети. Существует также множество поездок $N_v=i$, которые назначаются на автобусные маршруты.

Планируемый диспетчерский интервал, I_m , автобусного маршрута $m \in M$ может быть выбран из предопределенного допустимого множества значений $I_m \in I \{2,3,\dots,15\}$ 1 мин., чтобы удовлетворить требование циклического расписания автобусов. Верхняя граница установлена на уровне 15 мин., поскольку при высокочастотных услугах эти значения достаточно высоки, чтобы пассажиры не координировали свой прибытие с прибытием транспортных средств.

Для определения диспетчерских интервалов автобусов на маршрутах будем использовать целевую функцию, которая учитывает четыре основных цели. Первым из них является стоимость ожидания пассажиров на каждой остановке. Мы предполагаем, что случайное появление пассажиров на остановке приводит к времени ожидания, равному половине интервала на данной остановке. Согласно данным, идеальным интервалом для маршрута будет интервал между последовательными поездками.

Целевая функция формулируется следующим образом:

$$f_1(I_m) = \sum_{m \in M} \sum_{j \in O_m} o_m \left(\frac{I_{m,l}(I_m)}{2} \right) \sum_{t=tm}^{+T} pb_{m,i,j}(I_m) \quad (1)$$

где: $pb_{m,i,j}(I_m)$, представляет собой почасовую посадку пассажиров на маршруте m и остановке j за интервал I_m .

Ожидаемый интервал и дисперсия интервала для каждой остановки j могут быть получены с помощью наблюдаемых интервалов на каждой остановке для различных значений диспетчерских интервалов, предполагая, что спрос является эластичным с помощью функции $pb_{m,i,j}(I_m)$, для связи количества посадок с диспетчерским интервалом. Многие работы показали, что существует эластичность спроса на автобусы

по отношению к времени ожидания пассажиров, и среднее значение составляет -0,64 для долгосрочных операций. Предположим, что автобусный маршрут m работает в течение длительного периода времени с диспетчерским интервалом $r_o = I_m$, и в течение этого интервала наблюдаемый спрос пассажиров составлял $pb_{m,i,j}$ посадки и $\phi_{m,i,j}$ загрузки на маршрут/остановку и в час.

Другая цель оптимизации работы транспортной системы заключается в улучшении надежности обслуживания. В научных публикациях для оценки надежности обслуживания на остановках и маршрутах, используются различные показатели (рис. 1).



Рис. 1. Показатели для оценки надежности обслуживания на уровне остановок и маршрутов [составлено авторами]

Например, предлагают использовать коэффициент вариации $KVar(I_{m,j})$ на остановках

$$KVar(I_{m,j}) = \frac{\sqrt{Var(I_{m,j})} (Im)}{2I_{mj}(I_m)} \quad (2)$$

С помощью этого подхода целевой показатель надежности обслуживания, который также учитывает уровень посадки, чтобы придать разный вес различным автобусным остановкам, может быть выражен следующим образом:

$$f_2(I_m) = \sum_{m \in M} \sum_{j \in O_m} KVar(I_{m,j}) \sum_{t=tl} pb_{m,i,j}(I_m) \quad (3)$$

Наконец, целевая функция для определения диспетчерского интервала автобусных маршрутов включает в себя эксплуатационные затраты, которые могут быть выражены следующим образом:

$$f_3(I_m) = \sum_{t=tl} \sum_{m \in M} \frac{C_m}{I_m/60} \quad (4)$$

$$f_3(I_m) = \theta \varphi^{Co} R N_v \quad (5)$$

где: C_n – эксплуатационные затраты на одну поездку по маршруту m , R – длина маршрута, φ^{Co} – стоимость пробега транспортного средства за километр, N_v – размер автопарка, θ – Коэффициент эксплуатационных расходов, отражающий уровень снижения затрат на эксплуатацию транспортных средств за счет автоматизации ($0 \leq \theta \leq 1$).

Если эксплуатация одного автобуса сопровождается амортизационными затратами, оператор будет готов реализовать решение, требующее меньшего количества автобусов. Это можно формулировать в виде следующей цели, которая наказывает за использование дополнительных автобусов:

$$f_4(I_m) = \sum_{m \in M} \left[\frac{t^p}{I_m} \right] \quad (6)$$

где t^p_m – общее время поездки по маршруту m , для которого существует только

100-р вероятность того, что поездка на автобусе потребует больше времени в пути. Это время в пути включает в себя время входа и выхода на каждой остановке и время ожидания перед началом новой поездки.

Существуют ограничения, связанные с доступностью автобусов, их количество может быть меньше, чем общее количество, доступное в сети.

$$\sum_{m \in M} \left[\frac{t^p}{I_m} \leq \beta \right] \quad (7)$$

где β – максимальное количество автобусов, доступных в сети.

Еще одним ограничением является вместимость транспортных средств. Выбранная частота должна быть такой, чтобы загрузка транспортных средств в час пик и на пиковой остановке была меньше вместимости транспортных средств [8, 9]. Если $\phi_{m,j,t}(I_m)$ является наблюдаемой загрузкой для запланированного диспетчерского интервала I_m для каждого часового периода для маршрута m и остановки j , тогда максимальная загрузка, возникающая на остановке j^{\square} и в период времени t^{\square} , определяется как:

$$\max \phi_{m,t}(I_m) = \phi_{m,j^{\square},t^{\square}}(I_m) \quad (8)$$

Тогда интервал маршрута m должен удовлетворять неравенству

$$I_m \leq \frac{60\eta}{\max \phi_{m,t}(I_m)} \quad (9)$$

где: η – вместимость автобуса.

Далее формулируется единственная целевая функция, в которую вводятся весовые коэффициенты, $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$, для перевода затрат в денежный эквивалент. Эти коэффициенты являются положительными значениями, так как объективное отношение и его единицы должны быть минимизированы, как показано на уравнении:

$$\min Q(I) = \varphi_1 f_1(I_m) + \varphi_2 f_2(I_m) + \varphi_3 f_3(I_m) + \varphi_4 f_4(I_m) \quad I = \{I_m, 1..1m\}$$

При условии:

$$\sum_{m \in M} \left[\frac{t^p}{I_m} \leq \beta \right]$$

$$I_m \leq \frac{60\eta}{\max \phi_{m,t}(I_m)} \quad \forall m \in M$$

$$I_m \in Z = \{2, 3, \dots, 15\} \text{ минуты} \quad (10)$$

ω элементов

где: φ_1 – единица денежной стоимости за минуту ожидания для каждого пассажира; φ_2 – единица денежной стоимости за одного пассажира; φ_3 – нет единицы; φ_4 – единица денежной стоимости за один использованный автобус.

Определение оптимального интервала для каждого автобусного маршрута I_m является комбинаторной проблемой, поскольку любое изменение интервала одного маршрута влияет на все остальные маршруты в сети из-за изменений в распределении ограниченного ресурса (т.е. транспортных средств).

Поэтому каждое принятое решение относительно интервала для одного маршрута влияет на принятие решений относительно интервалов для других маршрутов, что приводит к огромному числу комбинаций ωm , которые необходимо рассмотреть для нахождения оптимального решения при использовании метода перебора.

Результаты и обсуждение

Одной из основных проблем объективной функции $Q(I)$ является отсутствие аналитических выражений, связывающих ожидаемый интервал остановок, и ожидаемую дисперсию этого интервала с планируемым диспетчерским интервалом, I_m .

Итак, цель модели, представленной в уравнении (10), заключается в эффективном распределении автобусов по маршрутам с учетом минимизации целевой функции и обеспечения достаточной вместимости автобусов на каждом маршруте для удовлетворения спроса пассажиров при максимальной загрузке.

Если это невозможно из-за ограниче-

ний по количеству автобусов в парке (β), то решение, удовлетворяющее всем условиям, не может быть найдено, и оператор автобуса должен принять решение, какие автобусные маршруты должны быть перегружены, ослабив ограничение

$$I_m \leq \frac{60\eta}{\max \phi_m(I_m)}$$

для некоторых маршрутов $m \in M$.

С другой стороны, дискретная проблема нелинейного программирования (далее – ПНП) по определению оптимальных диспетчерских интервалов для каждого автобусного маршрута, представленная в уравнении (10), решается алгоритмами дискретной оптимизации. Для этого мы будем использовать метод Лэнда и Дойга. В нашем случае задача определения оптимального диспетчерского интервала (уравнение (10)) может быть преобразована в непрерывную задачу уравнения (11), если позволить планируемыми диспетчерским интервалам (переменным решения) принимать вещественные значения. Дискретный набор допустимых значений для каждого автобусного маршрута используется для задания граничных ограничений:

$$\min_{h \in R} Q(I)$$

При условии:

$$\begin{aligned} R_1(I) &= \beta - \sum_{m \in M} \left[\frac{t^p_m}{I_m} \leq \beta \right] \geq 0 \\ R(I) &\leq \frac{60\eta}{\max \phi_m(I_m)} - I_m \geq 0 \quad \forall m \in M \\ R(I) &= I_m - 2 \text{ мин} \geq 0 \quad \forall m \in M \\ R(I) &= 15 \text{ мин} - I_m \geq 0 \quad \forall m \in M \end{aligned} \quad (11)$$

где R – граничные ограничения, гарантирующие, что все запланированные значения диспетчерского интервала, $I = \{I_1, \dots, I_M\}$, находятся в границах $\{2-15\}$ мин. Кроме того, если E – набор ограничений равенства, тогда $E = \epsilon$, в то время как набор ограничений неравенства $H = \{1, 2, 3, \dots, 3|M|+2\}$ и общее количество

ограничений $m = H + E = 2|M| + 2$.

Чтобы найти оптимальное решение диспетчерских интервалов с помощью численной оптимизации, генерируются новые итерации исходного предположения диспетчерских интервалов, обозначаемого как I , путем решения квадратичных подпроблем (далее – КП) с ограничениями неравенства на каждой итерации, для этого предлагается использовать метод последовательного квадратичного программирования (далее – ПКП).

Метод ПКП генерирует новые итерации исходных интервалов $I_k = 0$ путем решения КП с ограничениями на неравенства на каждой k -й итерации. Метод решения ПКП заключается в моделировании интервалов текущей итерации I_k с помощью подпроблемы квадратичного программирования, а затем использовании минимизатора этой подпроблемы для определения новой итерации диспетчерских интервалов, I_{k+1} , до сходимости. Для всех подпроблем КП с неравенствами, которые должны решаться на каждой итерации, может быть использован известный метод активных множеств.

При нахождении оптимального решения для набора непрерывных частот, где допустимо, что диспетчерские интервалы для каждого автобусного маршрута $I^* = \{I_{M1}, \dots, I_{M|M|}\}$ могут принимать любые значения в диапазоне от 2 до 15 мин., нам необходимо найти оптимальное решение задачи дискретной оптимизации, где значения I должны быть из дискретного набора $Z = \{2, 3, 4, \dots, 15\}$ мин..

Цель метода Лэнда и Дойга заключается в поиске оптимальных значений интервалов I из заданного набора, которые позволяют минимизировать значение скалярной целевой функции уравнения (12). Пространство поиска содержит ω элементов, где ω – размер длины дискретного набора $Z = \{2, 3, \dots, 15\}$ мин., из которого диспетчерские интервалы могут принимать свои значения.

Этот метод описан на рис. 2.

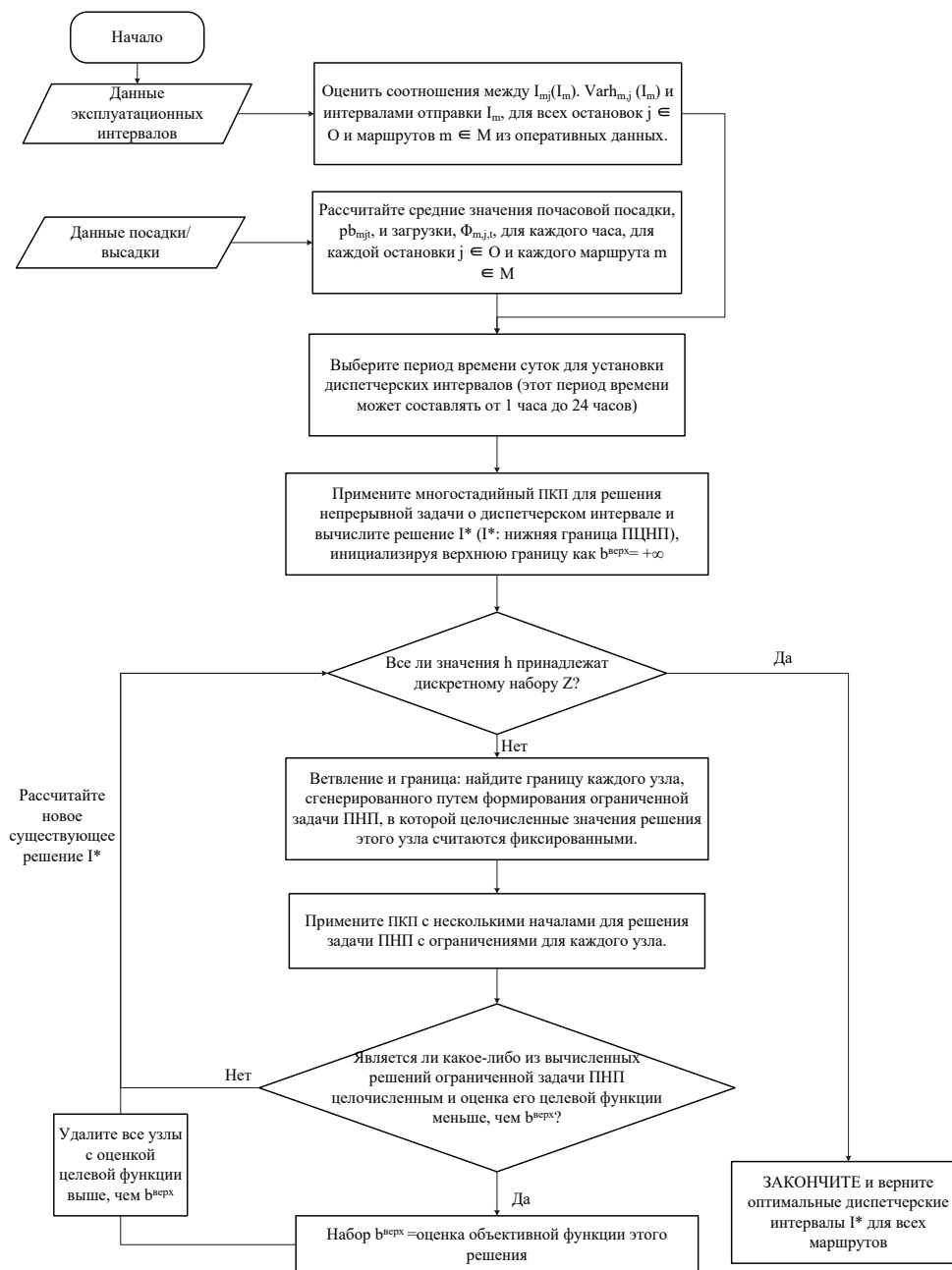


Рис. 2. Алгоритм Лэнда и Дойга по оптимизации интервалов автобусных маршрутов

Как показано в Лэнде и Дойге, начальной точкой является дерево перечисления, которое динамически разветвляется за счет новых разработанных узлов. Изначально дерево перечисления имеет только один узел – корень дерева. В данном случае корень — это решение задачи задания непрерывных частот, где диспетчерские интервалы рассматриваются как непрерывные переменные: I^* . Значение целевой функции

непрерывного решения есть $Q(I^*)$ и является нижней границей (далее – НГ) проблема целочисленного нелинейного программирования (далее – ПЦНП) из уравнения (10). Это наилучшее на данный момент решение, известное как действующее решение, а $Q(I^*)$ – центральная цель. Однако это не решение нашей дискретной задачи об установлении интервалов, и из-за отсутствия выполнимого решения для дискретной

ПНП на начальном этапе задаем верхнее граничное значение задачи как $b^{\text{верх}} = +\infty$.

При процессе ветвления все возможные дискретные значения интервала из набора присваиваются переменной $I_m \in I$. Это приводит к созданию ω новых ветвей, начиная с корневой ветви, при этом все остальные переменные остаются непрерывными. Каждая из созданных в результате ветвления новых ветвей имеет свои собственные конечные узлы, причем для каждого такого узла $i \in N$ набор целых значений назначается для определенных переменных диспетчерского интервала I , в то время как все остальные переменные I остаются непрерывными.

Целевое (граничное) значение каждого узла вычисляется путем решения ограниченной непрерывной ПНП-задачи задания диспетчерского интервала с помощью алгоритмической схемы, описанной выше, с учетом дополнительных ограничений на равенство, которые требуют, чтобы непрерывные переменные диспетчерского интервала I были равны уже назначенным целым значениям для данного узла, предел этого узла вычисляется из ограниченного непрерывного нелинейного программирования, если в узле переменным уже присвоено g целых значений из набора Z .

$$\min_{i \in R} Q(I: (I_m, \dots, I_R))$$

При условии:

$$R_i(I) = \beta - \sum_{m \in M} \frac{t^p_m}{I_m} \leq \beta_j \geq 0$$

$$R(I) \leq \frac{60\eta}{\max \phi_m(I_m)} - I_m \geq 0 \quad \forall m \in M$$

$$R(I) \square = I_m - 2 \text{ мин} \geq 0 \quad \forall m \in M$$

$$R(I) \square = 15 \text{ мин} - I_m \geq 0 \quad \forall m \in M$$

$$R(I) = I_m - g_l = 0, \text{ где } g_l \in Z$$

$$R(I) = I_g - g_g = 0, \text{ где } g_g \in Z \quad (12)$$

Решение ограниченного непрерывного ПНП с $\{I_m, \dots, I_g\}$ уже назначенные значения диспетчерского интервала из набора Z являются границей этого узла, так как если продолжить ветвление от этого узла (т.е. назначить целочисленные значения Z большему числу непрерывных переменных этой ограниченной непрерывной ПНП, то вновь генерируемые подпроблемы будут возвращать меньшие значения целевой функции. После завершения третьего шага каждой итерации метода Лэнда и Дойга (когда все вновь сгенерированные узлы также были вычислены) удаляем целые подпространства, если обнаруживаем, что некоторые из узлов не могут содержать оптимального решения.

Все отброшенные узлы добавляются к набору Q , а в оставшемся активном наборе $D = N - Q$ остается меньше узлов. Кроме того, после каждой итерации выбранный узел, породивший новые ветви, также отбрасывается из дальнейшего рассмотрения и добавляется в Q .

Узлом для новой итерации Лэнд и Дойг является существующий узел решения, то есть узел i в активном наборе $D = N - Q$, имеющий наименьшее граничное значение $B_j \min B_j \forall j \in D$.

После нескольких шагов метода Лэнда и Дойга, если мы достигли узла, где все значения диспетчерских интервалов I принадлежат набору Z , то это может быть первым возможным решением дискретной ПНП. После этого мы можем применить более активную стратегию отсека узлов из набора D и сужения области решений. Для этого мы заменяем верхнюю границу $b^{\text{верх}}$ задачи на значение целевой функции этого потенциального решения дискретной ПНП.

Изначально узлы, принадлежащие множеству D , граничное значение которых больше $b^{\text{верх}}$, опускаются, так как если они в данный момент имеют более низкие значения целевой функции, то их значения целевой функции останутся более низкими

и будут еще больше ухудшаться в следующих случаях, когда некоторые из оставшихся непрерывных переменных будут заменены дискретными. Более того, если впоследствии мы найдем другое возможное решение дискретного ПНП с меньшим значением целевой функции, чем $b^{\text{верх}}$, то оно станет текущим выбранным решением дискретного ПНП, и мы также обновим значение $b^{\text{верх}}$, продолжая процедуру, пока в активном множестве $D = \emptyset$ не останется ни одного узла (все возможности ветвления исчерпаны).

Алгоритмическая схема, представленная для определения оптимальных интервалов отправления автобусных маршрутов с учетом информации об оперативных данных в отношении изменчивости интервалов остановки, что отражается на надежности времени ожидания, состоит из: (i) – метод, который оценивает связь между интервалами отправления и ожидаемыми оперативными интервалами на каждой остановке; (ii) – алгоритм ПКП, который решает непрерывную ПНП-задачу установления диспетчерских интервалов; и (iii) – алгоритм Лэнд и Дойг, который ис-

пользует ПКП на каждой итерации для решения ограниченных непрерывных НЛП-подпроблем распределения автобусов по маршрутам

Выводы

В данной работе моделируется задача установления оптимального интервала движения автобуса при автоматизации транспортного процесса с учетом вариативности работы автобуса, т.е. вариации спроса, времени поездки и ожидания пассажиров. Для получения оптимального решения задачи используется комбинация методов Лэнда и Дойга и последовательное квадратичное программирование.

Данный метод предполагает использование информации о движении всех автобусных маршрутов в режиме реального времени на уровне сети для расчета времени в пути, интервалов между остановками и различных значений диспетчерских интервалов. Предполагается, что диспетчерский интервал для каждого маршрута определяется независимо, поскольку транспортные средства движутся в обоих направлениях движения (туда и обратно) по одному и тому же маршруту.

Список литературы

1. Gkiotsalitis K., Cats O. Reliable frequency determination: Incorporating information on service uncertainty when setting dispatching headways, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, т. 88, сс. 187–207. 2018.
2. Liu X., Dabiri A., Xun J., De Schutter B. Bi-level model predictive control for metro networks: Integration of timetables, passenger flows, and train speed profiles, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, т. 180, с. 103339. 2023.
3. Roncoli C., Chandakas E., Kaparias I. Estimating on-board passenger comfort in public transport vehicles using incomplete automatic passenger counting data, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, т. 146, с. 103963. 2023.
4. Gkiotsalitis K., Schmidt M., van der Hurk E. Subline frequency setting for autonomous minibusses under demand uncertainty, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, т. 135, с. 103492. 2022.
5. Sadrani M., Tirachini A., Antoniou C. Optimization of service frequency and vehicle size for automated bus systems with crowding externalities and travel time stochasticity, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, т. 143, с. 103793. 2022.
6. Васильева, М. А. Совершенствование механизма водоотделения при кладочных работах / М. А. Васильева, А. А. Волчихина, Р. Б. Кускильдин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – №4. – С. 125-139.

7. Akbari P., Mesbah M., Bagheri M. Toward understanding waiting time in an intercity station: A hazard-based approach, *Travel Behaviour and Society*, т. 35, с. 100746. 2024.
8. Manser P., Becker H., Hörl S., Axhausen K.W. Designing a large-scale public transport network using agent-based microsimulation, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, т. 137, сс. 1–15. 2020.
9. Ceder A. Optimal Multi-Vehicle Type Transit Timetabling and Vehicle Scheduling, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, т. 20, сс. 19–30. 2011.
10. Tian H., Safiullin R.N., Safiullin R.R. Integral evaluation of implementation efficiency of automated hardware complex for vehicle traffic control. *International Journal of Engineering*, 37(8), 1534–1546.

УДК 656.13

**МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ
КОМПЛЕКСНОЙ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ДОКУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ
ПЕРЕВОЗКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ
ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

**METHOD OF BUILDING A COMPLEX
AUTOMATED SYSTEM
OF DOCUMENTARY CONTROL
OF DANGEROUS GOODS
TRANSPORTATION BY VEHICLES**

Сафиуллин Р.Н., д.т.н., профессор;
ORCID: 0000-0002-8765-6461;
E-mail: safravi@mail.ru;
Сафиуллин Р.Р., к.т.н., доцент;
ORCID: 0000-0003-2315-3678;
E-mail: safiullin@yandex.ru;
Тянь Х., аспирант;
ORCID: 0000-0002-8963-109X;
E-mail: s215132@stud.spmi.ru;
Комиссарова А.М., магистр кафедры
транспортно-технологических процессов
и машин Санкт-Петербургского горного
университета императрицы Екатерины II,
г. Санкт-Петербург, Россия;
E-mail: komissarova.alyonka@yandex.ru

Safiullin R.N., Doctor of Engineering Sciences,
Professor;
ORCID: 0000-0002-8765-6461;
E-mail: safravi@mail.ru;
Safiullin R.R., Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor;
ORCID: 0000-0003-2315-3678;
E-mail: safiullin@yandex.ru;
Tian H., Post-graduate student;
ORCID: 0000-0002-8963-109X;
E-mail: s215132@stud.spmi.ru;
Komissarova A.M., postgraduate student,
Department of Transport and Technological
Processes and Machines, Empress Catherine II
Saint Petersburg Mining University,
St. Petersburg, Russia;
E-mail: komissarova.alyonka@yandex.ru

Получено 03.07.2024,
после доработки 12.08.2024.
Принято к публикации 20.08.2024.

Received 03.07.2024,
after completion 12.08.2024.
Accepted for publication 20.08.2024.

Сафиуллин, Р. Н. Метод построения комплексной автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами / Р. Н. Сафиуллин, Р. Р. Сафиуллин, Х. Тянь, А. М. Комиссарова // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 4 (62). – С. 141–150.

Safiullin R.N., Safiullin R.R., Tian H., Komissarova A.M. Method of building a complex automated system of documentary control of dangerous goods transportation by vehicles. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 141-150. (In Russ.)

Аннотация

Для повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности федеральных служб по надзору в сфере транспорта в статье предложен метод построения комплекс-

ной автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами. Разработан способ идентификации транспортных средств, перевозящих опасные грузы с помощью матричных QR-кодов, основанный на применении адаптивной системы управления, обеспечивающий передачу оперативных данных от транспортного средства в центр обработки данных. С целью обоснования теоретических основ прогнозирования состояния системы был разработан алгоритм обработки данных при функционировании автоматизированной системы контроля документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами на основе теории массового обслуживания.

Ключевые слова: транспортные средства, перевозочный процесс опасных грузов, автоматизированная система документального контроля, QR-код, идентификация, обработка данных, теория массового обслуживания

Abstract

To increase the effectiveness of the control and supervisory activities of the federal services for supervision in the field of transport, the article proposes a method for building a comprehensive automated system for documentary control of the transportation of dangerous goods by vehicles. A method has been developed for identifying vehicles carrying dangerous goods using matrix QR codes based on the use of an adaptive control system that ensures the transfer of operational data from the vehicle to the data processing center. In order to substantiate the theoretical foundations of predicting the state of the system, an algorithm for data processing was developed during the operation of an automated control system for documentary control of the transportation of dangerous goods by vehicles based on the theory of queuing.

Keywords: vehicles, transportation process of dangerous goods, automated documentary control system, QR code, identification, data processing, queuing theory

Введение

В последние годы вопросы безопасности автомобильных перевозок опасных грузов привлекают большое внимание. По данным статистики аварийности, количество ДТП с опасными грузами на российских автомобильных дорогах за последние несколько лет увеличилось, причем 89% происшествий связаны с перевозкой нефтепродуктов. Перевозка опасных грузов представляет потенциальную угрозу для здоровья людей, окружающей среды и инфраструктуры в случае аварии или несоблюдения правил. Контроль и надзор за деятельностью по перевозке опасных грузов являются неотъемлемой частью обеспечения безопасности, соблюдения законодательства, предотвращения чрезвычайных ситуаций и защиты окружающей среды. Это необходимая мера для обеспечения безопасности и эффективности перевозки опасных грузов, которая призвана минимизировать потенциальные риски

и угрозы, связанные с данной деятельностью. Однако анализ ряда отчетов о ДТП показывает, что основными причинами аварий с опасными грузами являются нарушения требований по упаковке, хранению, погрузке и разгрузке, неверная оценка грузоотправителем условий перевозки и класса опасности груза, нарушения требований безопасности перевозки и правил дорожного движения и т.д. Частые ДТП с опасными грузами и отсутствие эффективного противодействия этой тенденции свидетельствуют о том, что участниками процесса перевозки опасных грузов зачастую не выполняются обязательные требования [1-3]. Это отражает существующее несовершенство механизма регулирования автомобильных перевозок опасных грузов и техническое несовершенство средств контроля и надзора в данной области.

Транспортировка опасных грузов требует соблюдения строгих норм и правил

безопасности. Из множества документов, необходимых для перевозки опасных грузов, можно сформировать следующие 4 основных группы: разрешительные,

сопроводительные, водительские и дополнительные. Расширенный список документов по каждой группе сведен в схему, представленную на рис. 1.

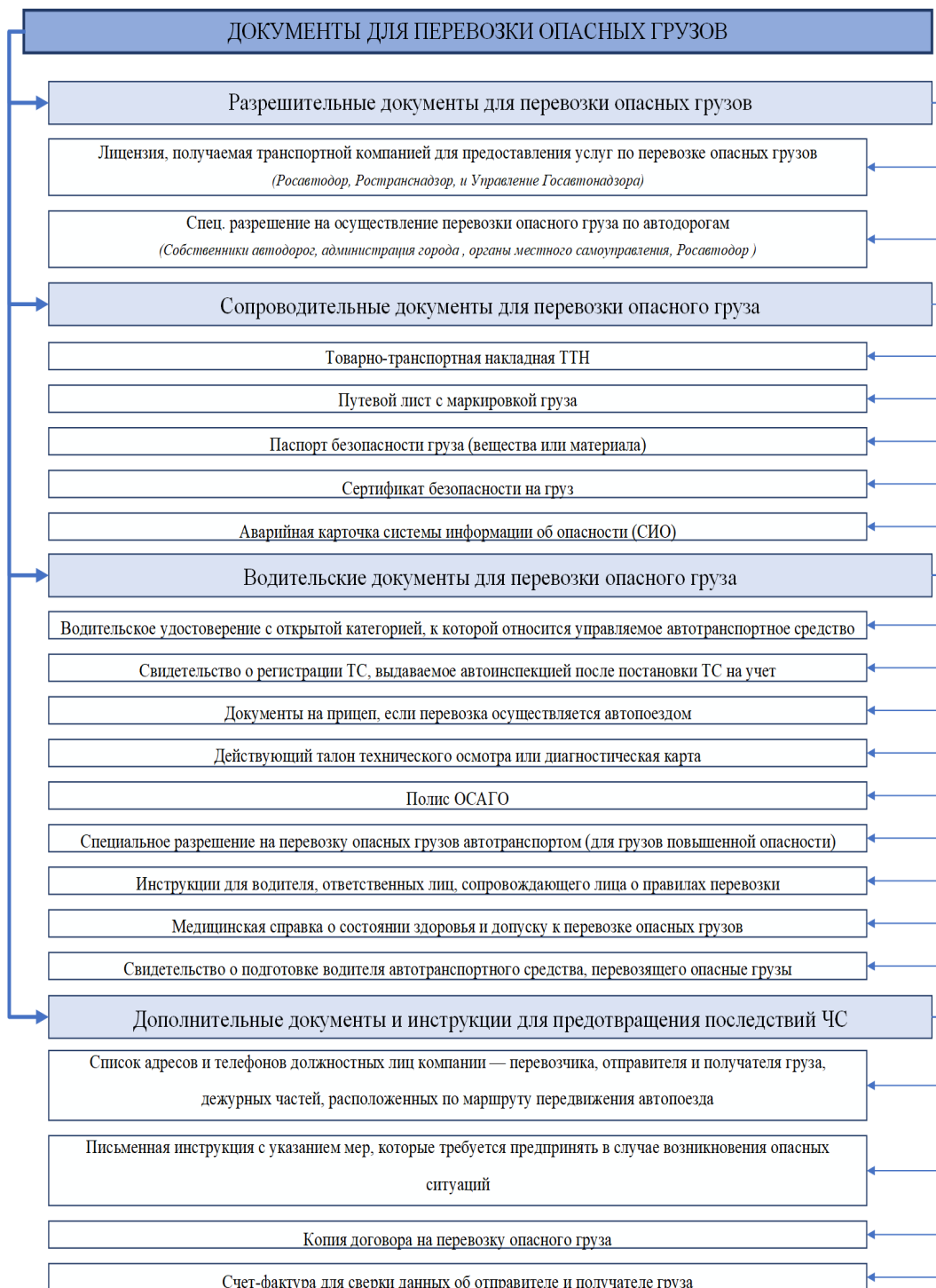


Рис. 1. Список документов, необходимых для перевозки опасных грузов [составлено авторами]

Однако, несмотря на жесткие требования государства, а также постоянный контроль и надзор со стороны Федеральных служб, ежегодно выявляется большое количество нарушений, в особенности связанных с фальсификацией свидетельств ДОПОГ. В условиях существующего постоянного роста объемов перевозок опасных грузов, традиционные методы, применяемые в контрольно-надзорной деятельности на автомобильном транспорте, теряют свою эффективность [4, 5].

Таким образом, существует необходимость разработки автоматизированной системы документального контроля перевоз-

ки опасных грузов с учетом применения информационно-цифровых технологий и программно-аппаратных средств с целью повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности. Внедрение данной системы позволит увеличить скорость проверки документов, снизить вероятность их подделки, улучшить доступ к информации и сэкономить ресурсы.

Методы, материалы и результаты

Разработана концептуальная модель построения автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами (рис. 2).

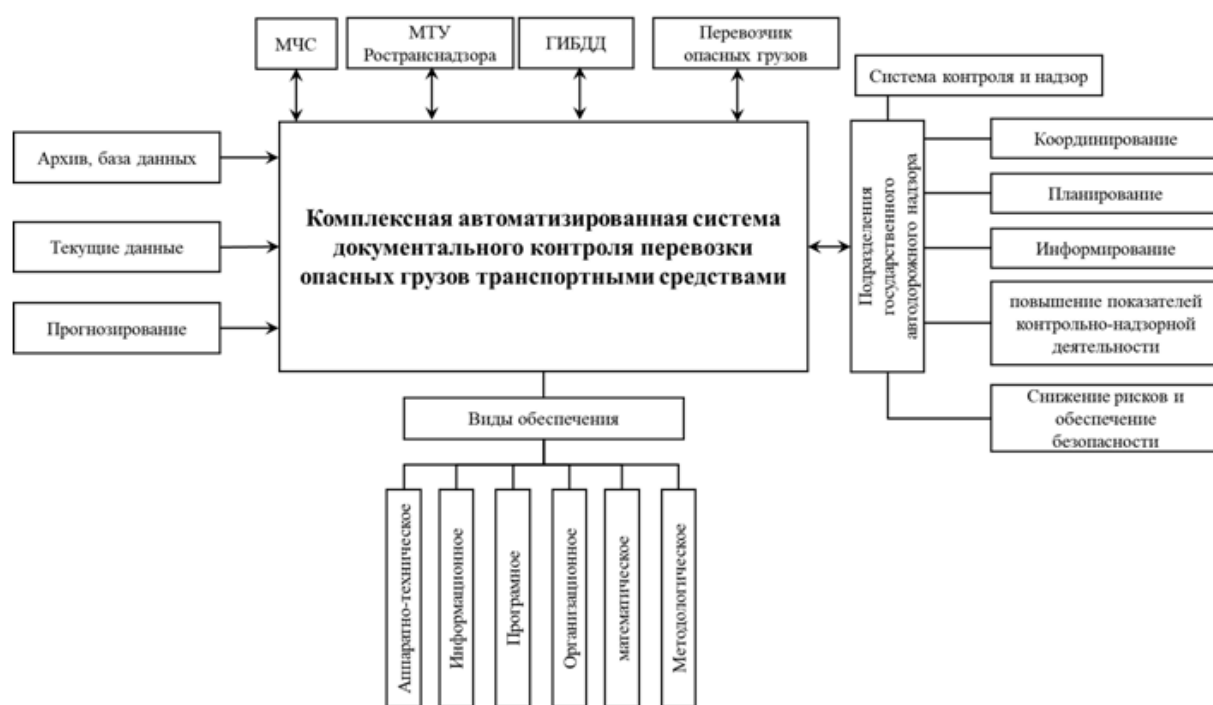


Рис. 2. Концептуальная модель построения комплексной автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами [составлено авторами]

Во многих статьях обсуждается применение QR-кодов для улучшения контроля и надзора за транспортными средствами: QR-коды позволяют быстро и легко идентифицировать их, проводить контроль за их перемещением и обеспечивать доступ к актуальным данным о состоянии транспортных средств. Применение QR-кодов для контроля перевозки опасных грузов

имеет следующие преимущества: высокая скорость считывания, высокая конфиденциальная безопасность, читаемость с любого направления благодаря шаблону обнаружения положения в трёх углах кода, большая ёмкость данных и т.д.

Разработан метод идентификации, основанный на применении адаптивной системы управления и способствующий форми-

рованию автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами. Этот новый метод использует матричные

QR-коды в процессе распознавания.

Блок-схема предлагаемой системы показана на рис. 3.

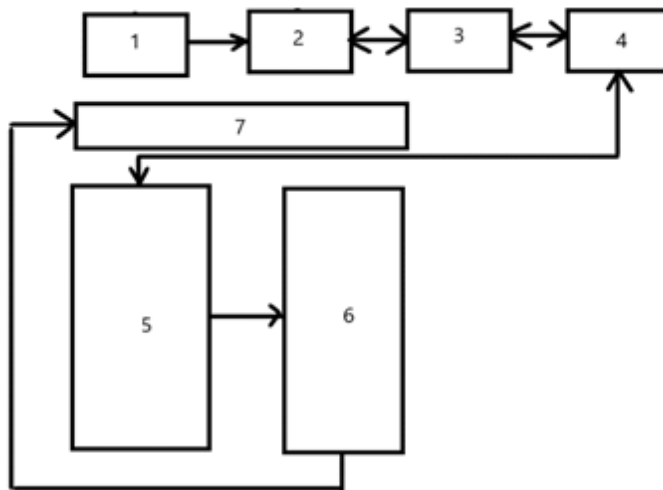


Рис. 3. Блок-схема системы автоматической идентификации транспортных средств, перевозящих опасные грузы [составлено авторами]

В предлагаемой системе идентификации транспортного средства включены последовательно преобразователь сигнала матричного QR-кода, приемопередатчик по определенному каналу связи в сеть с последующей доставкой оперативной переданной информации пользователям, а затем на передатчик, установленный на транспортном средстве. Данная система может быть применена для быстрой передачи информации от транспортных средств.

Система обеспечивает передачу оперативных данных от транспортного средства к центру обработки данных предлагаемой автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами, при этом интегрируя другие установленные многофункциональные автоматизированные системы контроля, что позволяет решить проблему недостаточного контроля подлинности сертификатов ДОПОГ.

Система автоматической идентификации АТС, перевозящего опасные грузы, с использованием матричного QR-кода работает по следующей схеме. Сигнал, генерируемый QR-кодом(1), размещенным на транспортных средствах, поступает на

программно-аппаратный комплекс (стационарный или мобильный), оснащенный видеокамерой (2), которая подключена к программному преобразователю (3), способному декодировать QR-код для получения содержащейся в нем информации. Он передает информацию на приемопередатчик (5) и одновременно фиксирует положение транспортного средства при помощи видеокамеры (2) через запрос/ответчик (4). Информация, полученная в результате распознавания QR-кода, передается приемопередатчиком местному пользователю (7) или в информационный центр по защищенному каналу (6) на основе протокола передачи данных ТСР. Сервер автоматически извлекает из базы данных информацию и соответствующие критерии для проверки подлинности контролируемого документа. Пользователь системы принимает соответствующие управленческие решения в связи с результатами обработки полученных данных.

Разработан алгоритм функционирования автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами (рис.4).

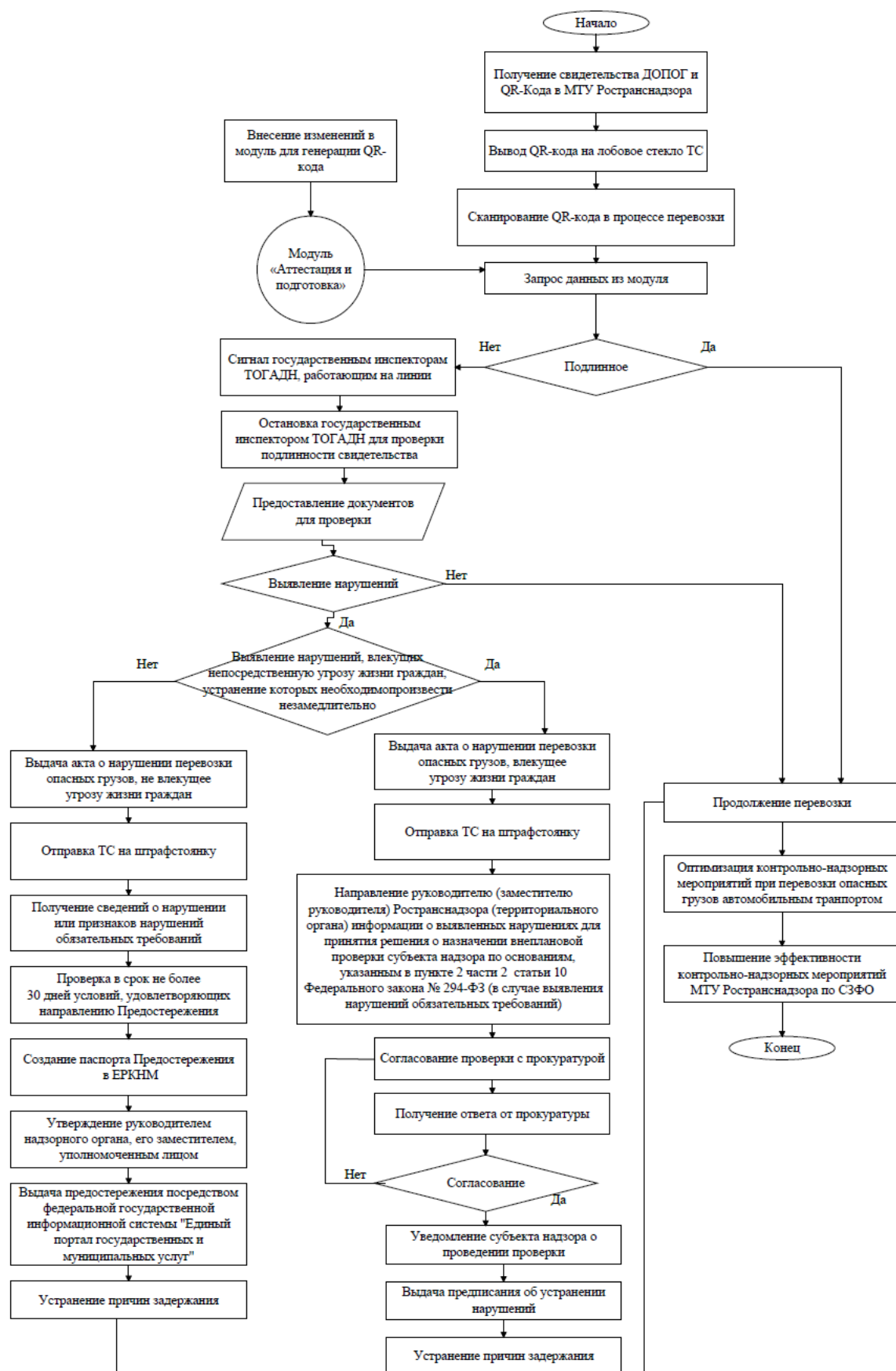


Рис. 4 Алгоритм функционирования автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами (на примере удаленной проверки подлинности свидетельств о подготовке водителей автотранспортных средств, перевозящих опасные грузы) [составлено авторами]

Функционирование данной системы позволит решить проблему недостаточного контроля подлинности свидетельств ДО-ПОГ путём обеспечения передачи оперативных данных от транспортного средства к созданной многофункциональной автоматизированной системе контроля [6, 7].

В ходе функционирования автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами центру обработки данных требуется обработка массовых данных, такие вопросы рассматриваются как вопросы очередности, запросы на об-

служивание представляют собой пользователей, серверы представляют собой посты обслуживания. Когда количество запросов пользователей системы постепенно увеличивается и достигает максимального значения, сервер все еще должен поддерживать хорошую производительность и высокую пропускную способность, таким образом, существует возможность использования теории массового обслуживания для анализа, оценки и прогнозирования показателей работы сервера или системы.

В соответствии с условиями задачи, граф состояний системы показан на рис. 5.

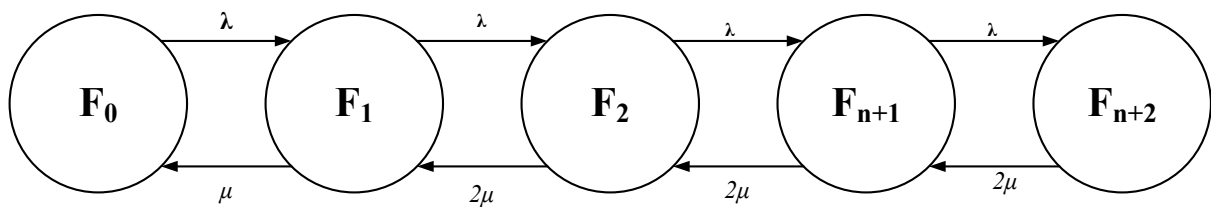


Рис. 5. Граф состояний системы массового обслуживания [составлено авторами]

Возьмем предлагаемый метод идентификации транспортного средства с использованием матричного QR-кода в качестве примера, состояния системы будем нумеровать по числу заявок, связанных с системой:

F0 – генерация сигналов в виде QR-кодов;

F1 – распознавание QR-кодов на автомобилях с помощью аппаратно-программных комплексов, оснащенных камерами;

F2 – преобразование сигналов от QR-кодов с помощью программного обеспечения;

F3 – передача информации о перевозке опасных грузов по защищенным каналам в соответствии с протоколами;

F4 – принятие управленческих решений пользователями системы.

Переход системы в состояние с большими номерами (слева направо) вызывается только потоком заявок с интенсивностью λ . По стрелкам справа налево систему переводит поток обслуживания, интенсив-

ность которого равна μ , умноженная на число занятых каналов. С появлением очереди интенсивность обслуживания больше не увеличивается, так как она уже достигла максимума 2μ .

Основные формулы, отражающие работу системы массового обслуживания с ожиданием, для упрощения записи обозначения $\lambda/\mu = \alpha$ – приведенная интенсивность; $\alpha/n = \beta$ – нагрузка.

Система дифференциальных уравнений Колмогорова для данного процесса имеет вид:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dP_0}{dt} &= -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \\ \frac{dP_1}{dt} &= -(\mu + \lambda)P_1(t) + \lambda P_0(t) + 2\mu P_2(t) \\ \frac{dP_2}{dt} &= -(2\mu + \lambda)P_2(t) + \lambda P_1(t) + 2\mu P_{n+1}(t) \\ \frac{dP_{n+1}}{dt} &= -(2\mu + \lambda)P_{n+1}(t) + \lambda P_2(t) + 2\mu P_{n+2}(t) \\ \frac{dP_{n+m}}{dt} &= -2\mu P_{n+2}(t) + \lambda P_{n+1}(t) \end{aligned} \right.$$

Нормировочное условие:

$$P_0 + P_1 + P_2 + P_{n+1} + P_{n+2} = 1,$$

где, P_i - предельная вероятность i -го состояния системы; λ - интенсивность поступления запросов пользователей системы; μ - коэффициент приведенной интенсивности запросов от пользователей системы

Автоматизированная система документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами является системой с большим количеством задач и ресурсов, разработка решений на основе теории массового обслуживания позволяет рассчитать показатели эффективности и вероятности состояния системы в соответствии с текущими ресурсами. Обоснованное прогнозирование показателей производительности системы призвано обеспечить компромисс между качеством обслуживания и стоимостью данных для выполнения требований пользователей. Учитывая фактор персонализации, пользователей системы возможно классифицировать, чтобы обеспечить пропорциональное время отклика для разных типов пользователей. Использование теории массового обслуживания при анализе сети передачи данных системы позволяет решить и такие вопросы, как своевременная передача трафика [8].

Заключение

Перспективным направлением является контроль в режиме реального времени всего процесса перевозки опасных грузов путем эффективного внедрения программно-аппаратных средств и создания полноценных баз данных по формированию локальной автоматизированной системы контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами на дорогах [9,10].

Меры по полной проверке документов, необходимых для перевозки опасных грузов, способствуют повышению безопасности транспортного процесса и снижению риска возникновения аварий. Действующая

на данный момент проверки необходимых документов для перевозки опасных грузов, в том числе свидетельств ДОПОГ, во время рейды транспортных средств, перевозящих опасные грузы на дорогах требует много времени, особенно когда приходится обратиться к различным организациям и базам данных. В результате исследования создана концептуальная модель построения автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами, разработан метод идентификации транспортных средств, перевозящих опасные грузы с помощью матричных QR-кодов. Разработан алгоритм функционирования автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами. Описание процесса обработки данных при работе системы автоматического управления определяется системой дифференциальных уравнений Колмогорова на основе теории массового обслуживания, что может служить теоретической основой для рационального прогнозирования показателей эффективности системы. Разработанные методы, модели и алгоритмы возможно применять в качестве методической основы для создания комплексной автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами.

Разработка и внедрение комплексной автоматизированной системы документального контроля перевозки опасных грузов транспортными средствами позволит создать более эффективную и надежную систему контроля, соответствующую современным стандартам безопасности и технологическим требованиям. Создание такой системы, в свою очередь, положительно скажется на улучшении показателей контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы по надзору в сфере транспорта.

Список литературы

1. Tatarinov V., Kirsanov A. Enhancement of monitoring systems for the transport of dangerous goods by road // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019. Т. 492. – С. 012017.
2. Holeczek N. Hazardous materials truck transportation problems: A classification and state of the art literature review // Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2019. Т. 69. – С. 305–328.
3. Кирсанов, А. А. Информационно-аналитическое и аппаратное обеспечение управления безопасностью автомобильных перевозок опасных грузов.: специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кирсанов Александр Анатольевич; МГТУ им. НЭ Баумана. – Москва, 2020. – 180 с.: ил.
4. Gogolinskiy K.V., Syasko V.A. Metrological Assurance and Standardization of Advanced Tools and Technologies for Nondestructive Testing and Condition Monitoring (NDT4.0). Research in Nondestructive Evaluation 2020, 31, 325–339.
5. Tian H., Safiullin R.N., Safiullin R.R. Integral evaluation of implementation efficiency of automated hardware complex for vehicle traffic control //International Journal of Engineering. – 2024. – Т. 37. – № 8. – С. 1534-1546.
6. Шелехов, С. И. К вопросу о реализации сотрудниками ДПС ГИБДД МВД России контроля за перевозками опасных грузов / С. И. Шелехов, А. Ю. Иванов // Научный компонент. – 2019. –№. 4. – С. 57-64.
7. Назарычев, А. Н. Исследование надежности тягового электропривода карьерных самосвалов на основе анализа отказов его функциональных узлов / А. Н. Назарычев, Г. В. Дяченко, Ю. А. Сычев // Записки Горного института. – 2023. Т. 261. – С. 363-373.
8. Yang Z.X., Liu W., Xu D. Study of cloud service queuing model based on imbedding Markov chain perspective // Cluster Computing. – 2018. – Т. 21. – С. 837-844.
9. Baryłka A., Chmieliński M. Innovative technologies supporting the safety of the transport of dangerous goods // Modern Engineering. – 2020. – Т. 3.
10. Сафиуллин Р. Н. Метод оценки и прогнозирования технического состояния ресурсных элементов карьерных самосвалов на основе контрольных карт Шухарта / Р. Н. Сафиуллин, Сафиуллин Р. Р., Сорокин К. В. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2024. – № 7. – С. 111–124.

References

1. Tatarinov V., Kirsanov A. Enhancement of monitoring systems for the transport of dangerous goods by road. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019. Т. 492. С. 012017. (In English).
2. Holeczek N. Hazardous materials truck transportation problems: A classification and state of the art literature review. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2019. Т. 69. С. 305–328. (In English).
3. Kirsanov, A. A. Informatsionno-analiticheskoe i apparatnoe obespechenie upravleniya bezopasnost'yu avtomobil'nykh perevozkop opasnykh грузов.: spetsial'nost' 05.13.10 «Upravlenie v sotsial'nykh i ekonomicheskikh sistemakh» : dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Kirsanov Aleksandr Anatol'evich; MGTU im. NE Baumana. Moskva. 2020; 180. (In Russian).
4. Gogolinskiy K.V., Syasko V.A. Metrological Assurance and Standardization of Advanced Tools and Technologies for Nondestructive Testing and Condition Monitoring (NDT4.0). Research in Nondestructive Evaluation 2020, 31, 325–339. (In English).
5. Tian H., Safiullin R. N., Safiullin R. R. Integral evaluation of implementation efficiency of automated hardware complex for vehicle traffic control . *International Journal of Engineering*. 2024; Т. 37. № 8: 1534-1546. (In English).

6. Shelekhov S.I., Ivanov A.Yu. K voprosu o realizatsii sotrudnikami DPS GIBDD MVD Rossii kontrolya za perevozkami opasnykh грузов [On the issue of the implementation by traffic police officers of the Ministry of Internal Affairs of Russia of control over the transportation of dangerous goods]. *Nauchnyi komponent*. 2019; №. 4: 57-64. (In Russian).

7. Nazarychev A.N., Dyachenok G.V., Sychev Yu.A. Issledovanie nadezhnosti tyagovogo elektroprivoda kar'ernykh samosvalov na osnove analiza otkazov ego funktsional'nykh uzlov [Investigation of the reliability of the electric traction drive of mining dump trucks based on the analysis of failures of its functional components]. *Zapiski Gornogo instituta*. 2023; T. 261: 363-373. (In Russian).

8. Yang Z.X., Liu W., Xu D. Study of cloud service queuing model based on imbedding Markov chain perspective. *Cluster Computing*. 2018; T. 21: 837-844. (In English).

9. Baryłka A., Chmieliński M. Innovative technologies supporting the safety of the transport of dangerous goods. *Modern Engineering*. 2020; T. 3. (In English).

10. Safiullin R.N., Safiullin R.R., Sorokin K.V. Metod otsenki i prognozirovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya resursnykh elementov kar'ernykh samosvalov na osnove kontrol'nykh kart Shukharta [A method for assessing and predicting the technical condition of the resource elements of quarry dump trucks based on Shewhart control charts]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*. 2024; № 7: 111–124. (In Russian).

УДК 656.07

БИОМЕТРИЯ КАК ИННОВАЦИЯ В ГИБДД

BIOMETRICS AS INNOVATIONS IN THE TRAFFIC POLICE

Хайбуллов А.Р., старший преподаватель;
E-mail: trenerbjp@mail.ru;

*Глазистов А.В., к.п.н., доцент кафедры
огневой, физической и тактико-специальной
подготовки филиала КЮИ МВД России,
г. Набережные Челны, Россия;*
E-mail: alex-glazistov@mail.ru

Khaibullov A.R., Senior lecturer;
E-mail: trenerbjp@mail.ru;

*Glazistov A.V., Ph.D., associate professor, of the
Department of fire Physical special training of
the KUI of the MVD Russia branch, Naberezhnye
Chelny, Russia;*
E-mail: alex-glazistov@mail.ru

*Получено 20.08.2024,
после доработки 12.09.2024.
Принято к публикации 23.09.2024.*

*Received 20.08.2024,
after completion 12.09.2024.
Accepted for publication 23.09.2024.*

Хайбуллов, А. Р. Биометрия как инновация в ГИБДД / А. Р. Хайбуллов, А. В. Глазистов // *Вестник НЦБЖД*. – 2024. – № 4 (62). – С. 150–154.

Khaibullov A.R., Glazistov A.V. Biometrics as innovations in the traffic police. *Vestnik NCBZD*. 2024; (4): 150-154. (In Russ.)

Аннотация

В рамках настоящей статьи проводится комплексный анализ современных технологий в рамках биометрии, которая используется в деятельности ГИБДД, анализируются основные правовые вопросы правомерности использования, а также анализируются проблемные вопросы использования технических средств.

Ключевые слова: биометрия, ГИБДД, правоохранительная деятельность, правовые основания, Российская Федерация

Abstract

Within the framework of this article, a comprehensive analysis of modern technologies within the framework of biometrics, which is used in the activities of the traffic police, analyzes

the main legal issues of the legality of use, as well as analyzes problematic issues of the use of technical means.

Keywords: biometrics, traffic police, law enforcement, legal grounds, Russian Federation

Биометрия – это современные технологии, которые используются для идентификации и аутентификации личности на основе ее биологических характеристик, таких как отпечатки пальцев, голос, лицо, радужка глаза и прочее. В последние годы биометрические технологии становятся все более популярными и широко применяются в различных областях, включая безопасность, медицину, финансы и государственные службы.

Одной из областей, где биометрия нашла широкое применение, является Государственная инспекция безопасности дорожного движения (далее – ГИБДД). В России эта служба отвечает за регулирование дорожного движения, контроль за соблюдением правил на дорогах, выдачу водительских удостоверений и регистрацию автотранспортных средств. Использование биометрических технологий в работе ГИБДД позволяет улучшить качество предоставляемых услуг, повысить эффективность контроля и сделать процессы более удобными и безопасными для граждан [2, с. 62].

Одним из ключевых преимуществ биометрии является ее надежность и точность идентификации личности. В отличие от традиционных методов идентификации, таких как пароли или PIN-коды, биометрические технологии используют уникальные биологические характеристики человека, которые невозможно подделать или скопировать. Это позволяет исключить возможность мошенничества и обеспечить высокий уровень защиты персональных данных.

В ГИБДД биометрия применяется для ряда задач. Например, при выдаче водительских удостоверений можно использовать сканирование отпечатков пальцев для подтверждения личности заявителя.

Это помогает исключить возможность выдачи дубликатов удостоверений или мошенничества при подаче заявлений. Кроме того, биометрические технологии позволяют создавать электронные базы данных с информацией о водителях и транспортных средствах, что упрощает и ускоряет процессы регистрации и поиска информации [3, с. 117].

Биометрия также может быть использована для обеспечения безопасности дорожного движения. Например, системы распознавания лиц или радужки глаза могут быть установлены на дорожных камерах для идентификации нарушителей правил дорожного движения. Это позволяет автоматизировать процесс контроля за соблюдением правил и наказания нарушителей, что способствует повышению общественной безопасности.

В России в рамках программы «Безопасный город» установлены более 1 млн камер видеонаблюдения, каждая третья из них подключена к системе распознавания лиц, а комплексов автоматической фиксации нарушений правил дорожного движения – более 26 тыс. Так, в Китае функционирует более 20 млн камер, сопряженных с системой идентификации, а в Шеньчжэне уже накоплен опыт фиксации нарушений правил дорожного движения пешеходами [4, с. 9].

В России тестируют светофоры с камерами, которые следят за пешеходами.

Первый прототип появился в Москве 2024 г. Внутри – биометрическая камера распознавания лиц, позволяющая фиксировать нарушения правил дорожного движения на переходе.

В случае нарушения правил дорожного движения изображение пешехода, который не соблюдает правила, транслируется на электронное табло, расположенное рядом с местом нарушения.

Прототип светофора с биометрической камерой распознавания лиц, которая позволяет фиксировать нарушения ПДД пешеходом на пешеходном переходе, тестировали в Москве на Бережковской набережной.

Для эффективного использования такой системы и привлечения к административной ответственности пешеходов, нарушивших правила дорожного движения, нужно иметь биометрические данные всех граждан, из-за чего предоставление их должно стать обязанностью, а не правом жителей страны [4, с. 13].

Инновации в области биометрии сегодня активно внедряются в ГИБДД России с целью улучшения качества и эффективности работы органов государственной инспекции безопасности дорожного движения. Биометрические технологии позволяют идентифицировать лица и установить их личность по уникальным физиологическим или поведенческим характеристикам.

Одной из основных особенностей инноваций в области биометрии в ГИБДД России является использование биометрических данных для идентификации водителей и пассажиров. Например, система распознавания лиц может быть установлена на видеокамерах, размещенных на автомобильных дорогах, для автоматического определения водителей, нарушающих правила дорожного движения. Это позволяет упростить процесс выявления нарушителей и улучшить работу сотрудников ГИБДД.

Еще одной важной особенностью инноваций в области биометрии в ГИБДД России является возможность использования биометрических технологий для улучшения безопасности дорожного движения. Например, системы распознавания лиц и отпечатков пальцев могут быть использованы для идентификации лиц, находящихся в угоняемых автомобилях. Это помогает снизить уровень автокриминала и обеспечить безопасность водителей и пассажиров [5, с. 325].

Кроме того, инновации в области биометрии в ГИБДД России способствуют улучшению качества предоставляемых государственных услуг. Например, внедрение биометрических технологий позволяет оптимизировать процессы регистрации автотранспортных средств и выдачи водительских удостоверений, ускоряя их выполнение и снижая количество административных процедур.

Еще одной особенностью инноваций в области биометрии в ГИБДД России является повышение эффективности контроля за водителями и пассажирами на дорогах. Например, системы распознавания лиц и голосов могут быть использованы для автоматического определения состояния водителей (усталость, алкогольное опьянение и др.), что позволяет своевременно предотвратить возможные аварии и происшествия на дорогах [6, с. 116].

Биометрические технологии также позволяют улучшить контроль за доступом к информации и системам ГИБДД России. Так, использование биометрических данных для аутентификации сотрудников и посетителей позволяет защитить конфиденциальную информацию и данные от несанкционированного доступа [7, с. 58].

В настоящее время использование биометрических технологий в сфере ГИБДД России становится все более распространенным. Биометрические данные могут использоваться для идентификации иностранного гражданина, личности без гражданства, в различных ситуациях, включая установление личности водителя при остановке на дороге, проверки подлинности водительских прав, выдачи различных документов и т.д.

Однако использование биометрических технологий в ГИБДД России регулируется определенными правовыми нормами и требованиями. Прежде всего, следует отметить, что в России действует Федеральный закон «О персональных данных», который устанавливает основные принципы

обработки персональных данных, включая биометрические данные [1].

Согласно данному закону, биометрические данные относятся к особым категориям персональных данных, обработка которых сопряжена с повышенными рисками для прав и свобод физического лица. Поэтому их обработка допускается только при соблюдении определенных условий и требований, а также с согласия субъекта персональных данных.

В контексте использования биометрических технологий в ГИБДД России важно учитывать следующие правовые аспекты:

1. Согласие субъекта персональных данных на обработку биометрических данных. В случае обработки биометрических данных ГИБДД должна получить согласие субъекта на такую обработку. Согласие должно быть добровольным, информированным и оформлено в письменной форме;

2. Цели обработки биометрических данных. ГИБДД должна четко определить цели обработки биометрических данных и обеспечить их соответствие законным целям. Например, использование биометрических данных в целях выдачи документов или установления личности водителя при проверке на дороге [8, с. 135];

3. Защита биометрических данных. ГИБДД обязана обеспечивать надежную защиту биометрических данных от несанкционированного доступа, использования и распространения. Для этого могут применяться различные технические и организа-

ционные меры защиты;

4. Сроки хранения биометрических данных. ГИБДД должна определить сроки хранения биометрических данных и обеспечить их соответствие законным требованиям. По истечении установленного срока биометрические данные должны быть уничтожены;

5. Права субъектов персональных данных. Субъекты персональных данных имеют определенные права по отношению к своим биометрическим данным, включая право на доступ к своим данным, исправление ошибок, блокирование или удаление данных.

Таким образом, технология компьютерного зрения была использована для решения проблемы контроля за соблюдением режимов труда и отдыха водителей такси и каршеринга, что, наряду с другими регулирующими мерами может привести к снижению аварийности этих служб. Предлагаемая система может быть использована как платформа для установки других интеллектуальных модулей: системы контроля за состоянием водителя, системы безопасности и помощи водителю. Также технология возможна для проведения научных исследований по влиянию психофизиологических особенностей состояния водителя на параметры управления автомобилем и на показатели его технической эксплуатации, что подчеркивает научную новизну настоящей работы.

Список литературы

1. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ (ред. от 06.02.2023) «О персональных данных».
2. Барabanщиков, В. А. Восприятие индивидуально-психологических особенностей человека по изображению целого и частично открытого лица / В. А. Барabanщиков // Экспериментальная психология. – 2022. – № 1. – С. 62-83.
3. Блудян, Н. О. Оценка влияния качества нормативно-правового регулирования на обеспечение безопасности таксомоторных перевозок / Н. О. Блудян // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2023. – № 4 (47). – С. 117-123.
4. Горбатенко, Д. С. Безопасность эксплуатации автомобильного транспорта, используемого в режиме легкового такси / Д. С. Горбатенко // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 2. – С. 9-15.

5. Зайцева, Л. В. Труд водителей такси на основе интернет-платформ: отдельные вопросы правового регулирования / Л. В. Зайцева, А. С. Митрясова // Вестник Томского государственного университета. – 2023. – № 435. – С. 239-245.

6. Мишина, Ю. В. Некоторые вопросы административно-правового регулирования деятельности легковых такси / Ю. В. Мишина // Сибирское юридическое обозрение. – 2022. – № 1. – С. 116-122.

7. Петрук, В. Применение локальных бинарных шаблонов к решению задачи распознавания лиц / В. Петрук, А. В. Самородов, И. Н. Спиридонов // Вестник московского государственного технического университета

им. Н.Э. Баумана. Серия приборостроение. – 2023. – № 5. – С. 58-63.

8. Федосеева, М. А. Контроль психоэмоционального состояния водителя с использованием системы распознавания лиц / М. А. Федосеева, Д. А. Лашин, И. А. Новиков // Роль опорного вуза в развитии транспортно-энергетического комплекса Саратовской области (Саратов, 16-17 мая 2018 г.). – Саратов, 2024. – С. 135-137.

References

1. Federal'nyi zakon ot 27.07.2006 № 152-FZ (red. ot 06.02.2023) «O personal'nykh dannykh» [Federal Law № 152-FZ dated 07/27/2006 (as amended on 02/06/2023) «On Personal Data»] (In Russian).

2. Barabanshchikov V.A. Vospriyatie individual'no-psikhologicheskikh osobennostei cheloveka po izobrazheniyu tselogo i chastichno otkrytogo litsa [Perception of individual psychological characteristics of a person based on the image of a whole and partially open face]. *Eksperimental'naya psikhologiya*. 2022; № 1: 62-83. (In Russian).

3. Bludyan N.O. Otsenka vliyaniya kachestva normativno-pravovogo regulirovaniya na obespechenie bezopasnosti taksomotornykh perevozok [Assessment of the impact of the quality of regulatory regulation on ensuring the safety of taxi transportation]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)*. 2023; № 4 (47): 117-123.(In Russian).

4. Gorbatenko D.S. Bezopasnost' ekspluatatsii avtomobil'nogo transporta, ispol'zuemogo v rezhime legkovogo taksi [Safety of operation of motor transport used in passenger taxi mode]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya*. 2023; № 2: 9-15.(In Russian).

5. Zaitseva L.V., Mitryasova A.S. Trud voditelei taksi na osnove internet-platform: otdel'nye voprosy pravovogo regulirovaniya [The work of taxi drivers based on Internet platforms: selected issues of legal regulation]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2023; № 435: 239-245. (In Russian).

6. Mishina Yu.V. Nekotorye voprosy administrativno-pravovogo regulirovaniya deyatel'nosti legkovykh taksi [Some issues of administrative and legal regulation of passenger taxi activities]. *Sibirskoe yuridicheskoe obozrenie*. 2022; № 1: 116-122. (In Russian).

7. Petruk V., Samorodov A.V., Spiridonov I.N. Primenenie lokal'nykh binarnykh shablonov k resheniyu zadachi raspoznavaniya lits [Application of local binary patterns to solving the problem of face recognition]. *Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. N.E. Baumana. Seriya priborostroenie*. 2023; № 5: 58-63. (In Russian).

8. Fedoseeva M.A., Lashin D.A., Novikov I.A. Kontrol' psikhoemotsional'nogo sostoyaniya voditelya s ispol'zovaniem sistemy raspoznavaniya lits [Control of the driver's psycho emotional state using a facial recognition system]. *Rol' opornogo vuza v razvitii transportno-energeticheskogo kompleksa Saratovskoi oblasti (Saratov, 16-17 maya 2018 g.)*. Saratov. 2024; 135-137. (In Russian).

Андреева Татьяна Сергеевна, к.х.н., доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Россия;

Ахмадянов Владимир Артемович, магистрант ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия;

Белоощенко Дарья Васильевна, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Россия;

Богач Виталий Васильевич, к.х.н., доцент, заведующий кафедрой «Промышленная безопасность» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, Россия;

Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., профессор кафедр «Промышленная безопасность» и «Конструирование и технология производства электронных средств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, Россия;

Веселов Алексей Вячеславович, к.в.н., старший преподаватель кафедры аварийно-спасательных работ ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Химки, Россия;

Врублевский Александр Сергеевич, доцент кафедры рекламы, связей с общественностью и дизайна Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия;

Гапуленко Татьяна Олеговна, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Россия;

Гавришев Алексей Андреевич, доцент ФГБОУ ВО «МГЛУ», магистр ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ «МИФИ»), г. Москва, Россия;

Гаврюшенко Виктория Павловна, начальник научно-исследовательского сектора ФГБУ ВНИИПО МЧС России, г. Балашиха, Россия;

Гараев Тимур Кавасович, к.т.н., доцент кафедры специальной математики ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, Россия;

Гибадуллин Аскар Радикович, младший научный сотрудник Татарского научно-исследовательского института агрохимии и почвоведения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань, Россия;

Гибадуллин Радик Зифарович, к.б.н., доцент ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия;

Глазистов Александр Валерьевич, к.п.н., доцент кафедры огневой, физической и тактико-специальной подготовки филиала КЮИ МВД России, г. Набережные Челны, Россия;

Голов Егор Викторович, к.т.н., доцент кафедры транспортных систем ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург, Россия;

Жданов Никита Сергеевич, курсант командно-инженерного факультета ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Химки, Россия;

Зулфикаров Амирбек Зулфикор угли, магистрант кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского университета науки и технологий, г. Уфа, Россия;

Ипполитова Софья Вадимовна, студент ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, Россия;

Евтюков Сергей Аркадьевич, д.т.н., профессор кафедры наземных транспортно-технологических машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург, Россия;

Егоров Владислав Иванович, к.б.н., ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Россия;

Иванов Евгений Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры аварийно-спасательных работ Академии гражданской защиты МЧС России Московская обл., г. Химки, Россия;

Комиссарова Алена Михайловна, магистрант кафедры транспортно-технологических процессов и машин Санкт-Петербургского Горного университета императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург, Россия;

Кострюкова Наталья Викторовна, к.х.н., доцент кафедры «Безопасность производства и промышленная экология» ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия;

Кузьмин Александр Викторович, к.т.н., доцент кафедры промышленной и экологической безопасности института автоматики и электронного приборостроения ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, Россия;

Кузнецова Юлия Вадимовна, к.т.н., доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Россия;

Логинова Ольга Анатольевна, к.т.н., доцент кафедры «Автомобильные дороги, мосты и тоннели» ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия;

Мельникова Анна Сергеевна, магистр, инженер кафедры «Безопасность производства и промышленная экология» ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия;

Мягих Кристина Павловна, преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Россия;

Навцены Владимир Юрьевич, д.т.н., профессор кафедры «Управление безопасностью в техносфере» Российского университета транспорта, г. Москва, Россия;

Нарусова Елена Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры «Управление безопасностью в техносфере» Российского университета транспорта, г. Москва, Россия;

Насырова Элина Сагитовна, к.т.н., доцент кафедры безопасности производства и промышленной экологии Уфимского университета науки и технологий, г. Уфа, Россия;

Николаева Регина Владимировна, к.т.н., доцент кафедры «Цифровые дорожные технологии» ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия;

Ончева Елена Михайловна, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Россия;

Осипов Дмитрий Леонидович, к.т.н., доцент ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия;

Панов Артем Михайлович, магистр ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия;

Парра Сунильда Ариас, аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин Санкт-Петербургского

Горного университета императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург, Россия;

Петренко Павел Павлович, адъюнкт научно-исследовательского центра Академии гражданской защиты МЧС России, Московская обл., г. Химки, Россия;

Рыбаков Анатолий Валерьевич, д.т.н., профессор кафедры информационных систем и технологий Академии гражданской защиты МЧС России, Московская обл., г. Химки, Россия;

Сафиуллин Равиль Нуруллович, д.т.н., профессор кафедры транспортно-технологических процессов и машин Санкт-Петербургского Горного университета императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург, Россия;

Сафиуллин Руслан Равиллович, к.т.н., доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин Санкт-Петербургского Горного университета императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург, Россия;

Сиразов Нияз Наилевич, инженер-проектировщик ООО «Символ Про», г. Казань, Россия;

Сорокина Елена Валерьевна, аспирант кафедры транспортных систем ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург, Россия;

Стеняшина Надежда Леонидовна, к.пед.н., доцент кафедры гуманитарных

дисциплин Альметьевского филиала УВО «Университет управления «ТИСБИ», г. Альметьевск, Россия;

Страхов Дмитрий Евгеньевич, к.т.н., доцент, преподаватель ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия;

Тараканов Дмитрий Анатольевич, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия;

Трапезников Владислав Андреевич, ассистент кафедры «Управление безопасностью в техносфере» Российского университета транспорта, г. Москва, Россия;

Тянь Хаотянь, аспирант кафедры транспортно-технологических процессов и машин Санкт-Петербургского Горного университета императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург, Россия;

Хайбуллов Айдар Радикович, старший преподаватель кафедры огневой, физической и тактико-специальной подготовки, подполковник полиции, филиала КЮИ МВД России, г. Набережные Челны, Россия;

Шорина Татьяна Владиславовна, к.пед.н., доцент кафедры «Информационные технологии и интеллектуальные системы ФГАОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, Россия.

Адрес издателя:
420059, Республика Татарстан,
г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 5
Тел. 8 (843) 5333776

E-mail: guncbgd@mail.ru

Адрес редакции: 420059, Республика Татарстан,
г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 5
Тел. 8 (843) 5333776
E-mail: guncbgd@mail.ru

Подписано в печать 20.12.2024
Дата выхода в свет 25.12.2024

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

Усл. печ. л. 7 Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии ОСП «НЦБЖД АН РТ»
420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 5.

Publisher address:
420059, Republic of Tatarstan,
Kazan, st. Orenburg tract, 5
Tel. 8 (843) 5333776

E-mail: guncbgd@mail.ru

Editorial office address:
420059, Republic of Tatarstan,
Kazan, st. Orenburg tract, 5 Tel. 8 (843) 5333776
E-mail: guncbgd@mail.ru

Signed for printing 20.12.2024
Issue date 25.12.2024

When reprinting, a reference to the journal is required
Conv. print l. 7 Circulation 500 copies.

Printed in typography of Scientific Center
of Safety Research of the Academy of Sciences of the
Republic of Tatarstan
420059, Kazan, st. Orenburg tract, 5.