

СОДЕРЖАНИЕ

МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Атякшева А. А., Щербакова А. С., Капьева К. А.

ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И АВТОНОМНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА..... 3

Белоклокова И. Г., Мякушева К. А., Никольская М. В.

ПНЕВМОНИИ И ТУБЕРКУЛЕЗ В СТРУКТУРЕ ИНФЕКЦИОННОЙ ПАТОЛОГИИ..... 9

ЭКОНОМИКА, СОЦИОЛОГИЯ, ПРАВО

Барышев В. В.

УГОЛОВНО-ПРАВОВАЯ КВАЛИФИКАЦИЯ КРАЖИ И ГРАБЕЖА ПО УГОЛОВНОМУ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВУ ИСПАНИИ (РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ, ЭТИМОЛОГИЧЕСКИЙ, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ) 14

Рыжова А. А., Рыжова О. А., Власова А. А., Минакова В. В.

СОВРЕМЕННЫЕ УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ..... 20

Куликова С. В., Рындина С. В.

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНЦЕПЦИИ SMART CITY ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛУЖБАМИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА 25

Мартынова К. С., Рындина С. В.

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ БЬЮТИ-ИНДУСТРИИ: АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ 31

Щеглов В. Ю., Скворцов А. О.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА БИЗНЕСА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 38

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Кирилина Ю. Н., Перелыгин Ю. П.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ДЛЯ ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ СВИНЦОМ И СПЛАВОМ СВИНЕЦ – ИНДИЙ 42

Перелыгин Ю. П., Кольчугина И. Г.

ЭМПИРИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДНОГО РАСТВОРА СОЛИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ..... 46

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

Синенкова С. Р., Киреев С. Ю., Глебов М. В.

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ МАЛООПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ КОБАЛЬТ – КАРБИД ВОЛЬФРАМА..... 50

Абдулхакзода М. А., Исаев С. Г., Ларкин С. Е., Чапаев В. С.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА 58

Бадеева Е. А., Усачев Д. А., Чернов И. А., Бадеев В. А., Соломанидин М. В. ОПТОВОЛОКОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ	64
Богатенков Д. А., Чайковский В. М. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	70
Вдовкина С. А., Шибанов С. В. БИБЛИОТЕКА ДЛЯ ОНЛАЙН-ВЕРИФИКАЦИИ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ	76
Ишков А. С., Маркелов М. К., Борисов Н. А., Новичков Д. А. ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАПРАВЛЕННОГО ЗВУКА	85
Рогожкина К. П., Козлов В. В. АЛГОРИТМ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЛОЩАДНОГО ОБЪЕКТА.....	91

МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

УДК 61

ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И АВТОНОМНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА

А. А. Атякшева¹, А. С. Щербакова², К. А. Капьева³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹aan-rita@mail.ru

²ruge2002@mail.ru

³kkapjeva@yandex.ru

Аннотация. Представлена оценка автономной и центральной регуляции у студентов Медицинского института. Вычислены показатели HF и LF с помощью АК «Омега» для определения типа уровня регуляции, также в процессе была использована корректирующая проба дыхания с целью установить ее влияние на изменения контура регуляции.

Ключевые слова: центральная регуляция, автономная регуляция, дыхательные упражнения

Для цитирования: Атякшева А. А., Щербакова А. С., Капьева К. А. Особенности центральной и автономной регуляции сердечно-сосудистой системы у студентов Медицинского института // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 3–8.

Сердце – центральный орган нашего организма, его деятельность подчиняется нервной и гуморальной регуляции, но доля центральной и автономной регуляции разная.

Центральная регуляция – это сложнейшая многоуровневая система нейрогуморальной регуляции физиологических функций, которая включает в себя многочисленные звенья от подкорковых центров продолговатого мозга до гипоталамо-гипофизарного уровня вегетативной регуляции и коры головного мозга. Автономная регуляция – это в определенной степени обособленная система, работающая в режиме компенсации отклонений в ответ на возмущения, вызванные дыханием.

В настоящее время в России наметился новый этап активизации усилий ученых и практиков в отношении развития и использования методов анализа variability сердечного ритма (ВСР). Важной особенностью этого нового этапа является большой интерес к практическому применению новой методологии в различных областях прикладной физиологии и клинической медицины. В клинике используют дыхательные упражнения, но не берут в учет тип регуляции пациента.

Представление о норме как среднестатистическом показателе сегодня не устраивает ни физиологов, ни клиницистов ввиду наличия индивидуальных особенностей организма, цикличности процессов, возрастных, гендерных и других различий. Поэтому перед нами встала задача найти индивидуальный метод для коррекции функционального состояния. Каждая норма в определенной степени должна проявляться качественно однородными явлениями

Характеристика испытуемых: в эксперименте приняли участие 56 студентов-добровольцев, из них 21 – мужского пола, 35 – женского. Перед экспериментом проводился анализ испытуемых: у всех было хорошее самочувствие, отсутствовали патологии. Для оценки функционального состояния использовали аппаратный комплекс (АК) «Омега» (г. Санкт-Петербург, фирма «Динамика»). Программно-аппаратный комплекс «Омега» – высокоточный метод анализа кардиоритма человека. Принцип работы состоит в регистрации и передаче ЭКГ пациента на компьютер, на котором производится обработка данных и расчет показателей. В основу метода положена патентованная технология глубокого анализа variability сердечного ритма.

Для оценки автономной и центральной регуляции мы использовали показатели HF и LF, на которые ссылаются исследователи, такие как Шлык и Баевский [1–3]. Они отмечают, что именно эти показатели эффективно выражают уровень центральной и автономной регуляции. На слайде представлены статистические и спектральные показатели электрограммы АК «Омега».

В ходе работы мы использовали статистическую обработку данных АК «Омега». Ниже представлены диаграммы с нашими результатами.

На диаграмме № 1 общее количество участников с центральной и автономной регуляциями: с центральной 37 %, с автономной 63 % (рис. 1).

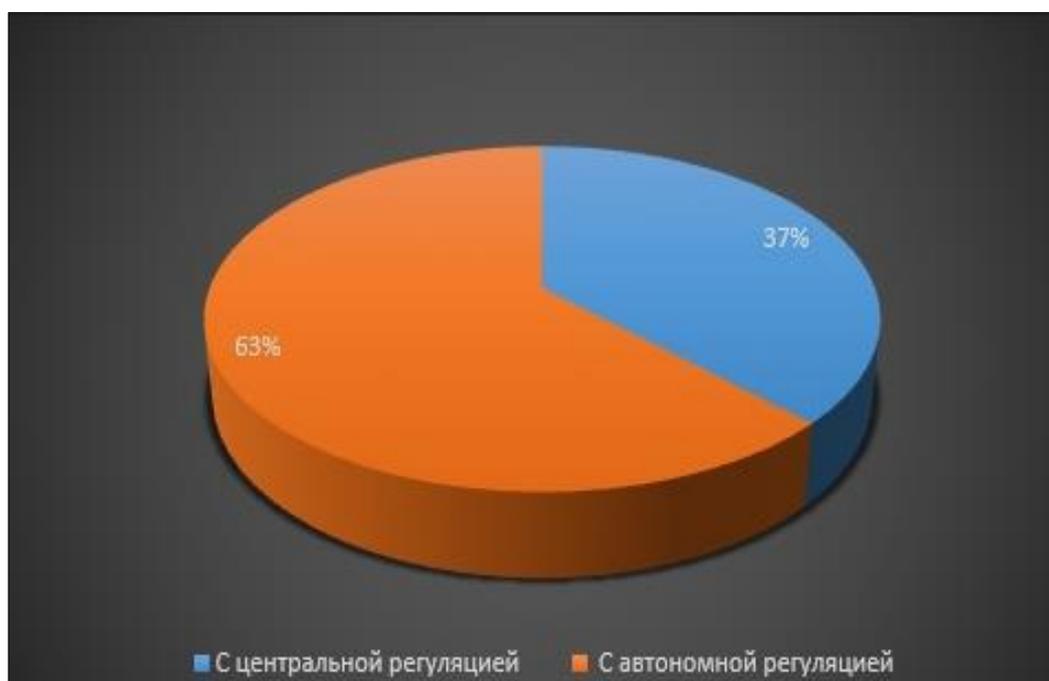


Рис. 1. Диаграмма № 1. Общее количество участников

Анализируя диаграмму № 1, составили подробную диаграмму № 2 (рис. 2), где разделили участников на представителей мужского и женского пола. Девушек с центральной регуляцией – 40 %, с автономной – 60 %. Юношей с центральной – 33 %, с автономной – 67 %. Мы поняли, что тип регуляции не зависит от пола.

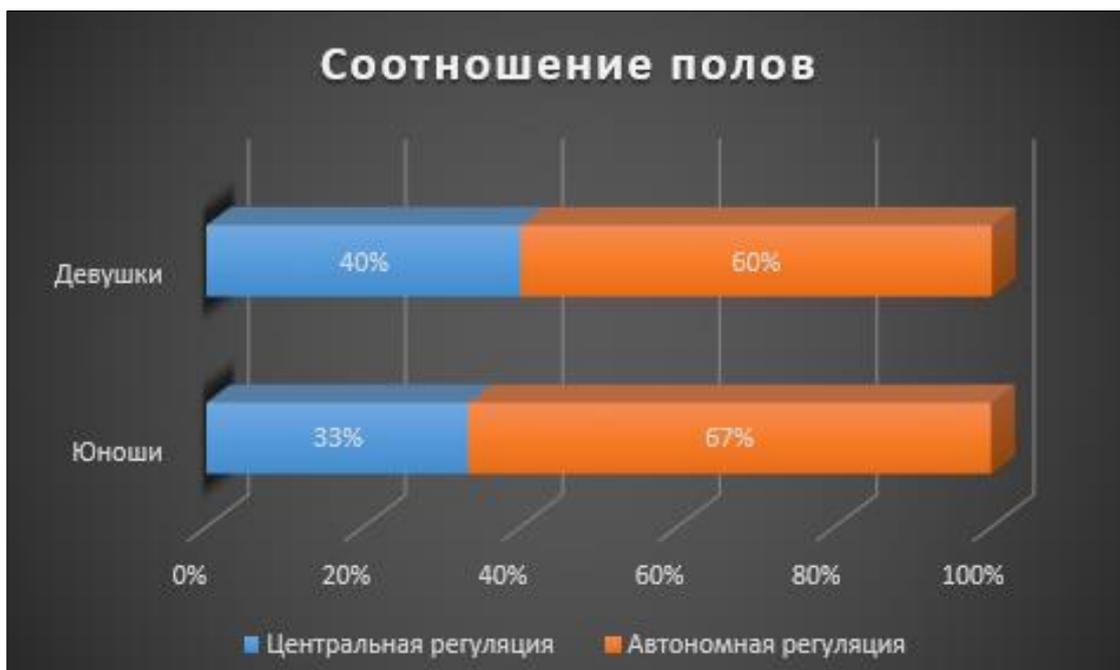


Рис. 2. Диаграмма № 2. Соотношение полов

На диаграмме № 3 показано значение HF до дыхательного упражнения (рис. 3). До дыхательного центральная – 38 %, автономная – 62 %.

Показатели LF и HF сместились в сторону автономной регуляции, что свидетельствует о включении парасимпатической системы, т.е. это система восстановления, гармонизации, нормализации функциональных систем.



Рис. 3. Диаграмма №3. Значение HF до дыхательного упражнения

На диаграмме № 4 показано значение HF после дыхательного упражнения (рис. 4). После дыхательного центральная – 88 %, автономная – 12 %.

Однако у семи испытуемых показатели и до, и после дыхательного упражнения стабильно обеспечивались автономной регуляцией. Но десять испытуемых стабильно были обеспечены центральной регуляцией, остальные – переменной.

Кроме того, мы посмотрели, как изменяются ритмы мозга.



Рис. 4. Диаграмма № 4. Значение HF после дыхательного упражнения

На диаграмме № 5 (рис. 5) показаны бета-ритмы участников до дыхательного упражнения и после. До дыхательного – 49 %, после – 51 %.

Показатель HF после дыхательного упражнения у большинства показал активизацию центральной регуляции. В результате эксперимента мы выяснили, что этот показатель хорошо коррелирует с бета-ритмами мозга.



Рис. 5. Диаграмма № 5. Бета-ритм мозга участников до дыхательного упражнения и после

Диаграмма № 6: альфа-ритмы участников до дыхательного упражнения и после (рис. 6). До дыхательного – 43 %, после – 57 %. В результате полученных данных можно сделать вывод, что дыхательные упражнения оказывают небольшое влияние на изменение ритмов мозга.



Рис. 6. Диаграмма № 6. Альфа-ритм мозга участников до дыхательного упражнения и после

По результатам исследования определили количество участников с центральным и автономным типами регуляции. Однако после проведенного комплекса дыхательных упражнений у большинства участников эксперимента сменился тип регуляции с автономной на центральную. Таким образом, нужно отметить влияние дыхательных упражнений на тип регуляции, а также важность проведения дыхательных практик в медицине.

К сожалению, в настоящее время в медицинских учреждениях не берут в учет тип регуляции пациента, поэтому необходимо дать толчок к практическому применению новой методологии в различных областях прикладной физиологии и клинической медицины.

Список литературы

1. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск : Удмуртский университет, 2009. 259 с.
2. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. [и др.]. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65.
3. Шлык Н. И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа variability сердечного ритма) // Наука и спорт: современные тенденции. 2015. Т. 9, № 4. С. 5.

Информация об авторах

Атякшева Александра Андреевна, студентка, Пензенский государственный университет

Щербакова Анастасия Сергеевна, студентка, Пензенский государственный университет

Капьева Камиля Алиевна, студентка, Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПНЕВМОНИИ И ТУБЕРКУЛЕЗ В СТРУКТУРЕ ИНФЕКЦИОННОЙ ПАТОЛОГИИ

И. Г. Белоклокова¹, К. А. Мякушева², М. В. Никольская³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹belokloкова97@inbox.ru

²myakusheva1999@icloud.com

³missmarina1956@yandex.ru

Аннотация. С целью изучения этиологической структуры и особенностей клиники и эпидемиологических данных проведен анализ 141 истории болезней пациентов, госпитализированных в инфекционный стационар с клиникой поражения дыхательных путей.

Ключевые слова: пневмонии, туберкулез, структура инфекционной патологии

Для цитирования: Белоклокова И. Г., Мякушева К. А., Никольская М. В. Пневмонии и туберкулез в структуре инфекционной патологии // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 9–13.

Введение

Патология дыхательных путей занимают одно из ведущих мест в структуре болезней пациентов инфекционного стационара. У детей чаще встречаются респираторные вирусные инфекции, взрослые больные чаще госпитализируются с клиникой поражения нижних дыхательных путей, требующие проведения диагностических процедур для исключения специфических нозологий, таких как туберкулез, онкологические и микотические заболевания.

Туберкулез остается одной из самых актуальных медицинских и социально-экономических проблем. По данным ВОЗ треть населения земного шара инфицирована микобактериями туберкулеза. Ежегодно заболевают туберкулезом 10 млн человек, умирают от туберкулеза 1,2 млн человек и еще 251 тыс. человек от коинфекции туберкулеза и ВИЧ-инфекции [1,2]. Смертность от туберкулеза у данного контингента пациентов продолжает неуклонно расти в связи с низким уровнем ранней диагностики и низкой долей успешного лечения на фоне частого формирования туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью возбудителя [3,4].

Пневмонии остаются одной из серьезных проблем современной медицины во всех странах мира; актуальность определяется высокой заболеваемостью и смертностью [5,6]. Дети чаще болеют пневмониями вирусной этиологии, которые развиваются как осложнения перенесенной острой вирусной инфекции и составляют до 90 % в структуре всех пневмоний детского возраста. Ежегодно у детей регистрируют 155 млн случаев пневмоний, это заболевание определяет до 20 % смертей детей до пяти лет [6].

У взрослых преобладают бактериальные пневмонии, в нашей стране каждый год, по данным официальной статистики, регистрируют около 600 тыс. случаев внебольничной пневмонии, умирает примерно 6 тыс. человек [7].

Пневмонии и туберкулез во многом имеют сходную клиническую картину, характеризующуюся лихорадкой, интоксикацией и симптомами поражения дыхательных путей, что часто служит причиной госпитализации таких пациентов в инфекционные стационары. Быстро и грамотно проведенный диагностический поиск, направленный на установление этиологии заболевания, необходим для более эффективного и профильно-ориентированного лечения пациентов.

Цель исследования

Изучить частоту и этиологическую структуру заболеваний нижних дыхательных путей у пациентов инфекционного стационара.

Материалы и методы

Исследование проведено на базе Пензенского областного клинического центра специализированных видов медицинской помощи (ГБУЗ «ПОКЦСВМП»). Проведены ретроспективный анализ и обработка данных историй болезней (форма № 003/у) 141 пациента с внебольничными пневмониями и туберкулезом, выявленными в ходе обследования в инфекционном стационаре. Диагноз выставлен с учетом данных компьютерной томографии, бактериологических и молекулярно-биологических методов исследования мокроты. Были проанализированы гендерные факторы, диагнозы при поступлении и клинические, этиология пневмоний, формы туберкулеза и частота сопутствующей ВИЧ-инфекции. В исследование не включены больные, госпитализированные с коронавирусной инфекцией. Статистический анализ и обработка полученных данных проведены с помощью стандартной программы BioStat с определением средних значений.

Результаты и обсуждение

Из 141 пациента, включенного в исследование, у 24 больных выявлен туберкулез легких. В этой группе преобладали взрослые – 22 (91,7 %), детей было 2 (8,3 %); большинство заболевших – городские жители (75 %). Средний возраст взрослых пациентов составил 51,2±12,3 года, возраст детей – 14 и 16 лет. Из 24 человек контакт с больными туберкулезом установлен у трех пациентов. Проанализированы диагнозы, выставленные больным при направлении на стационарное лечение. Наиболее часто пациенты поступали с диагнозом «ВИЧ с вторичными бактериальными заболеваниями» – 12 (50 %) человек. У пяти (20,8 %) человек была заподозрена острая респираторная вирусная инфекция, у четырех (16,7 %) – «лихорадка неустановленного генеза», у трех (12,5 %) – пневмония. На 5–6-й день пребывания в инфекционном стационаре пациенты были переведены в профильный стационар со следующей патологией: очаговый туберкулез – 10 (41,7 %) человек, генерализованная микобактериальная инфекция, инфильтративный туберкулез и фиброзно-кавернозный туберкулез – по четыре пациента (по 16,7 %), диссеминированный туберкулез легких был диагностирован у двух (8,3 %) человек. Структура микобактериальной инфекции представлена на рис. 1.

Из 24 больных у 15 (62,5 %) туберкулез развился на фоне ВИЧ-инфекции 3–4-й стадии. Структура микобактериальной инфекции среди ВИЧ-инфицированных представлена на рис. 2.

Среди 117 больных с пневмониями преобладали взрослые – 78 (66,7 %), детей было 39 (33,3 %). Возраст детей составил от 1 года до 13 лет, взрослых – от 32 до 74 лет. В группе больных с пневмониями чаще пациенты поступали с направительными диагнозами:

ОРВИ (69 человек, 59,8 %), острый бронхит (12; 10,3 %), лихорадка неустановленного генеза (9; 7,7 %). С подозрением на инфекционный мононуклеоз поступили три (2,6 %) человека, коклюш – 2 (1,7 %), менингит – 1 (0,8 %). У 21 (17,9 %) человека расхождения между направительным и клиническим диагнозом не было.

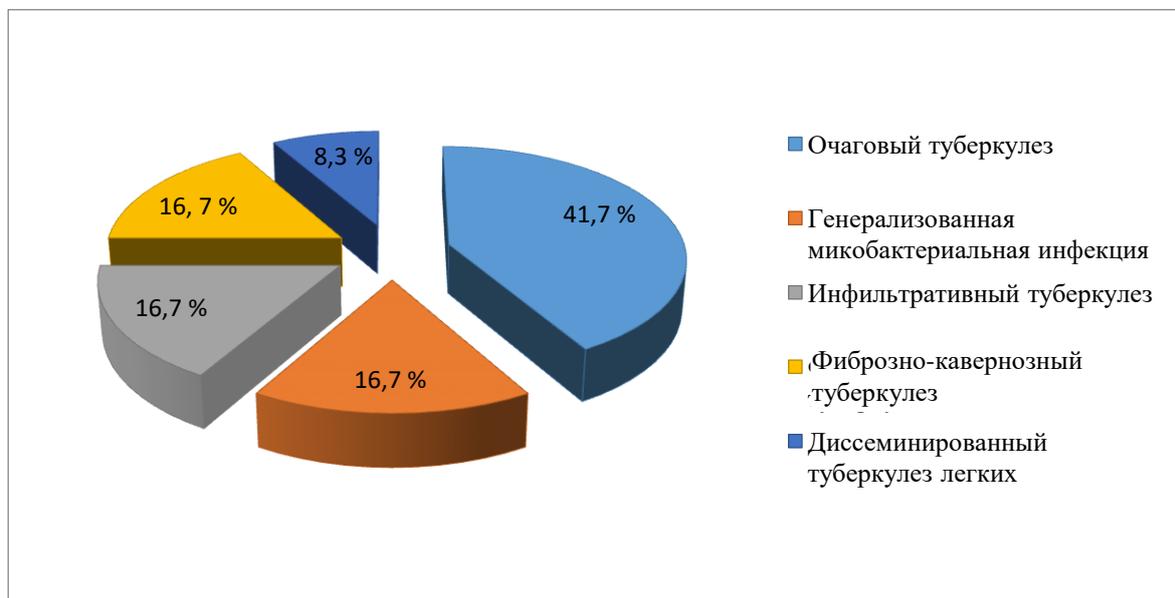


Рис. 1. Клинические формы туберкулеза

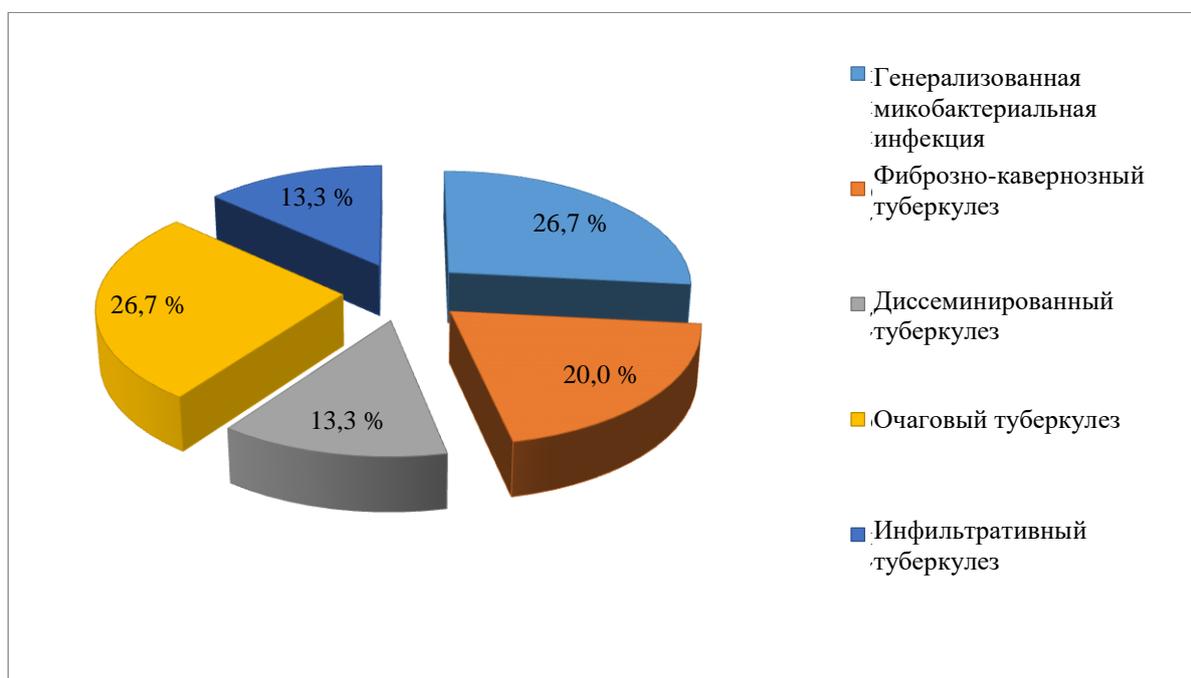


Рис. 2. Структура микобактериальной инфекции среди ВИЧ-инфицированных

При изучении этиологии внебольничной пневмонии у 85 (72,6 %) больных возбудитель не был верифицирован, пневмококк обнаружен у 20 (17,1 %) пациентов, стафилококк – у четырех (3,4 %), гемофильная палочка – у трех (2,6 %) и микоплазма – у пяти (4,3 %) человек (рис. 3).

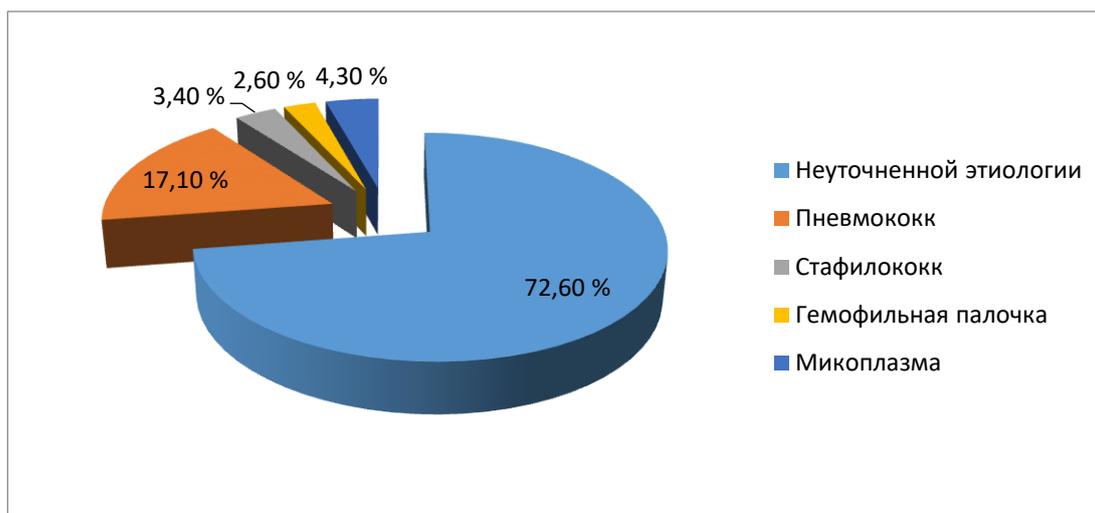


Рис. 3. Этиологическая структура внебольничной пневмонии

Выводы

1. У больных с клиникой поражения дыхательных путей при направлении в стационар наиболее частыми предварительными диагнозами были ОРВИ (52,5 %), пневмония (17,0 %) и лихорадка неустановленного генеза (9,2 %).

2. Туберкулез выявлен у 24 (17,0 %) из 141 пациента. В структуре микобактериальной инфекции преобладал очаговый туберкулез (41,6 %), генерализованная форма инфекции, инфильтративный туберкулез и фиброзно-кавернозный туберкулез составили по 16,7 %.

3. Среди ВИЧ-инфицированных преобладали очаговый туберкулез и генерализованная микобактериальная инфекция, встречающиеся с одинаковой частотой (по 26,7 %).

4. В этиологической структуре внебольничных пневмоний преобладали пневмококки (17,1 %), этиология не была верифицирована у 72,6 % больных.

Список литературы

1. Сюнякова Д. А. Особенности эпидемиологии туберкулеза в мире и в России в период 2015–2020 гг. Аналитический обзор // Социальные аспекты здоровья населения. 2021. № 67. С. 11. URL: <http://vestnik.mednet.ru>
2. Зинченко Ю. С., Басанцова Н. Ю. Туберкулез сегодня: основные направления исследований по профилактике, диагностике и лечению // Российские биомедицинские исследования. 2018. Т. 3, № 4. С. 24–34.
3. Мишин В. Ю., Мишина А. В., Левченко М. В. [и др.]. Сочетанные инфекции. Туберкулез и ВИЧ-инфекция // Consilium medicum. 2017. Т. 19, № 11. С. 59–63.
4. Чункаева Д. Д., Мансурова А. А. К вопросу о микробиологической диагностике туберкулеза и лекарственной устойчивости. Обзор литературы // Наука и здравоохранение. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru>
5. Брико Н. И. Бремя пневмококковых инфекций и направления совершенствования эпидемиологического надзора в России // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2013. № 6. С. 4–9.
6. Pneumococcal vaccines WHO position paper. 2012 // Weekly epidemiological record. 2012. № 14. P. 129–144.
7. Бачинская Е. Н. Возбудители внебольничных пневмоний на пороге нового тысячелетия // Антибиотики и химиотерапия. 2000. Т. 45, № 11. С. 21–28.

Информация об авторах

Белоклокова Ирина Геннадьевна, студентка, Пензенский государственный университет

Мякушева Ксения Александровна, студентка, Пензенский государственный университет

Никольская Марина Викторовна, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры «Микробиология, эпидемиология и инфекционные болезни», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЭКОНОМИКА, СОЦИОЛОГИЯ, ПРАВО

УДК 340.14

УГОЛОВНО-ПРАВОВАЯ КВАЛИФИКАЦИЯ КРАЖИ И ГРАБЕЖА ПО УГОЛОВНОМУ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВУ ИСПАНИИ (РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ, ЭТИМОЛОГИЧЕСКИЙ, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ)

В. В. Барышев

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

baryshev1998@internet.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности происхождения и квалификации кражи и грабежа в уголовном законодательстве Испании, ретроспективная модель регулирования кражи и грабежа в правовом поле Испании, этимология понятий кражи и грабежа. Выделяются особенности квалификации данных преступлений по Уголовному кодексу Испании. На основе квалификации указанных преступлений в зарубежных странах выделяются основные особенности содержания данных преступлений против собственности в рамках сравнительного анализа.

Ключевые слова: преступления против собственности, кража, грабеж, уголовное право Испании, Уголовный кодекс Испании, квалификация кражи и грабежа

Для цитирования: Барышев В. В. Уголовно-правовая квалификация кражи и грабежа по уголовному законодательству Испании (ретроспективный, этимологический, сравнительный аспекты) // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 14–19.

Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 затронула все без исключения сферы общественных отношений. В указанный период времени резко изменилось количество совершаемых преступлений. В частности, за 2019 и 2020 гг. статистика совершенных преступлений в Испании выглядит следующим образом (рис. 1).

Наиболее актуальным и интересным является резкое снижение количества совершенных краж и грабежей на территории Испании в период 2019–2020 гг.

Необходимо отметить, что кража и грабеж являются примером того, как в определенных случаях некоторые преступления типизируются в соответствии со старыми стереотипами (чуждыми закону), которые отражают другие мотивы (моральные, этические, религиозные, социальные или политические), характерные для других времен, вместо того, чтобы придерживаться строгих правовых, криминологических или уголовно-политических причин. Только так можно объяснить сохранение материального характера грабежа по сравнению с кражей, когда в обоих случаях объектом защиты является имущество жертвы. В настоящей статье предпринята попытка рассмотреть данный воп-

рос, проанализировав его исторические и правовые предпосылки и его эволюцию вплоть до нынешнего регулирования, как в Испании, так и в сравнительном праве.

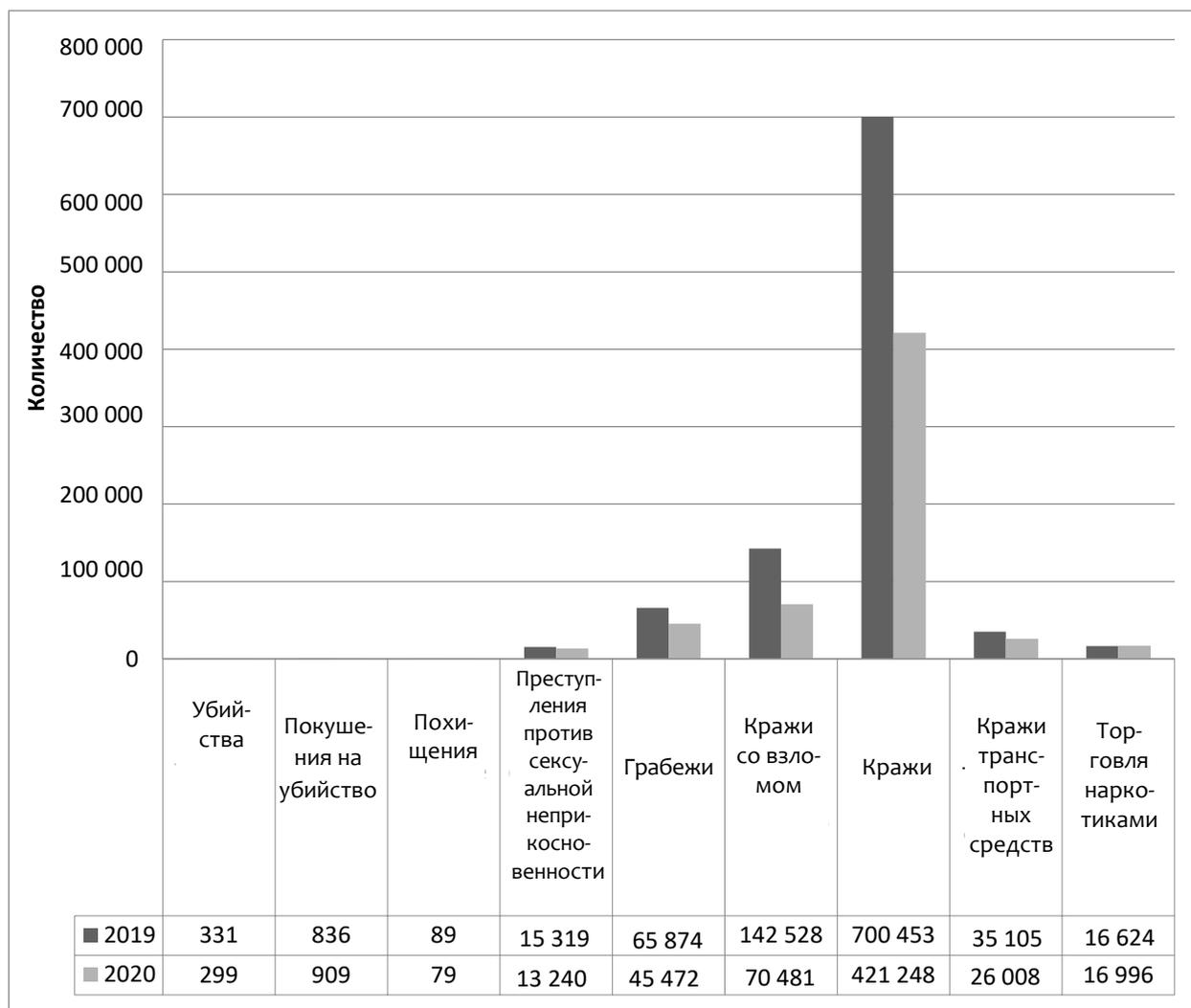


Рис. 1. Статистика количества совершенных преступлений в Испании в 2019 и 2020 гг.

Необходимо обратиться к этимологическому аспекту рассматриваемых понятий.

Слово «кража» происходит от латинского «*furtum*» и означает «захват или удержание чужого имущества против воли его владельца, без запугивания людей или применения силы». Другие источники определяют кражу как преступление, состоящее в завладении чужим движимым имуществом с целью наживы против воли его владельца, без обстоятельств, характеризующих преступление кражи.

Что касается второго преступления, то «грабеж» пришло в испанский язык из вульгарного латинского «*raubare*», а оно – из германского «*raubôn*» (грабить, красть), которое происходит от древнегерманского «*roubôn*», откуда произошли нынешнее немецкое «*rauben*» и английское «*reave*». Этимологические источники определяют грабеж как преступление, совершенное путем захвата с целью наживы движимой вещи, принадлежащей другому, с применением насилия или запугивания в отношении людей или силы в вещах.

На первый взгляд, просто прочитав эти два определения, можно отметить главный отличительный признак этих преступлений – завладение чужим движимым имуществом с целью наживы – и нюанс, который их различает: применение или неприменение насилия или запугивания в отношении лиц или силы при завладении имуществом.

Однако можно ли сказать, что кража – это основная фигура преступления, в котором субъект завладевает чужим движимым имуществом, и что грабеж будет квалифицированной кражей?

Во-первых, важно отличать эти два правонарушения от других связанных с ними действий, которые также посягают на собственность.

Узурпация (ст. 245 Уголовного кодекса Испании): при краже и грабеже вор присваивает движимое имущество, тогда как здесь узурпатор занимает недвижимое имущество (например, дом) или узурпирует право на недвижимое имущество (обрабатывать землю как свою собственную), принадлежащее другому лицу.

Мошенничество (ст. 248 Уголовного кодекса Испании): характеризуется тем, что мошенник не забирает непосредственно имущество, принадлежащее обманутому, а тот, будучи обманутым, передает его ему.

Незаконное присвоение (ст. 252 Уголовного кодекса Испании): в этом случае субъект владеет имуществом на законных основаниях для определенной цели, но распоряжается им с другой целью (например, когда Вы арендовали автомобиль, чтобы пользоваться им, а продаете его так, как если бы Вы были его владельцем).

В связи с вышеизложенным необходимо обратиться к происхождению и историко-правовому развитию рассматриваемых понятий.

Для римлян «*furtum*» – это любое незаконное присвоение чужого движимого имущества против воли владельца. Это преступление входило в сферу частного права и понималось очень широко, включая то, что мы сегодня считаем присвоением, принуждением, сокрытием или мошенничеством. Со временем регулирование воровства развивалось, так что впоследствии стало проводиться различие между «*furtum manifestum*» (когда вор был пойман с поличным; наказание состояло в том, что его били плетью перед передачей в рабство владельцу украденной вещи, а если он уже был владельцем, то его сбрасывали с лошади) и «*furtum nec manifestum*» (для других случаев. В этом случае вор должен был выплатить компенсацию в размере двойной стоимости украденного движимого имущества), но существует множество других вариантов, которые определяются как законодателем, так и судебной практикой (*furtum conceptus, non exhibitum, oblatum, possessionis, usus* и т.д.). Наконец, в I в. – возможно, под влиянием варварских племен Центральной Европы, от которых этимологически происходит термин «воровство», – было создано новое частное преступление, «*rapina*» (буквально, насильственная кража), при котором вор завладевал чужим имуществом, но с применением насилия. Это наказывалось четырехкратным возмещением ущерба (вдвое больше, чем за кражу). В настоящее время Уголовный кодекс Италии все еще сохраняет это различие между «*furto*» и «*rapina*».

Учитывая этот исторический прецедент и следуя поздней римской традиции, в «Семи разделах права» Альфонсо X Кастильского оба преступления регулировались отдельно в последнем разделе: кража (четыре закона раздела XIII) и воровство (гораздо более пространный: тридцать законов раздела XIV).

Согласно указанному закону, «*Rapina*» на латыни: и то, и другое означает «грабеж, который мужчины делают с вещами, которые подвижны». Далее он указывает на два вида наказания, которых заслуживают воры: либо вернуть в три раза больше, чем может стоить украденная вещь, либо подвергнуться публичному порицанию, и в этом случае он ссылается на определение воровства.

Воровство: закон определял его как преступление, совершаемое людьми, которые тайно, без разрешения своего господина, берут у другого человека что-либо движимое с намерением сохранить за собой господство, владение или пользование этим. Затем он проводит различие – в соответствии с римским критерием «*manifestum*» и «*nec manifestum*» – между «*manifest furto*» (когда вор найден с украденной вещью; в этом слу-

чае вор должен вернуть украденную вещь или ее стоимость тому, у кого она была украдена, независимо от того, умер он или потерян). Самое любопытное в рассматриваемом законе то, что восемь веков назад они уже регулировали фигуру соучастника (того, кто дает вору совет или «*esffuerço*»), наказываемого тем же наказанием, и того, кто сотрудничал с вором, который должен был заплатить вдвое больше того, что он украл. Что касается наказания, то «Семь разделов права» различал два вида наказания: так называемая «*pena de pecho*» (компенсация, которая должна быть выплачена пострадавшей стороне) и наказание, которому подвергались их тела за совершенное преступление или зло (их публично бичевали, чтобы они испытывали боль и стыд, но не умирали от ран; также запрещалось отрубать какую-либо конечность).

Это различие между грабежом и кражей было сохранено в первом Уголовном кодексе Испании 1822 г.

Грабеж (ст. 723–744). Грабеж совершается любым лицом, которое берет или присваивает себе насилием или силой.

Статья 727: «Те, кто с применением силы или насилия в отношении любого лица совершит кражу на дороге общего пользования, вне города или в доме, хижине, бараче или другом обитаемом здании или его пристройке, наказываются лишением свободы на срок от десяти до двадцати пяти лет общественных работ».

Статья 728: «Те, кто с применением силы или насилия в отношении любого человека совершит кражу в любом другом месте, подлежат наказанию от семи до двадцати лет общественных работ. Рецидивисты могут быть приговорены к бессрочным работам».

Кража (ст. 745–752): «Кража совершается любым лицом, которое обманным путем берет или присваивает себе то, что ему не принадлежит, без применения силы или насилия в отношении людей или вещей. В зависимости от того, какое имущество было украдено, назначалось от одного года общественных работ до пяти лет лишения свободы».

Однако самым явным предшественником нынешнего регулирования, несомненно, был Уголовный кодекс 1848 г.

В то время многие ученые отмечали, что грабеж всегда был захватом силой движимых вещей так же, как кража была захватом хитростью и тайком; такие слова с теми значениями, которые им придавались, использовались очень долго. Этот кодекс являлся основой, на которой были написаны последующие; классификация этих преступлений очень похожа на нынешнюю, изменились только порядок и, к счастью, строгость наказаний: разбой с применением насилия в отношении лиц при определенных обстоятельствах (разбой ночью, в составе банды или с оружием) карался пожизненным заключением и даже смертной казнью; ограбление, совершенное путем взлома и проникновения в место ограбления под вымышленным именем, наказывалось тюремным заключением.

Уголовный кодекс 1848 г. раскрывал понятие кражи следующим образом. Те, кто с намерением получить прибыль, без применения насилия или запугивания к людям или силы к вещам, берут чужое движимое имущество без воли его владельца, виновны в краже. В то время как грабеж – это нападение на собственность, которое включает в себя идею насилия, кража включает в себя только идею хитрости. Она наказывалась тюремным заключением или работами в зависимости от стоимости украденного имущества в твердой валюте.

В настоящее время, защищая юридическую ценность достояния жертвы (владение и обладание ее движимым имуществом), Уголовный кодекс Испании 1995 г. сохраняет различие между двумя видами уголовных преступлений [1].

После реформы, проведенной в ноябре 2003 г., ст. 234 Уголовного кодекса Испании определила грабеж как завладение с целью извлечения прибыли предметами, вещами, мебелью без согласия их владельца с применением насилия над вещью, для полу-

чения доступа к имуществу, либо применив насилие к лицам или угрозу применения такого насилия [1].

Статья 237 Уголовного кодекса определила кражу как совершаемую теми, кто с намерением извлечения прибыли завладевает чужим движимым имуществом, применяя силу для получения доступа к месту его нахождения либо насилие или запугивание в отношении лиц [1].

Исходя из анализа понятий кражи и грабежа в уголовном законодательстве Испании, необходимо обратиться к рассмотрению данных понятий в разрезе сравнительного права.

С одной стороны, Италия, Португалия или Германия криминализируют оба правонарушения, устанавливая более суровые наказания за кражу, хотя кража, похоже, рассматривается как основной вид.

В Италии, в рамках преступлений против собственности, ст. 624–639 Уголовного кодекса регулируют «*furto*» аналогично регулированию кражи в Испании; затем регулируется «*furto in abitazione e furto con strappo*» аналогично грабежу с применением силы в вещах. УК Италии также предусматривает другие преступления: кража общей вещи, грабеж (рапина) ст. 628 соответствует грабежу по УК Испании с применением насилия или запугиванием людей и наказывается лишением свободы, вымогательство, похищение с целью вымогательства и узурпация.

Аналогичным образом структура португальского Уголовного кодекса, в котором рассматриваются преступления против собственности, начинается с регулирования «*furto*» (ст. 203) и «*furto qualificado*» в соответствии с обстоятельствами, которые в Испании предусматривают усиление наказания за кражу; и далее он раскрывает «*roubo*» в ст. 210 (соответствует грабежу с применением насилия или запугиванием лиц в Испании).

В Германии Уголовный кодекс регулирует кражи и хищения в разделе XIX, начиная с § 242. В частности, «*Diebstahl*» (кража) предусматривает штраф и лишение свободы, а также отягчающие обстоятельства (например, взлом замков); также предусмотрены особые ситуации, если кража совершена с применением оружия, в группе или в больших количествах. Раздел XX (§ 249 и далее) посвящен грабежу, характеризующемуся применением насилия в отношении лиц или угроз с целью незаконного присвоения движимого имущества [2].

С другой стороны, Франция и Бельгия криминализируют только одно преступление – «*le vol*» – с отягчающими обстоятельствами, позволяющими увеличить наказание. Во Франции в разделе, посвященном мошенническому присвоению, регулируется только грабеж («*le vol*»), который может быть простым или с отягчающими обстоятельствами (ст. 311–311-16 Уголовного кодекса). Аналогичным образом, в Бельгии криминализованы «*vol simple*» и «*vol qualifié*» [2].

В Румынии: ст. 227 и последующие статьи Уголовного кодекса этой страны регулируют только преступление кражи («*furtul*») и при наличии определенных обстоятельств – «*furtul calificat*» [2].

В странах Латинской Америки при регулировании кражи и грабежа прослеживаются аналогичные тенденции.

Статья 432 Уголовного кодекса Чили является прекрасным примером того, как точно и четко сформулировать понятие грабежа: «тот, кто без воли владельца и с намерением получить прибыль присваивает чужое движимое имущество, используя насилие или запугивание в отношении людей или силу в отношении вещей; если насилие, запугивание и сила отсутствуют, преступление квалифицируется как кража». Затем он квалифицирует грабеж с применением насилия или запугивания в отношении лиц

(ст. 433–439), грабеж с применением силы в отношении вещей (ст. 440–445) и кражу (ст. 446–448).

Аргентина также криминализирует оба преступления: кражу и грабеж.

В свою очередь, Колумбия различает кражу и квалифицированную кражу, но не криминализирует грабеж.

Хотя верно, что некоторые уголовные кодексы – например, Франции, Бельгии, Колумбии или Мексики – решили упростить эти преступления, определив только одно, а затем установив обстоятельства, которые отягчают или смягчают его, эта тенденция в настоящее время не кажется очень жизнеспособной в Испании, учитывая историко-правовую традицию.

Изложенное позволяет отметить, что в европейских и иных странах в настоящее время не выработан единый подход по разграничению кражи и грабежа. Уголовный Кодекс Испании разграничивает указанные понятия, однако основанием для разграничения указанных составов служат не «тайность» и «открытость» деяния, а иные обстоятельства. Основным критерием для разграничения указанных составов по уголовному законодательству Испании является применение насилия к потерпевшему или его родственникам либо применение насилия в отношении вещей и имущества потерпевшего [3].

Список литературы

1. Ley Organica 10/1995, de 23 de noviembre, delCodigo Penal (Уголовный кодекс Испании). URL: <http://noticias.iuridicas.com>
2. Крылова Н. Е. Уголовное право зарубежных стран (Особенная часть) : учеб.-метод. пособие. М. : Статут, 2019. 351 с.
3. Волосова Н. Ю., Журкина О. В. К вопросу об отграничении составов «Кража» и «Грабеж» в уголовном праве Испании // Вестник Кемеровского государственного университета. 2014. № 4. С. 262–264.

Информация об авторе

Барышев Вадим Витальевич, магистрант, Пензенский государственный университет

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

УДК 34

СОВРЕМЕННЫЕ УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

А. А. Рыжова¹, О. А. Рыжова², А. А. Власова³, В. В. Минакова⁴

^{1,2,3,4}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹17593r@mail.ru

²olga.ro4@mail.ru

³alinavlasova25342@gmail.com

⁴minakova-Bika@mail.ru

Аннотация. Рассматривается понятие безопасности в контексте ее обеспечения в образовательных организациях. Приведен анализ отдельных положений действующего законодательства в сфере защиты участников образовательных отношений. Анализируются угрозы безопасности, приведены примеры противоправных действий в образовательных организациях. Рассмотрены действующие методические рекомендации по профилактике террористических угроз в образовательных организациях.

Ключевые слова: обучающиеся, образовательные организации, образование, безопасность, охрана здоровья, терроризм, персональные данные, меры защиты

Для цитирования: Рыжова А. А., Рыжова О. А., Власова А. А. [и др.]. Современные угрозы безопасности в образовательных организациях // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 20–24.

Российское законодательство представлено обширным перечнем нормативно-правовых актов, содержащих требования к обеспечению безопасности в образовательных организациях. Однако, с учетом происходящих событий [1], требуется более четкая правовая регламентация ответственности и способов защиты прав участников образовательных отношений. Рассмотрим правовые аспекты обеспечения безопасности на примере высших учебных заведений.

Основным законом, регулирующим сферу образования, является Федеральный закон № 273 от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации» [2]. Вопросам обеспечения безопасности посвящены отдельные пункты статей. В частности, ст. 41 данного закона закрепляет такое понятие, как «охрана здоровья обучающихся» и его элементы. Одним из них является: «обеспечение безопасности обучающихся во время пребывания в организации, осуществляющей образовательную деятельность» [2]. Реализация данного положения возлагается на образовательную организацию (способы реализации регламентируются в том числе и локальными правовыми актами). Взаимный комплекс прав и обязанностей сторон – участников образовательных отношений закреплен в гл. 4, 5 комментируемого закона. Исходя из положений, содержащихся в законе, необходимо рассмотреть правовой статус обучающегося.

Правовой статус обучающегося включает систему прав, свобод и интересов, а также обязанностей, предусмотренных законодательством РФ. Права обучающихся определяются Конституцией Российской Федерации [3], законодательством в сфере образования и уставом образовательной организации (в которой они получают образование).

В соответствии со ст. 34 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» обучающимся предоставлены права, меры социальной поддержки и стимулирования:

1) академические права (право на предоставление условий для обучения; право на уважение человеческого достоинства, защиту от всех форм физического и психического насилия; право на охрану жизни и здоровья и иные);

2) меры социальной поддержки и стимулирования обучающихся (предусмотренные как на федеральном, так и на уровне субъектов РФ);

3) иные права (право посещения по своему усмотрению мероприятий, проводимых в организации образования, не предусмотренных учебным планом, в порядке, установленном локальными нормативными актами) [4].

Правовой статус участников образовательных отношений, в частности, обучающихся, будет в полной мере реализован только в контексте с личной безопасностью. Личная безопасность складывается, как правило, из многих аспектов: место нахождения образовательной организации, контингент обучающихся, профессиональный уровень сотрудников и научно-педагогического состава, инфраструктура, наличие технических средств на территории образовательной организации (обеспечивающих контроль в режиме реального времени за происходящим на подконтрольной территории) и другие аспекты. Все это влияет на реализацию прав, рассмотренных выше (в ст. 41 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»). Для обеспечения безопасности обучающихся во время пребывания в организации, осуществляющей образовательную деятельность, необходимо исполнение и соблюдение целого комплекса мер. В связи с этим в настоящее время возрастает необходимость подробного изучения и предложений по вопросу комплексной безопасности. Научное определение комплексной безопасности предлагает А. В. Роговая: «комплексная безопасность – это предусмотренные законодательством меры и мероприятия образовательного персонала, осуществляемые под руководством органов управления образованием и органов местного самоуправления во взаимодействии с правоохранительными структурами для обеспечения безопасного функционирования образовательной организации. В данном методе используются следующие меры воздействия: инженерно-технические, финансово-экономические, организационно-правовые» [5].

Исходя из анализа положений действующего закона об образовании, можно сделать вывод о том, что безопасность является одним из главных условий эффективной деятельности образовательной организации.

Информатизация всех сторон жизни общества, а также развитие и внедрение информационных технологий в образовательные процессы – все эти аспекты создают угрозу безопасности обучающихся и иных участников образовательных отношений в образовательных организациях высшего образования. Как правило, система данных как учебного процесса, так и персональных данных участников образовательных отношений представлена на электронных информационных носителях. Такая система организации документационного обеспечения должна надлежащим образом охраняться, и доступ к ней должны иметь строго определенные лица. Так как в действие по обеспечению охраны такой категории данных в этом случае вступает ФЗ «О персональных данных», необходимо обратиться к п. 4 ст. 22, где говорится об обязанности лица, ответственного за организацию обработки персональных данных, осуществлять внутренний контроль по соблюдению законодательства Российской Федерации о персональных данных, в том числе требований к защите персональных данных [6].

Считаем необходимым рассмотреть террористический акт [7] (ст. 205 УК РФ) как нарушение права, предусмотренного в п. 1 ст. 34 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»: уважение человеческого достоинства, защита от всех форм физического и психического насилия, оскорбления личности, охрана жизни и здоровья.

В последние годы участились случаи террористических актов в образовательных организациях различного типа. В качестве примера совершенных преступлений необходимо выделить следующие:

1. Студент в Пермском университете убил шестерых и ранил около тридцати человек [8].

2. В первый учебный день после долгих майских выходных в казанскую гимназию № 175 около 10 ч утра ворвался с оружием 19-летний парень, бывший ученик этой школы, и устроил стрельбу [9].

Терроризм представляет собой повышенную общественную опасность, так как, во-первых, влечет за собой массовые человеческие жертвы, во-вторых, наносит многим людям непоправимые телесные повреждения и психические травмы и, в-третьих, приводит к разрушению материальных и духовных ценностей. Деятельность органов государственной власти совместно с образовательными организациями должна быть направлена на предотвращение террористических актов. Противодействие террористическим угрозам должно включать комплекс профилактических мер, а также необходимо проводить анализ рисков возникновения таких угроз в образовательных организациях. В связи с этим приведем некоторые рекомендации, которые содержатся в методических рекомендациях и научной литературе. Предлагается проведение следующих действий: необходимо проанализировать все действующие в данном регионе террористические и экстремистские организации; обеспечить затруднение проникновения на объект образования посторонних лиц; проконтролировать возможность организовать максимально быструю эвакуацию [10]. Приведенный перечень является частью необходимого комплекса мероприятий. Образовательная организация может модифицировать стратегию обеспечения безопасности с учетом индивидуальных особенностей и по согласованию с правоохранительными органами.

С учетом проведенного анализа угроз безопасности участникам образовательных отношений необходимо выделить рекомендации, которые направлены на предотвращение противоправных действий в образовательных организациях. В данном случае необходимо обратиться в том числе и к методическим рекомендациям¹. Комплекс мер, направленный на обеспечение безопасности, включает следующие рекомендации и может распространяться на всех участников образовательных отношений:

1) организовывать постоянный мониторинг общественного мнения в молодежной среде в целях выявления радикальных настроений среди учащихся и студентов [11];

2) обеспечивать взаимодействие с правоохранительными органами для своевременного пресечения выявленных угроз террористического характера;

3) проводить мероприятия по отработке у участников отношений в сфере образования практических навыков действий и поведения при совершении в их отношении террористических актов;

4) проводить мероприятия, направленные на правовое просвещение лиц;

5) совместно с правоохранительными органами проводить профилактические мероприятия.

Исходя из вышеназванного перечня мер, необходимо сказать о том, что только комплексный подход и совместная деятельность всех участников образовательных отношений, органов государственной власти будут способствовать уменьшению противоправных действий.

Таким образом, категория «безопасность» является важным аспектом в деятельности образовательной организации любого типа. Данная обязанность регламентирована ст. 34 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и возложена на образовательные

¹ URL: <https://base.garant.ru>

организации, правоохранительные органы в каждом конкретном субъекте РФ, иные государственные и общественные структуры. Ответственность за неисполнение возложенных обязанностей влечет уголовную, административную, гражданскую, дисциплинарную ответственность.

Считаем необходимым сделать следующие выводы и предложить дальнейшие рекомендации по улучшению ситуации:

1. Усилить контроль за безопасностью участников образовательных отношений [2] со стороны федеральных государственных органов, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления.

2. Разработать более эффективные модели обеспечения безопасности в части условий для сохранения жизни, здоровья обучающихся и работников образовательных организаций [12].

3. Внести изменения в действующее законодательство (административное, уголовное) в сфере образования, направленные на ужесточение наказания за причинение вреда несовершеннолетним.

4. Усилить роль семейного воспитания в процессе формирования личности, с учетом ценностей, традиций нашего многонационального государства.

5. Проводить профилактические мероприятия, направленные на пресечение противоправных действий.

Список литературы

1. Хронология случаев стрельбы в российских учебных заведениях. URL: <https://tass.ru>
2. Об образовании в Российской Федерации : федер. закон № 273-ФЗ от 29.12.2012 (ред. от 30.12.2021) // Собрание законодательства РФ. 2012. № 53 (ч. 1). Ст. 7598.
3. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993; с изм., одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.pravo.gov.ru>
4. Ожиганова М. В. Образовательное право : учеб. пособие. Екатеринбург : Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2021. 144 с.
5. Роговая А. В. Мониторинг организационно-правовых основ регулирования комплексной безопасности образовательных организаций в Российской Федерации // Мониторинг правоприменения. 2017. № 2. С. 50–58.
6. О персональных данных : федер. закон № 152-ФЗ от 27.07.2006 (ред. от 02.07.2021) // Российская газета. 2006. № 165.
7. Уголовный кодекс Российской Федерации № 63-ФЗ от 13.06.1996 (ред. от 25.03.2022) // Собрание законодательства РФ. 1996. № 25. Ст. 2954.
8. Студент в Пермском университете убил шестерых и ранил около тридцати человек // Российская газета. URL: <https://rg.ru>
9. Урок в казанской школе // Российская газета. URL: <https://rg.ru>
10. Глухарев Д. С. Предупреждение террористических актов на объектах системы образования // Инновационное развитие профессионального образования. 2014. № 3. С. 10–13.
11. О направлении материалов : письмо Минобрнауки России № 09-1467 от 16.06.2016. Приложение. Методические рекомендации для педагогических работников по профилактике проявлений терроризма и экстремизма в образовательных организациях // Вестник образования России. 2016. № 15. URL: <https://rulaws.ru>
12. Образовательные организации: новые ориентиры для повышения безопасности. URL: <https://www.garant.ru>

Информация об авторах

Рыжова Анастасия Андреевна, кандидат юридических наук, доцент кафедры «Государственно-правовые дисциплины», Пензенский государственный университет

Рыжова Ольга Александровна, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры «Уголовное право», Пензенский государственный университет

Власова Алина Алексеевна, студентка, Пензенский государственный университет

Минакова Виктория Валерьевна, студентка, Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 338:004

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНЦЕПЦИИ SMART CITY ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛУЖБАМИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

С. В. Куликова¹, С. В. Рындина²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹sofiia.kulikova.00@mail.ru

²svetlanar2004@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрен концепт цифрового решения для управления городской средой с элементами «умного города». Проанализирован рынок Smart City для формирования концепции управления службами ЖКХ на основе использования интеллектуальных технологий. За счет растущего потенциала сервисов Smart City разработка и внедрение цифровой платформы для управления городской средой принесет экономические и социальные заметные выгоды.

Ключевые слова: цифровая платформа, сфера ЖКХ, Интернет вещей, концепция интеллектуальных технологий, развитие рынка Smart City

Для цитирования: Куликова С. В., Рындина С. В. Цифровая экономика: интеллектуальные технологии в концепции Smart City для управления службами жилищно-коммунального хозяйства // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 25–30.

«Умным городом» (Smart City) называется разработанная людьми система, объединяющая информационно-коммуникативные технологии с Интернетом вещей, внедрение которой позволит повысить эффективность управления транспортной системой, городской инфраструктурой и объектами ЖКХ, обеспечить сохранение здоровья и безопасность населения [1]. Сервисы «умного города» направлены на оптимизацию процессов для улучшения качества жизни людей и быстрого и эффективного решения проблем.

Smart City характеризуется высокой динамичностью конкуренции и быстрым темпом развития на мировом рынке решений, в данной сфере деятельности осуществляют работу тысячи компаний (малых и крупных) и стартапов, а использование интеллектуальных технологий в концепции Smart City для управления службами ЖКХ – очень перспективное решение.

Разрабатываемая концепция цифровой платформы, с использованием интеллектуальных технологий, обслуживает и сопровождает жилищно-коммунальную сферу на трех уровнях управления: население, муниципальный уровень, региональный уровень.

Данное цифровое решение – разработка единого информационного пространства для выполнения различных функций управления службами ЖКХ, оно будет поставляться в виде мобильного приложения для жителей города и непосредственно платформы для управляющих компаний (УК) и администрации города. Вход в личный кабинет позволит получить доступ к набору опций и функциональных решений, различный в зависимости от категории пользователя: жители Пензы, службы ЖКХ и администрация города.

Жителям необходимо обеспечить доступ к следующим функциям приложения:

- просматривать показания счетчиков и датчиков;
- сообщать о наполненности мусорного бака, о проблемах, связанных с благоустройством придомовой территории;
- просмотр и оплата квитанций онлайн;
- просмотр сообщений;
- участие в опросах и голосованиях;
- просмотр новостей от управляющей компании;
- настройка автоматических платежей;
- создание заявки в аварийно-диспетчерскую службу.

Сотрудникам управляющей компании должны быть предоставлены возможности:

- контролировать начисления и услуги;
- проводить опросы и голосования;
- уведомлять о необходимости оплаты или задолженности;
- назначать исполнителей на заявки;
- автоматически создавать задачи на регламентные работы;
- поддерживать обратную связь с жителями;
- предоставлять гражданам своевременную информацию о субботах, об отключении воды и отопления, о необходимых сборах на облагораживание околодомовой территории.

Сотрудники администрации города должны обладать следующими правами:

- принимать решения на основе получаемой информации из платформы;
- просматривать статистику и делать дальнейшие прогнозы;
- усилить контроль надежности и безопасности систем водо-, тепло-, газо-, энерго-снабжения;
- определять источники потерь ресурсов;
- обеспечить эффективное использование ресурсов: контроль и регулирование потребления коммунальных ресурсов;
- управлять данными, событиями и оборудованием за счет систем интегрированных датчиков, передача данных в смежные информационные системы;
- производить финансовый мониторинг управляющей компании.

Первостепенной задачей сервиса за счет внедрения Интернета вещей будет являться автоматический сбор аналитики с датчиков (температура, влажность, протечки и т.д.) и счетчиков (вода, тепло, электричество). Технологии Интернета вещей в составе приложения комплексно поменяют жизненно важную городскую инфраструктуру, цифровизируют ее, повышая тем самым эффективность использования и качество оказываемых услуг [2].

Цифровая платформа позволит облегчить задачи пользователей сервиса за счет таких действий, как, например:

- автоматическая регистрация показаний горячего и холодного водоснабжения и электроэнергии;
- регулирование освещенности придомовых территорий в соответствии с реальными потребностями в услуге;
- мониторинг коммунальной техники;
- контроль над коммунальной инфраструктурой (оперативное реагирование на аварийные и внештатные ситуации, своевременный вывоз мусора и т.п.).

Использование технологий Интернета вещей в ЖКХ несет экономическую выгоду за счет сокращения стоимости обслуживания граждан, снижения потерь ресурсов в про-

цессе транспортировки, расширения возможности подключения новых объектов к коммунальной инфраструктуре, оптимизации расходов города и жителей.

Для того, чтобы увидеть, как будет построена система взаимодействия мобильного приложения и платформы с пользователем нужен прототип. Прототип приложения поможет определиться, как будет доставляться планируемая функциональность различным категориям пользователей. Также прототип позволяет посмотреть на приложение в действии и провести пользовательское исследование для получения ответов на вопросы о том, как планируют взаимодействовать с платформой разные группы пользователей, какие сценарии им наиболее важны, удобно ли расположение элементов на экране и т.п.

Рассмотрим несколько экранов прототипа мобильного приложения и платформы для управления городской средой, разработанных в приложении Figma.

Личный кабинет жителя будет выглядеть, как представлено на рис. 1, где указана необходимая информация (ФИО и адрес). Три кнопки позволяют получить доступ к пользовательским функциям: «История» содержит историю платежей и чеки, «Помощь» – это справка и поддержка, ответы на наиболее часто задаваемые вопросы, по кнопке «Еще» доступна информация о приложении, гарантии, оферта. Обращение к основному меню реализовано через устоявшуюся пиктограмму «гамбургер» в левом верхнем углу (стилизованное изображение списка, состоящее из трех полосок).

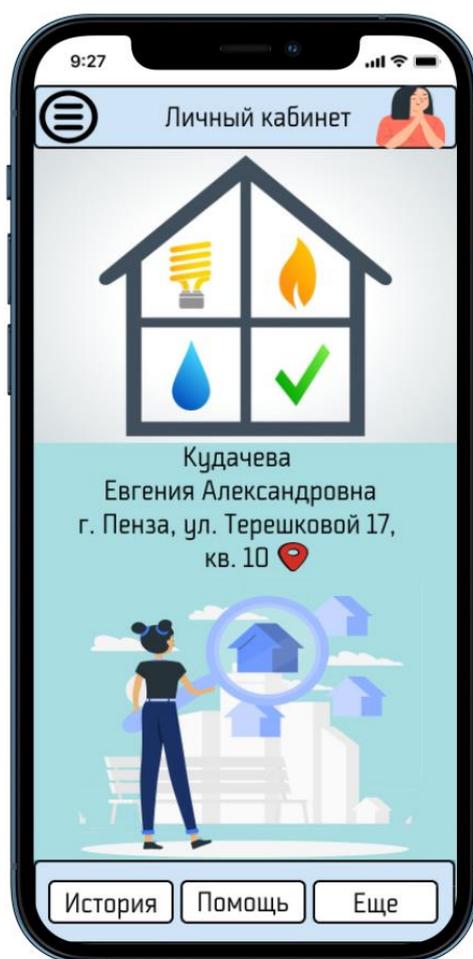


Рис. 1. Личный кабинет жителя

На рис. 2 изображен основной функционал мобильного приложения: «Электричество», «Вода», «Газ» – отслеживание показаний, «Формирование квитанции» – создание

квитанции и оплата коммунальных услуг, «Новости» – объявления для жильцов дома, «Опросы» – участие в опросах и голосованиях от управляющей компании, «Заявки» – создание заявок в аварийно-диспетчерскую службу, «Сообщение» – чат с жителями дома и кнопка «Выход».



Рис. 2. Функционал приложения для жителя

Личный кабинет сотрудника управляющей компании будет выглядеть, как представлено на рис. 3, где указана необходимая информация (имя сотрудника, название управляющей компании, кнопка «Выход»). Слева расположено меню основного функционала платформы, включающего доступ к вкладкам «Дома», «Ресурсы», «Задачи», «Опросы», «Сообщения», «Новости», «Статистика». Если нажата вкладка «Дома», как представлено на рис. 3, то открывается список домов, которые находятся на обслуживании в той УК, сотрудник которой был авторизован, например, УК «Теремок». Доступна строка поиска для быстрого нахождения определенного дома. При выборе дома, например, расположенного по адресу «ул. Терновского 50», открывается карта дома. На ней показаны квартиры выбранного дома, причем можно выбрать необходимый этаж и подъезд. Помимо карты дома, справа выдается информация о задачах, которые выполняются в данном доме, стадии выполнения этих задач и об исполнителях. Если обратить внимание на карту дома, то можно обнаружить, что некоторые квартиры отмечены цветами: зеленый – задача в квартире выполнена, желтый – задача в квартире находится на стадии модерации, синий – назначен исполнитель задачи в квартире, красный означает задолженность по оплате услуг.



Рис. 3. Личный кабинет сотрудника управляющей компании

Личный кабинет сотрудника администрации города будет выглядеть, как представлено на рис. 4, где указана необходимая информация (имя сотрудника, кнопки «Меню» и «Выход»). Слева доступна навигация по основному функционалу платформы: «Управляющие компании Пензы», «Финансы», «Статистика», «Прогнозы», «Контроль ресурсов».

Если нажата вкладка «Управляющие компании Пензы», как представлено на рис. 4, то открывается список управляющих компаний, которые обслуживают дома Пензы, и доступна строка поиска для быстрого нахождения определенной управляющей компании. При выборе управляющей компании, например, «Надежда-6», справа появляется карта, на которой обозначены все дома, которые обслуживает выбранная управляющая компания (присутствует кнопка масштаба для увеличения и уменьшения карты).

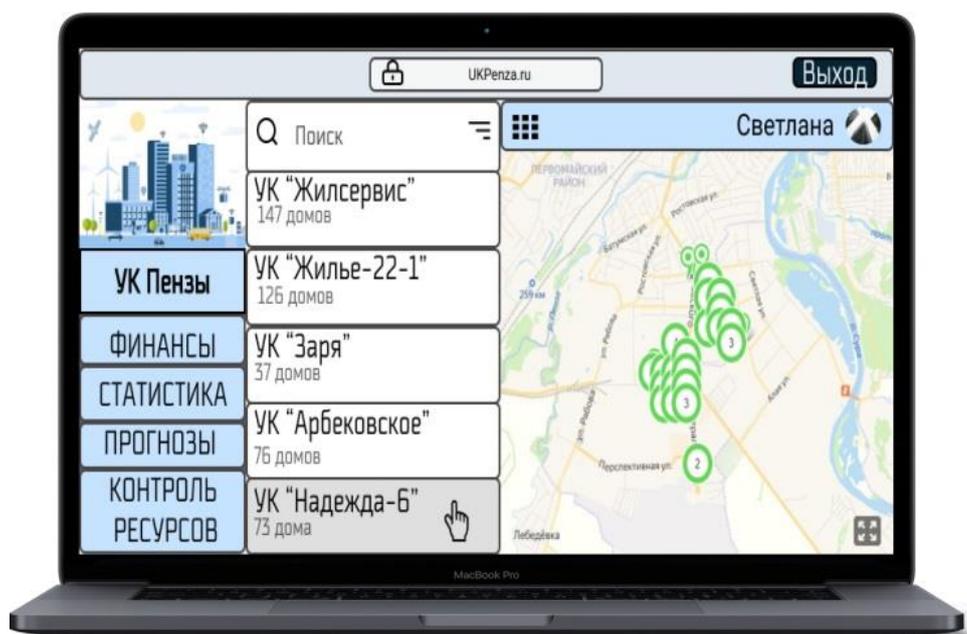


Рис. 4. Личный кабинет сотрудника администрации города

Прототип дает представление о том, как различные категории пользователи будут взаимодействовать с интерфейсом, какие проблемы могут возникнуть и какие изменения требуются на основании обратной связи от взаимодействий с прототипом тестовой группы пользователей.

На данный момент существует множество приложений, отвечающих за выполнение ЖКХ услуг, но большинство из них выполняют ограниченный набор задач и не являются представителями концепции Smart City. Рассмотренная в статье концепция цифровой платформы предусматривает расширенный функционал и интеграцию всех необходимых задач и дополнительных возможностей.

Данный сервис – площадка не только для жителей города, но и для управляющих компаний и администрации города. Можно сказать, что в целом потенциал рынка цифрового ЖКХ велик – десятки миллионов домохозяйств, сотни тысяч коммерческих организаций [3].

Предлагаемое комплексное цифровое решение в формате цифровой платформы для управления городской средой в сфере ЖКХ позволит администрации, коммунальным службам сделать процессы обслуживания и поставки коммунальных услуг более контролируемыми, качественными и менее затратными, а для жителей города это одна из составляющих безопасной и комфортной среды.

Список литературы

1. Умные города – что это, как и где применяется. URL: <https://center2m.ru/smart-city-about>
2. «Общество 5.0»: японские технологии для цифровой трансформации российской экономики. URL: <https://www.forbes.ru>
3. Бизнес-план мобильного приложения: примеры. URL: <https://bizlana.ru/biznes-plan/mobilnogo-prilozeniya/>

Информация об авторах

Куликова София Вячеславовна, студентка, Пензенский государственный университет

Рындина Светлана Валентиновна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Цифровая экономика», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 658+007.51

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ БЬЮТИ-ИНДУСТРИИ: АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

К. С. Мартынова¹, С. В. Рындина²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹kksenyas@mail.ru

²svetlanar2004@yandex.ru

Аннотация. Благодаря современным технологиям происходит непрерывный процесс улучшения услуг, создания новых форматов предоставления услуг, благодаря чему они становятся все более доступными для клиентов и простыми для исполнителей. Для бьюти-индустрии технологический прогресс позволил увеличить объем предложения благодаря снижению барьеров входа на рынок, например, через социальные сети мастера успешно находят клиентов. Но для подобных каналов продвижения услуг возникает проблема с верификацией цены и качества их оказания. Для потенциальных клиентов важно получить инструменты фильтрации и сортировки услуг по определенным параметрам, гарантии, что отзывы об услугах принадлежат подтвержденным клиентам конкретного мастера. Цифровые технологии позволяют упорядочить и усовершенствовать многие процессы подбора мастера и поиска клиентов, например, создав специализированную цифровую платформу.

Ключевые слова: бьюти-услуга, цифровая платформа, цифровые технологии, бьюти-индустрия, цифровизация

Для цитирования: Мартынова К. С., Рындина С. В. Цифровая платформа для бьюти-индустрии: анализ бизнес-процессов // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 31–37.

Если говорить о неспециализированных цифровых платформах, помогающих подобрать мастера, оказывающего бьюти-услуги, на рынке наиболее популярны платформы – агрегаторы для объявлений, например, Avito, а также более специализированные платформы: Яндекс.Услуги [1], YouDo, Профи [2].

Три последние платформы объединяет то, что клиент имеет возможность создать свое задание или заказ, указав для него различные параметры и требования.

Из специализированных платформ по подбору мастера на российском рынке можно выделить такие, как МойПрофи [3] и созданную в 2021 г. платформу Beauty salon 24/7 [4].

Мобильное приложение МойПрофи является своего рода цифровым администратором, дающим возможность мастерам находить новых клиентов, эффективно управлять своим рабочим временем, вести запись клиентов и автоматизировать множество административных задач, к которым относятся:

- создание профессиональной визитной карточки с портфолио, услугами и отзывами клиентов;
- хранение данных о клиентах и историй посещений;
- учет доходов и расходов;
- автоматические напоминания клиентам о предстоящих сеансах;
- онлайн-запись клиентов;
- привлечение новых клиентов для мастеров и салонов красоты.

Платформа Beauty salon 24/7, помимо перечисленных сервисов, включает новостной форум в сфере бьюти-индустрии.

Одним из основных процессов цифровой платформы в сфере бьюти-услуг является подбор мастера. Наглядно представить особенности этого процесса можно с помощью графических моделей, реализованных для различных нотаций моделирования процессов.

Так, например, диаграмма в нотации IDEF0 представляет модель деятельности платформы с фокусом на реализуемой функциональности (рис. 1).

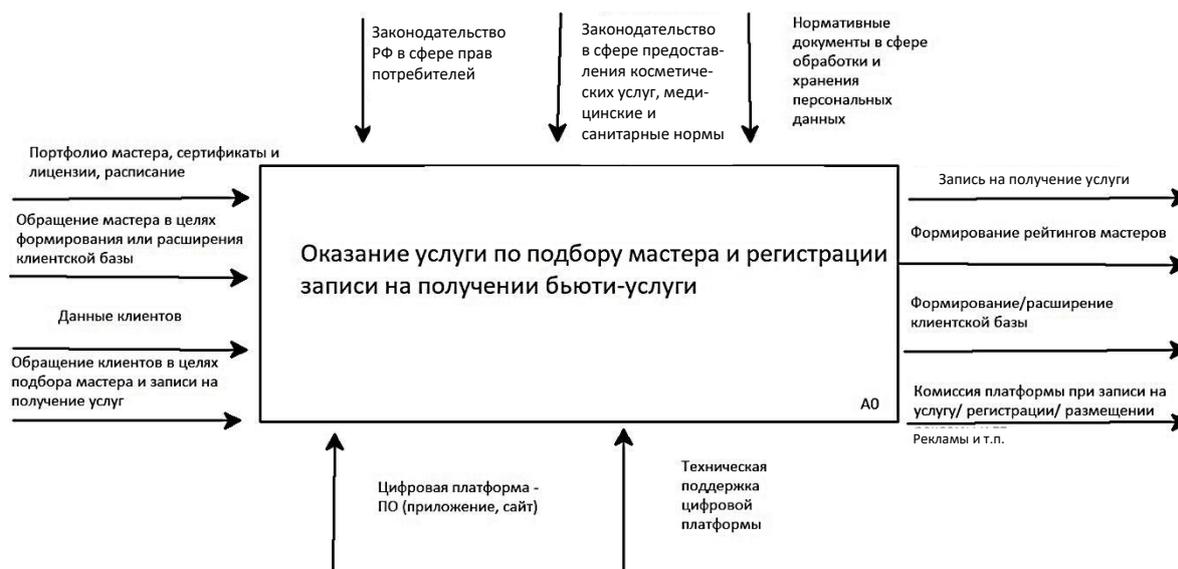


Рис. 1. Диаграмма деятельности платформы в нотации IDEF0, уровень A0

Детализация диаграммы верхнеуровневой деятельности платформы может быть представлена с помощью node tree (дерева узлов) четырьмя блоками деятельности (рис. 2):

- A1 «Регистрация мастера на платформе»;
- A2 «Регистрация клиента»;
- A3 «Предоставление софта платформы по регистрации записи»;
- A4 «Сбор отзывов, построение рейтинга мастеров».

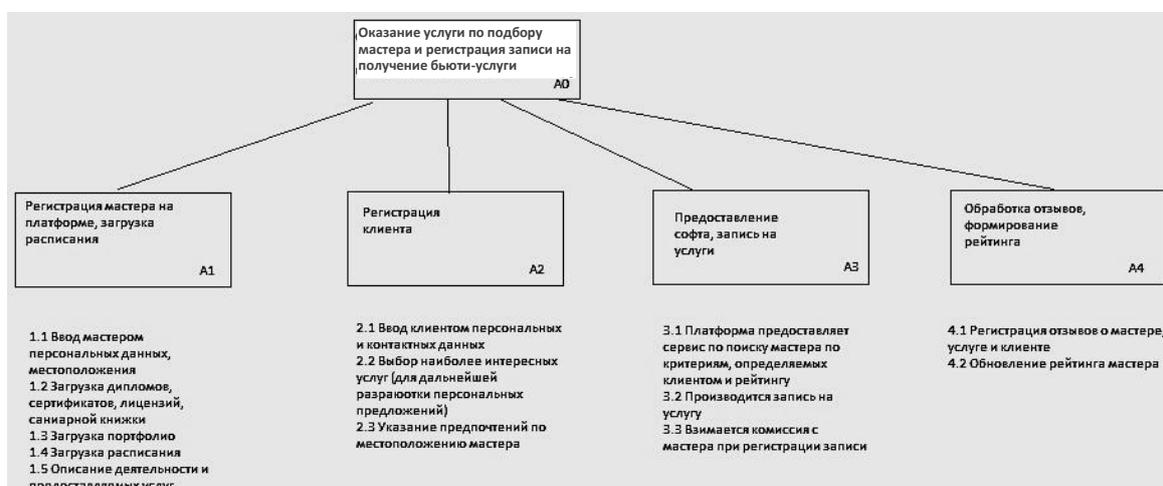


Рис. 2. Node tree платформы

Для совершения ключевой транзакции на платформе должно сложиться сообщество двух типов пользователей: мастеров и клиентов. Два важнейших процесса цифровой платформы в рассматриваемой индустрии – это регистрация мастеров и клиентов на ней.

При регистрации мастер размещает свои персональные данные, сертификаты и лицензии, подтверждающие право мастера на ведение деятельности, диплом об образовании, санитарную книжку, а в качестве подтверждения своих навыков мастер создает портфолио с видео и фото своих работ, дизайнов, после чего мастер составляет собственное расписание, по которому он готов обслуживать записывающихся клиентов.

Второй тип пользователей платформы – это клиенты. Процесс регистрации клиентов на платформе традиционный и включает указание контактных данных. После регистрации для потенциального клиента будет доступен расширенный функционал взаимодействия с платформой.

Функционал платформы для клиентов позволяет производить поиск мастеров, в том числе по необходимым критериям: местоположение, опыт работы, свободные слоты для оказания услуги по дате и времени, диапазон цен на услуги. В результате обработки запроса клиенту предоставляется перечень мастеров в соответствии с заданными критериями и рейтингом, построенным платформой на основании отзывов клиентов, после чего клиент может ознакомиться с портфолио и осуществить запись к выбранному мастеру на свободное время в расписании. После получения услуги клиент оценивает мастера по нескольким параметрам: профессионализм, скорость, аккуратность, вежливость, санитарные условия и т.п., и рейтинг мастера обновляется. Важным преимуществом размещения отзыва на платформе является подтвержденная транзакция оказания услуги. Конечно, этот процесс не может быть полностью защищен от попыток компрометации фейковыми отзывами, однако в распоряжении платформы гораздо больший арсенал инструментов для обнаружения подобных действий и более сильная мотивация в поддержании собственной репутации как достоверного источника информации, чем у менее специализированных агрегаторов объявлений или у социальных сетей.

При регулировании и мониторинге процессов платформы разработчики и сопровождающие деятельность платформы сотрудники (сервис и техподдержка, модерация и аналитика) руководствуются нормами законодательства в сфере прав потребителей и обработки и хранения персональных данных. При регистрации на сайте мастер должен учитывать, что его деятельность подчиняется нормативным актам в сфере предоставления косметических услуг, и гарантировать, что все санитарные нормы и медицинские требования в его работе соблюдены.

Платформа ценна еще и тем, что в процессе функционирования выявляет проблемы в сфере контроля над деятельностью поставщиков услуг и формирует механизмы их разрешения посредством платформы.

С помощью процессной модели в нотации IDEF3 рассмотрим, как происходит запись клиента на услугу с помощью интерфейса платформы (рис. 3).



Рис. 3. Процесс записи клиента на услугу в нотации IDEF3 (начало)

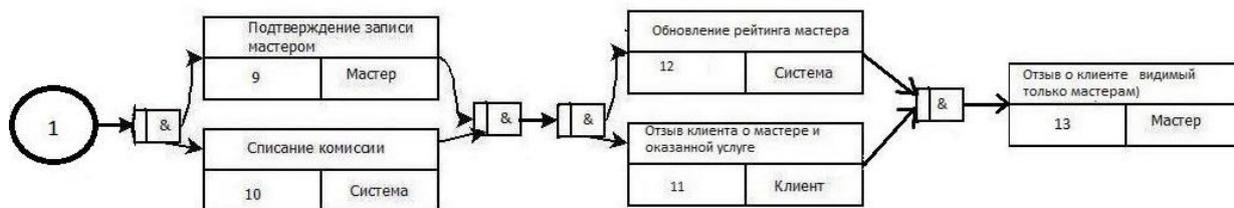


Рис. 3. Окончание

Цель моделирования в нотации IDEF3 – дать возможность аналитикам:

- отразить последовательность действий;
- показать логику взаимодействия элементов системы.

Клиент может или сразу записаться к определенному мастеру, или воспользоваться сервисами платформы по поиску и фильтрации услуг. После выбора мастера и времени оказания услуги клиентом мастер подтверждает запись, одновременно с этим с него списывается комиссия. После оказания услуги клиент оставляет отзыв, тем самым влияя на рейтинг мастера, который пересчитывается системой автоматически. На конечном этапе мастер может оставить отзыв о клиенте, видимый только для мастеров.

Платформа представляет собой информационную систему, а для моделирования бизнес-логики в таких системах традиционно используются диаграммы UML (Unified Modelling Language). Для описания процессов на платформе используем диаграмму прецедентов (use case diagram).

Диаграмма прецедентов отражает отношения между пользователями системы (актерами) и ее отдельными подсистемами, что позволяет отобразить систему на концептуальном уровне, описать ее поведение в процессе взаимодействия с определенным типом пользователей (целевой группой). Диаграмма прецедентов для взаимодействия клиента с платформой представлена на рис. 4, для взаимодействия мастера с платформой – на рис. 5.

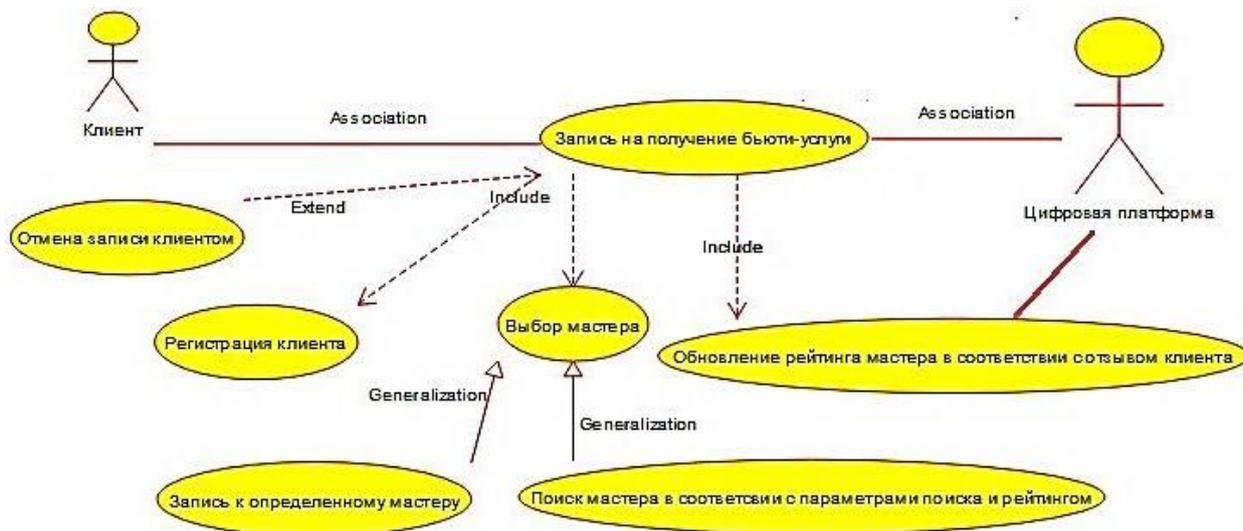


Рис. 4. Диаграмма прецедентов взаимодействия клиента с платформой

Пунктирные стрелки отображают зависимость между основным прецедентом и дополнительными. Стереотипом «Extend» обозначают связь с дополнительными прецедентами, которые расширяют основной сценарий взаимодействия, но необязательно присутствуют в любом его экземпляре.

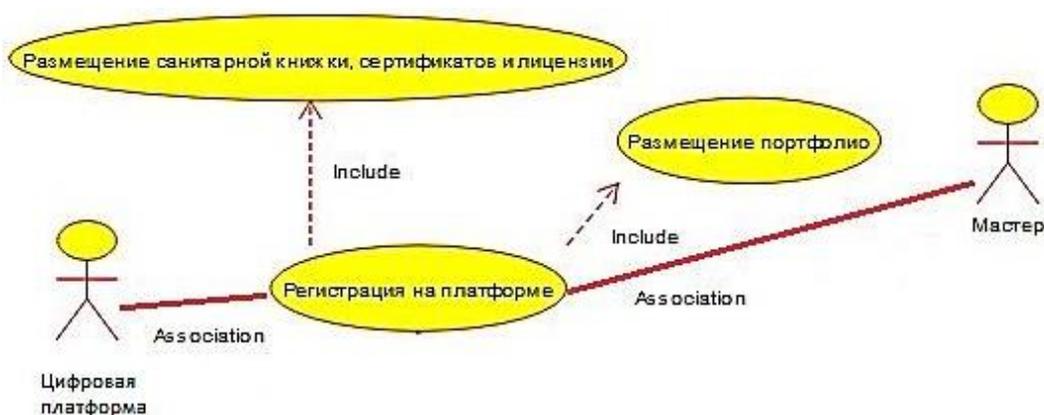


Рис. 5. Диаграмма прецедентов взаимодействия мастера с платформой

Стереотип «Include» обозначает связь с дополнительными прецедентами, которые включаются в основной прецедент и обязательно реализуются в каждом экземпляре сценария.

Стрелки со стереотипом «Generalization» связывают общий прецедент с его частными реализациями, например, при выборе мастера на платформе клиент может записаться к знакомому мастеру или же осуществить поиск по заданным параметрам.

Способ монетизации, выбранный для платформы, – транзакционный, т.е. комиссия списывается при осуществлении записи. Однако может быть много других вариантов: комиссия за регистрацию с разделением на базовый и расширенный тарифы, модель подписки, взимание платы за размещение рекламы, удержание процента от суммы продаж и т.п.

Для платформы самый важный сквозной процесс всей деятельности – формирование лояльного сообщества: обеспечение роста числа пользователей из разных аудиторий платформы (мастеров и клиентов). У специализированных платформ есть преимущества в формировании уникального ценностного предложения, которыми не обладают их конкуренты в более массовых сегментах.

Ценностное предложение, формируемое платформой для клиента, связано с доверием к платформе, как гаранту качества услуги, предоставляемой мастером, а это обеспечивается не только отзывами и рейтингами.

Во-первых, платформа может мотивировать мастеров загружать верифицируемые сертификаты и дипломы, отображая информацию об этом не только в их профиле, но и специальными значками в поисковой выдаче по запросу клиента, чтобы у клиентов была возможность принять решение, опираясь на подтвержденные образовательными учреждениями профессиональные компетенции.

Во-вторых, к мастерам платформа может предъявить требование раскрывать информацию о том, с какими брендами профессиональных косметических средств они работают. Для платформы это может быть дополнительным источником дохода, так как косметические линии могут быть заинтересованы в продвижении своих продуктов как среди мастеров, так и среди их клиентов. Кроме того, можно монетизировать данные об используемых средствах, продавая аналитические отчеты заинтересованным компаниям (продавцам и дистрибьюторам косметических средств, их производителям).

В-третьих, для клиента важно знать, какими методами производятся обработка и стерилизация инструментов, и платформа может ввести специальные фильтры в расширенном поиске услуги для клиентов. Это будет мотивировать мастеров размещать информацию и видео о методах обработки рабочего места, чтобы привлечь тех клиентов платформы, для которых этот момент очень важен.

Так как у клиентов могут быть различные проблемы со здоровьем, некоторые особенности организма, актуальной представляется интеграция платформы с сервисом онлайн-консультаций врачей (дерматолога, трихолога, миколога) для получения информации, о том, какие услуги будут безопасными при тех или иных особенностях или отклонениях. Примером данного сервиса является Телемедицина от СберЗдоровья [5]. Оплачиваться данный сервис может как по подписке, если необходимы периодические консультации, так и разово. Консультации проходят в режиме 24/7 с возможностью выбора специалиста и общения с ним по веб-камере.

Чтобы мотивировать пользователей чаще заходить в приложение, можно добавить новостной форум с информационными материалами о новых тенденциях в бьюти-индустрии, о современных техниках и технологиях для оказания тех или иных услуг красоты, о необходимых требованиях к условиям оказания услуг в плане безопасности для здоровья и комфорта клиентов.

Так как производство контента – это затратный процесс, если реализовывать его силами сотрудников платформы, то можно пойти по пути всех социальных медиа: стимулировать ведущих мастеров публиковать свои статьи и материалы на заданную тематику. Выгода для платформы – качественный информационный канал, выгода создателей контента – дополнительные механизмы продвижения своих услуг на платформе, создание профессиональной репутации. Также в партнерстве с модными журналами можно использовать новостной канал для публикации анонсов и отдельных статей изданий.

На платформе необходим функционал создания индивидуального задания, чтобы клиент не только занимался поисками мастера, но и при недостатке свободного времени получал персональные предложения в соответствии со своими потребностями.

Так как в сфере бьюти-индустрии важна персонализация услуг, то плюсом для платформы будет сервис, где клиент при регистрации сможет указать свои параметры, тип кожи, форму лица, глаз, губ, ногтей, проблемы, которые ему хотелось бы решить, и, исходя из полученной информации, платформа будет рекомендовать те или иные услуги к использованию.

Для специалистов, зарегистрированных на платформе, полезным контентом были бы обучающие ролики, а для мастеров с лицензией, дающей право на преподавание, будет интересным внедрение в платформу сервиса дистанционного обучения. Перспективным для такого направления развития платформы выглядит партнерство с уже существующими решениями в образовательной сфере: образовательной платформой Beauty [6] или неспециализированной платформой для обучения ЕШКО [7].

Зная то, что большая часть мастеров размещает свои предложения в социальных сетях, актуальным будет сделать интеграцию с ними, чтобы мастера в социальных сетях публиковали ссылку для перехода на свой профиль в рамках платформы, за что получали бы определенный бонус.

Появление подобной цифровой платформой будет иметь огромное значение на рынке бьюти-индустрии, так как произойдет централизация предложения и спроса. Платформа не только будет приносить доход разработчикам, но станет интересна и полезна специалистам и получателям услуг.

Клиенты смогут выбирать мастера не только по ценовым параметрам и фотографиям предыдущих работ, они будут обладать полноценной информацией об образовании специалиста, качестве используемых материалов, смогут использовать при выборе рейтинг и отзывы других клиентов.

Мастера, в свою очередь, будут иметь возможность находить клиентов без дополнительной рекламы, на рынке появится здоровая конкуренция, и так как каждый будет

заинтересован в высоком рейтинге, то в перспективе повысится качество услуг без резкого скачка цен.

Список литературы

1. Официальный сайт Яндекс. Услуги 2021. URL: <https://uslugi.yandex.ru>
2. Официальный сайт Профи. 2021. URL: <https://profi.ru>
3. Официальный сайт МойПрофи. 2021. URL: <https://moiprofi.ru>
4. Официальный сайт Beauty salon 24/7. 2021. URL: <https://beautysalon247.com>
5. Официальный сайт СберЗдоровье. 2021. URL: <https://lk.sberhealth.ru>
6. Образовательная Beauty платформа. Официальный сайт. 2021. URL: <https://beautyplatforms.ru>
7. Официальный сайт ЕШКО. 2021. URL: <https://www.escc.ru>

Информация об авторах

Мартынова Ксения Сергеевна, студентка, Пензенский государственный университет

Рындина Светлана Валентиновна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Цифровая экономика», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 338

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА БИЗНЕСА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. Ю. Щеглов¹, А. О. Скворцов²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹Sheglov.pgu@mail.ru

²v_skv@bk.ru

Аннотация. Рассмотрены некоторые виды государственной поддержки бизнеса в РФ, такие как образовательная, консультационная, имущественная, финансовая. Также описаны несколько муниципальных программ для предпринимателей и организаций Пензенской области.

Ключевые слова: государственная поддержка, субсидии, гранты, льготное кредитование, упрощённая система налогообложения

Для цитирования: Щеглов В. Ю., Скворцов А. О. Государственная поддержка бизнеса в Российской Федерации // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 38–41.

В Российской Федерации одним из главных направлений государственной деятельности в экономической сфере является поддержка предпринимательства, в частности, малого и среднего бизнеса, в целях развития инновационных технологий, рыночных отношений и экономического роста страны.

Государственная поддержка предпринимательства включает создание экономических и правовых требований, а также разработку стимулов для развития производства и инвестирования материальных и финансовых активов.

Министерство экономического развития Российской Федерации является единственным органом исполнительной власти, действия которого направлены на выполнение таких функций, как разработка государственной политики, нормативно-правовое регулирование в области развития малого и среднего бизнеса. Данные условия заключаются в Федеральном законе № 209-ФЗ от 24.07.2007 (ред. от 02.07.2021) «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [1].

Для реализации государственной политики в этой области по содействию предпринимательству в Российской Федерации предусмотрены следующие формы государственной поддержки:

1. *Образовательная помощь.* Данная форма поддержки направлена на привлечение высококвалифицированных кадров и переобучение имеющихся сотрудников предприятия.

С наступлением пандемии COVID-19 многие из предприятий и организаций перевели своих сотрудников на удаленный режим работы. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации взяло на себя обязанность по софинансированию переобучения персонала. Министерство предложило следующие программы переобучения:

- менеджмент и маркетинг;
- ИТ-компетенции: веб-дизайн и разработка, программные решения для бизнеса;
- программирование и обучение по защите данных;
- обучение бухгалтерским программам 1С.

2. *Консультационная помощь.* Российская Федерация в целях поддержки предпринимательства и грамотного введения бизнеса организует курсы, различные тренинги, консультации по обучению предпринимателей (уменьшение и предотвращение рисков).

Для поддержки предпринимательства Министерством экономического развития был создан центр «Мой Бизнес». Данная программа нацелена на поддержку, обучение и консультацию предпринимателей по интересующим их вопросам связанным с ведением и грамотным устранением всевозможных рисков. Актуальная тема на 2021 г. – «Преодоление рисков предприятия в условиях пандемии». Все услуги предоставляются этим центром бесплатно, требуется всего лишь предварительная регистрация организации.

3. *Имущественная поддержка.* Данная поддержка предполагает предоставление права пользования имуществом, оборудованием, нежилыми помещениями, земельными участками, инструментами и инвентарем, транспортными средствами государства на льготных условиях.

Существует несколько видов имущественной поддержки предприятия:

а) *федеральное имущество.* Подразумевает предоставление аренды на льготных условиях. Первый год – 40 %, второй год – 60 %, третий год – 80 %, четвертый год и далее – 100 %;

б) *региональное имущество.* Льготы и условия определяются на уровне субъектов Российской Федерации;

в) *муниципальное имущество.* Льготы и условия определяются в муниципальном образовании на уровне субъектов Российской Федерации.

Федеральные, региональные и муниципальные органы власти утверждают перечни имущества, свободного от права третьих лиц, которые ежегодно обновляются до 1 ноября текущего года, и публикуют их в средствах массовой информации и в сети «ИНТЕРНЕТ».

4. *Финансовая помощь* – помощь предпринимателям в финансовой сфере. Государство предлагает несколько способов поддержки: субсидии и гранты, льготное кредитование и упрощенная система налогообложения для среднего и малого бизнеса.

Субсидия – это финансовая помощь со стороны государства, нацеленная на выплату денежных средств за счет федерального или регионального бюджета. Одно из последних мероприятий данной поддержки государства регулируется Постановлением Правительства № 1849 от 28.10.2021 на выплату 38,5 млрд руб. в поддержку предпринимательства [2]. Это программа подразумевает единовременную выплату в виде МРОТ (12 792 руб.) на каждого официально устроенного работника на предприятиях по данным за полугодие. Чтобы организация могла воспользоваться данной поддержкой, требуется несколько условий:

- дата регистрации предприятия в ЕГРП должна быть до 1 января 2021 г.;
- отсутствие стадии реорганизации, банкротства и ликвидации;
- сотрудники организации должны быть трудоустроены на полный рабочий день и заработная плата не меньше одного МРОТ по региону.

Еще немаловажной формой выплат являются субсидии на лизинг оборудования. При заключении договора лизинга государство берет на себя обязанности по выплате до 70 % первого взноса.

Грант – безвозмездная помощь в денежном выражении, направленная на выполнение определенных работ или услуг.

Российская Федерация обеспечивает выдачу в текущем году грантовой поддержки в размере от 200 до 500 тыс. руб. в соответствии с исполнением бизнес-проекта и регионом. Для получения гранта нужно иметь бизнес-план, учредительные документы, заявку на участие, лист регистрации ЕГРИП. Предприниматель, желающий получить грант,

должен располагать, как минимум, 15 % собственных средств от представленного бизнес-плана.

Пензенской области в 2021 г. предполагалось выдать денежные средства в общей сумме 19 402,6 тыс. руб. Соответствующее постановление подписано в Правительстве Пензенской области.

В период с 28 октября 2021 г. до 26 ноября 2021 г. в Пензенской области принимались заявки предпринимателей на конкурс по национальному проекту «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». Предусматривалась выплата гранта в размере от 100 тыс. руб. до 500 тыс. руб. на условии софинансирования, т.е. 50 % предприниматель и 50 % муниципалитет.

Чтобы стать участником конкурса на получение гранта, требовалось отсутствие задолженностей перед бюджетом Пензенской области по уплате страховых взносов и налогов и др.

Также на выплату гранта, в размере до 75 тыс. руб., могли претендовать организация по продвижению своей продукции, а именно: размещение рекламных материалов в социальных сетях, наружной рекламы, оповещение в средствах массовой информации.

Льготное кредитование – кредит с процентной ставкой ниже рыночной. Постановление Правительства № 1850 от 28.10.2021 подразумевает выдачу льготных кредитов под 3 % годовых [3]. В этот список попали 17 отраслей предприятий, которые должны выполнить определенные условия, такие как:

- предприятие является действующим и не находится на стадии банкротства;
- сохранение численности работников (не менее 90 % штата);
- максимальный размер кредита 300 млн руб. на срок 18 месяцев.

Упрощенная система налогообложения – специальный налоговый режим в Российской Федерации, направленный на снижение налоговой нагрузки предприятий.

С 2021 до 2024 г. предприниматели могут воспользоваться такой господдержкой, как нулевые налоговые каникулы. Данными «каникулами» могут воспользоваться не все, а отвечающие нескольким условиям:

- организация впервые зарегистрирована в ЕГРИП;
- компания должна соблюдать УСН или ПСН системы налогообложения;
- деятельность организации должна быть направлена на предоставление бытовых услуг, услуг в производственной, научной или социальной сфере.

Также немаловажным аспектом поддержки со стороны Правительства Российской Федерации является льготное кредитование по производству высокотехнологичной продукции гражданского и двойного назначения. Постановление № 25 от 21.01.2021 подразумевает выдачу кредитных средств на сумму 0,5 млрд руб. под ставку 5 % годовых [4].

Существует множество других форм поддержки от государства Российской Федерации, например, государственные заказы. При осуществлении закупок для государственных и муниципальных нужд заказчики обязаны приобрести продукцию у субъектов малого предпринимательства в объеме не менее 15 % от суммы годовых закупок, а с 01.01.2021 предприятия должны закупить товары и услуги не менее 25 % от объема закупок. Также сокращены сроки оплаты продукции с 15 до 7 дней.

Правительством и Банком России разработана и поддерживается программа в системе быстрых платежей с комиссией 0,4–0,7 %, это гораздо ниже, чем по эквайрингу. У предпринимателей имеется возможность возместить комиссию по принятым безналичным платежам от покупателей.

Правительство Российской Федерации в настоящее время ведет активную иммунизацию населения по профилактике COVID-19. В связи с этим также была разработана поддержка для предприятий малого бизнеса за оперативную вакцинацию своих сотруд-

ников. По данной программе можно будет вернуть 100 % налога на доходы физических лиц, которые оплатила организация в предыдущий год, но не более 5 млн руб.

Разработана программа от центра занятости населения для неработающих граждан, желающих открыть свое дело и заняться индивидуальной предпринимательской деятельностью. Для этого необходимо встать на учет в центр занятости и зарегистрироваться в качестве безработного, пройти обучение и собрать нужный пакет документов. Начинающим предпринимателям выплатят безвозмездную финансовую помощь в размере 60 тыс. руб., которые имеют строго целевое назначение.

Наконец, следует сказать, что малый и средний бизнес является важным элементом экономики. Эффективные инструменты и различные механизмы стимулирования предпринимательства будут не только способствовать развитию самих организаций, но и стабильной системе бюджета государства.

Список литературы

1. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации : федер. закон № 209-ФЗ от 24.07.2007 (ред. от 02.07.2021).

2. О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации № 1513 от 07.09.2021 : Постановление Правительства РФ № 1849 от 28.10.2021.

3. О внесении изменений в Правила предоставления субсидий из федерального бюджета российским кредитным организациям на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным в 2021 году юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям на восстановление предпринимательской деятельности : Постановление Правительства Российской Федерации № 1850 от 28.10.2021.

4. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в части предоставления субсидий из федерального бюджета российским кредитным организациям и государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ» на возмещение выпадающих доходов по кредитам, выдаваемым в рамках поддержки производства высокотехнологичной продукции гражданского и двойного назначения организациями оборонно-промышленного комплекса : Постановление Правительства РФ № 25 от 21.01.2021.

Информация об авторах

Щеглов Вадим Юрьевич, старший преподаватель кафедры «Менеджмент и экономическая безопасность», Пензенский государственный университет

Скворцов Алексей Олегович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономическая теория и международные отношения», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

УДК 544.6.018.42-14

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ДЛЯ ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ СВИНЦОМ И СПЛАВОМ СВИНЕЦ – ИНДИЙ

Ю. Н. Кирилина¹, Ю. П. Перелыгин²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹kirilina-julija@rambler.ru

²pyr@pnzgu.ru

Аннотация. Актуальность и цели обусловлены необходимостью применения в промышленности мало-токсичных электролитов для электрохимического осаждения металлов и сплавов. Предлагаются электролиты для осаждения свинца и сплава свинец – индий в десятки раз менее токсичные, чем применяемые в промышленности.

Ключевые слова: токсичность электролитов, свинец, сплав свинец – индий

Для цитирования: Кирилина Ю. Н., Перелыгин Ю. П. Оценка экологической опасности электролитов для осаждения покрытий свинцом и сплавом свинец – индий // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 42–45.

Современная разработка электролитов для нанесения гальванических покрытий металлами и сплавами обусловлена не только получением покрытий с высокими физико-механическими и коррозионными свойствами, но и электролитов с низкой экологической опасностью.

Токсичность электролитов для получения покрытий является одной из основных характеристик, позволяющих определять вероятность использования раствора в промышленности. При нанесении гальванических покрытий происходят выбросы вредных веществ в атмосферу, в сточные воды и твердые отходы предприятия [1–3]. С. С. Виноградов [3] предложил в формулах для расчета экологической опасности электролитов при их попадании в водоемы использовать коэффициент экологической опасности (ЭО), который определяется уравнением

$$\text{ЭО} = \sum C_{\text{оmax}} / \text{ПДК}, \quad (1)$$

где $C_{\text{оmax}}$ – максимальная концентрация компонента в технологическом растворе; ПДК – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема рыбохозяйственного назначения.

Коэффициент ЭО характеризует потенциальную опасность компонентов технологических растворов. Среди кислотных остатков и лигандов наибольшей экологической опасностью обладают йод, фтор и цианид, содержащие растворы (коэффициент экологической опасности равен $4,3 \times 10^6$), наименьшей – сульфаты, хлориды и нитраты (менее 9×10^3). Растворы, содержащие ионы аммонийные и ионы пиррофосфата, занимают промежуточное положение. Коэффициент их опасности находится в интервале от 2×10^5 до $1,1 \times 10^4$ [1–3].

Экологическую опасность растворов и электролитов определяют, суммируя значения степеней экологической опасности всех компонентов в растворе [1–3]:

$$\text{ЭО} = \Sigma [C_{\text{оmax}}/\text{ПДК} \cdot q/Q \cdot (1-\alpha)], \quad (2)$$

где q/Q – степень разбавления выносимого из ванны раствора промывными водами; $(1-\alpha)$ – степень очистки сточных вод на очистных сооружениях предприятия и на городских очистных сооружениях.

Последнее уравнение позволяет проводить сравнение электролитов для нанесения покрытий с учетом способов промывки деталей и эффективности работы очистных сооружений, которые позволяют сократить вредное воздействие гальванического производства на окружающую среду.

Таким образом, снижение отрицательного воздействия гальванического производства на окружающую среду достигается повышением эффективности очистки сточных вод, рационализацией водопотребления, но в первую очередь снижением экологической опасности применяемых веществ, используемых при приготовлении электролитов.

Снижение экологической опасности технологических растворов достигается двумя путями: либо заменой токсичных компонентов на менее токсичные, либо снижением концентрации токсичных компонентов. При этом необходимо учитывать условие выполнения требований по достижению необходимого качества получаемой продукции.

Экологической опасностью обладают электролиты для нанесения металлических покрытий, которые содержат ионы осаждаемых металлов, некоторые лиганды и добавки ПАВ [1–3]. При этом замена основного иона металла возможна лишь в очень ограниченных случаях, так как это приводит к изменению качества и свойств покрытия.

Таким образом, из всего перечня особо опасных для окружающей среды компонентов растворов и электролитов замена иона металла на менее токсичный вызывает наибольшие затруднения.

В то же время снижение концентрации токсичного компонента прямо пропорционально уменьшает экологическую опасность электролита.

В [4] приведены разработанные ацетатные электролиты для получения покрытий свинцом, индием и сплавом свинец – индий. При их разработке учитывалось получение не только качественных покрытий с определенными физико-механическими свойствами, но и их экологическая безопасность.

Сравнительная экологическая опасность электролитов (ЭО), рассчитанная по уравнению (1), разработанных в данной работе растворов, с электролитами, используемыми в промышленности на данный момент, представлена в табл. 1.

Предельно допустимые концентрации веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования заимствованы из ГН 2.1.5.1315–03¹.

Так, разработанные электролиты свинцевания с добавкой ОП-10 (состава (г/л): $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ – 20, CH_3COONa – 17, CH_3COOH – 100, ОП-10 – 20) и с добавкой «Капля

¹ ГН 2.1.5.1315–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Минздрав России. М., 1998. 41 с.

VOX суперактивный кислород» (состава (г/л): $Pb(CH_3COO)_2$ (на свинец) – 10, CH_3COONa – 100, CH_3COOH – 20, ПАВ «Капля VOX суперактивный кислород» – 8,0 мл/л) в 15 и 70 раз менее экологически опасны, чем сульфатный электролит, который применяется в промышленности.

Таблица 1

Сравнительная оценка экологической опасности электролитов свинцевания

Компоненты	ПДК, мг/л	Электролиты свинцевания			Электролиты индий – свинец			
		сульфатный электролит	№ 1	№2	борфтористоводородный электролит	№ 1	№ 2	№ 3
Pb (в виде металла)	0,006	150	20	10	80	5	7,5	10
HF	1,2				20			
H_3BO_3	2,86				20			
Клей столярный		1,5						
Сульфаминовая кислота (свободная)	0,3	100	–					
Ацетат натрия	10	–	100	100		100	100	100
Уксусная кислота	1	–	20	20		100	100	100
ПАВ (моющее средство «Капля»)	0,1			8		0,2	0,2	0,2
ОП-10, г/л	0,1	–	20					
In (в виде металла)		–	–		20	10	7,5	5
Экологическая опасность электролита		1530×10^4	24×10^4	$100,3 \times 10^4$	82×10^4	$0,51 \times 10^4$	$0,76 \times 10^4$	$10,0 \times 10^4$

Экологическая опасность разработанных электролитов для получения сплава индий – свинец (состава: ацетат свинца (на металл) – 5–10, индий азотнокислый (на металл) – 5–10; ацетат натрия – 100, уксусная кислота (96 %) – 100 мл/л, «Капля VOX суперактивный кислород» – 0,2 мл/л) находится в пределах $0,51 \times 10^4$ – $10,0 \times 10^4$, что в 10–80 раз меньше борфтористоводородного электролита, используемого в промышленности.

Из выше приведенного можно сделать вывод о целесообразности использования разработанных электролитов для получения покрытий свинцом и сплавом свинец – индий для снижения опасного воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство. М. : Глобус, 1998. 302 с.

2. Виноградов С. С. Промывные операции в гальваническом производстве. М. : Глобус, 2007. 157 с.

3. Виноградов С. С. Экологический критерий выбора растворов и электролитов, объема водопотребления и организации системы очистки сточных вод // Гальванотехника и обработка поверхности. 1997. № 4. С. 41–47.

4. Кирилина Ю. Н. Электроосаждение гальванических покрытий свинцом, индием и сплавом свинец-индий из ацетатного раствора : дис ... канд. техн. наук. Пенза, 2021. 143 с.

Информация об авторах

Кирилина Юлия Николаевна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Химия», Пензенский государственный университет

Перельгин Юрий Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химия», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 541.133

ЭМПИРИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДНОГО РАСТВОРА СОЛИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ

Ю. П. Перелыгин¹, И. Г. Кольчугина²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

^{1,2}pyr@pnzgu.ru

Аннотация. Актуальность и цели. В настоящее время известно несколько уравнений, которые устанавливают зависимость эквивалентной электропроводности раствора (λ) от концентрации соли не более 0,1 г-экв/л. Таким образом, цель данной работы обусловлена необходимостью получения уравнения зависимости эквивалентной электропроводности от концентрации соли в растворе при более высоких концентрациях солей в водном растворе. **Результаты.** Теоретическое обоснование известных экспериментальных данных позволило установить, что зависимость эквивалентной электропроводности раствора (λ) от концентрации соли (c) должна описываться уравнением следующего вида:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{Kc}{\lambda_0},$$

где λ_0 – предельная эквивалентная электропроводность ($\text{Ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$); K – константа, которая зависит от вида растворителя, растворенного вещества и температуры. Как показывают расчеты, выполненные с применением метода наименьших квадратов, зависимость $1/\lambda$ от c для растворов хлорида натрия, нитрата кальция и хлорида алюминия (при температуре 25°C) линейна и описывается соответственно следующими уравнениями:

$$\frac{1}{\lambda} = 0,00934 + 0,0021c,$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0,0089 + 0,00633c,$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0,0088 + 0,0073c.$$

Данные уравнения обладают достаточно высокой точностью, поскольку их коэффициент корреляции равен 0,993–0,997. **Выводы.** Предлагаемое уравнение достаточно хорошо соблюдается при концентрации соли в растворе вплоть до 5 г-экв/л.

Ключевые слова: электропроводность растворов, концентрации солей, коэффициент корреляции

Для цитирования: Перелыгин Ю. П., Кольчугина И. Г. Эмпирическое уравнение зависимости эквивалентной электропроводности водного раствора соли от концентрации // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 46–49.

Введение

В машино- и приборостроении достаточно широко используются водные растворы солей, кислот и щелочей как на стадии изготовления деталей [1] и нанесения гальванических покрытий [2], так и при электрохимико-термической обработке металлов и сплавов [3].

Известно [4, 5] несколько уравнений, которые устанавливают зависимость эквивалентной электропроводности раствора (λ) от концентрации соли, в том числе уравнения Кольрауша, уравнение Онзагера – Фуосса, формула Шедловского, уравнение Робинсона – Стокса и формула Фалькенгагена, выполняются в растворах с концентрацией соли не более 0,1 г-экв/л.

В [6] предлагается для описания зависимости удельной электропроводности (ЭП) от концентрации использовать приведенные значения электропроводности (отношение удельной ЭП к ее максимальному значению) и приведенное значение концентрации (отношение концентрации к ее значению в максимуме ЭП). Предлагаемое уравнение нелинейно, что затрудняет его использование.

Таким образом, получение линейного уравнения, которое позволит определять эквивалентную электропроводность при более высоких концентрациях солей, представляет определенный как теоретический, так и практический интерес.

Зависимость λ от разведения $\nu = 1/c$ (c – концентрация растворенного вещества, г-экв/л) [7] имеет такой же вид, что и зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата (уравнение Михаэлиса – Ментена) [8]. Это предполагает возможность использования уравнения Михаэлиса – Ментена

$$\nu = \frac{v_{\max}c}{c + K},$$

где c – концентрация субстрата; K – константа Михаэлиса – Ментена, для установления зависимости эквивалентной электропроводности раствора от концентрации вещества в растворе в следующем виде:

$$\lambda = \frac{\lambda_0 \nu}{K + \nu}, \quad (1)$$

где λ_0 – предельная эквивалентная электропроводность ($\text{Ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$); K – константа, которая, по-видимому, зависит от вида растворителя, растворенного вещества и температуры.

Разделим единицу на левую и правую части последнего уравнения, аналогичного принятому в [8], получим следующее уравнение:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{Kc}{\lambda_0}. \quad (2)$$

Из данного уравнения следует, что должна соблюдаться линейная зависимость между $1/\lambda$ и c . При этом на оси y при концентрации растворенного вещества, равной нулю, отрезок равен $1/\lambda_0$, а тангенс угла наклона прямой равен $K/(\lambda_0)$. Это позволяет определить λ_0 и K .

Экспериментальная часть

В табл. 1 приведены значения эквивалентной электропроводности (λ , $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$) от концентрации (c , г-экв/л) для растворов хлорида натрия, нитрата кальция и хлорида алюминия, которые заимствованы из [9].

Таблица 1

Значения эквивалентной электропроводности (λ , $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$) от концентрации (c , г-экв/л) соли

c	0,001	0,01	0,1	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
λ , (NaCl)			106,7	85,76	74,71	65,57	57,23	49,46
λ , ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)		115,8	95,76	66,7	50,2	38,9	30	23,28
λ , (AlCl_3)	138	106,9		56,2	43,7		25,4	

На рис. 1 приведены зависимости $1/\lambda$ от c для растворов хлорида натрия (3), нитрата кальция (2) и хлорида алюминия (1), которые представляют собой прямые, что свидетельствует о выполнимости уравнения (2). Как видно из данного рисунка, уравнение (2), а, следовательно, и уравнение (1), соблюдаются достаточно хорошо вплоть до концентрации хлорида натрия, нитрата кальция до 5 г-экв/л и хлорида алюминия до 4 г-экв/л.

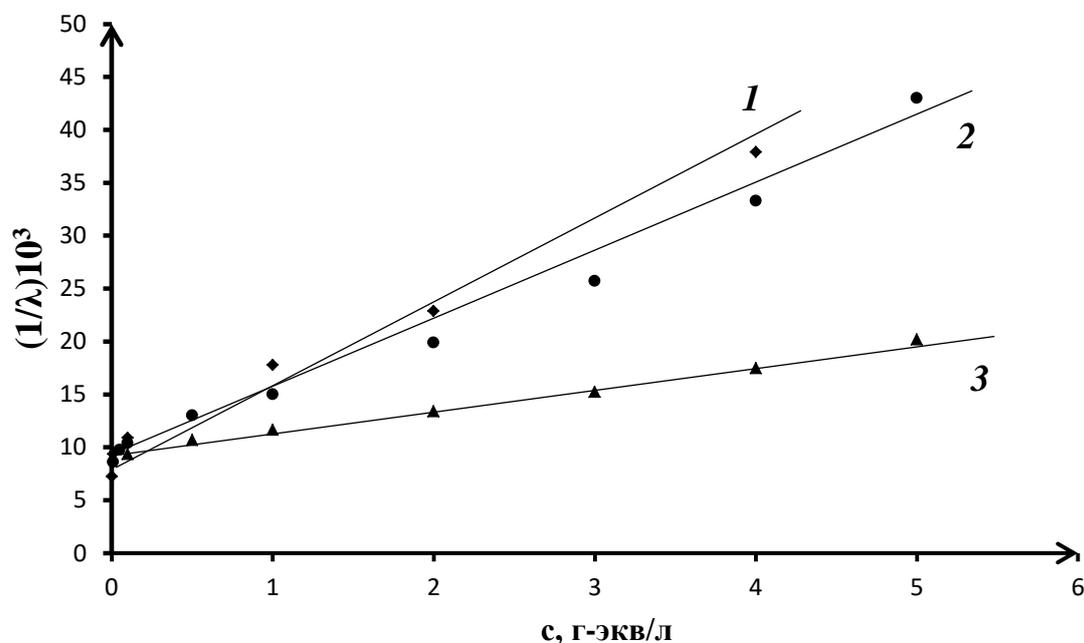


Рис. 1. Зависимости $1/\lambda$ от концентрации раствора (c) хлорида натрия (3), нитрата кальция (2) и хлорида алюминия (1)

Как показывают расчеты, выполненные с применением метода наименьших квадратов, зависимость, $1/\lambda$ от c для растворов хлорида натрия, нитрата кальция и хлорида алюминия (при температуре 25 °С) описывается соответственно следующими уравнениями, которые соответствуют уравнению (2):

$$\frac{1}{\lambda} = 0,00934 + 0,0021 c,$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0,0089 + 0,00633 c,$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0,0088 + 0,0073 c.$$

Коэффициент корреляции данных уравнений равен 0,993–0,997, что свидетельствует о достаточно высокой сходимости приведенных уравнений с результатами экспериментальных данных.

В табл. 2 приведены значения параметров λ_0 и K , вычисленные по данным из последних трех уравнений, и табличные значения λ_0 из [9].

Из табл. 2 видно, что вычисленные значения предельной эквивалентной электропроводности достаточно неплохо коррелируют с известными значениями [9], а константа K зависит от вида соли и, очевидно, температуры. Размерность константы K , как видно из уравнения (2), равна ... л/г-экв.

Значения параметров λ_0 и К

Раствор соли	Предельная эквивалентная электропроводность λ_0 ($\text{Ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$)		Константа К
	Экспериментальное	Табличное	
NaCl	107	126,6	0,226
Ca(NO ₃) ₂	112,4	131	0,71
AlCl ₃	114,4	139	0,83

Вывод

Таким образом, приведенные уравнения (1) или (2) могут быть использованы для расчета эквивалентной электропроводности растворов солей в достаточно широкой области концентраций, вплоть до 5 г-экв/л, которая зависит от вида соли, очевидно, температуры и от тех процессов, которые могут протекать в растворе, например, гидролиза.

Список литературы

1. Раскатов В. М., Чуенков В. С., Бессонова Н. Ф., Вейс Д. А. Машиностроительные материалы: краткий справочник. М. : Машиностроение, 1980, 511 с.
2. Груев И. Д., Матвеев Н. И., Сергеева Н. Г. Электрохимические покрытия изделий радиоэлектронной аппаратуры: справочник. М. : Радио и связь, 1988. 304 с.
3. Белкин П. Н. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов. М. : Мир, 2005. 336 с.
4. Робинсон Р., Стокс Р. Растворы электролитов. М. : Иностранная литература, 1963. 646 с.
5. Измайлов Н. А. Электрохимия растворов. М. : Химия, 1976. 488 с.
6. Артемкина Ю. М., Щербаков В. В. Описание концентрационной зависимости удельной электропроводности водных растворов сильных электролитов // Успехи в химии и химической технологии. 2011. Т. 25, № 2. С. 22–26.
7. Антропов Л. И. Теоретическая электрохимия. М. : Высш. шк., 1975. 560 с.
8. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия. М. : Высш. шк., 1999. 327 с.
9. Справочник по электрохимии / под ред. А. М. Сухотина. Л. : Химия, 1981. 488 с.

Информация об авторах

Перельгин Юрий Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химия», Пензенский государственный университет

Кольчугина Ирина Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Химия», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

УДК 54

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ МАЛООПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ КОБАЛЬТ – КАРБИД ВОЛЬФРАМА

С. Р. Синенкова¹, С. Ю. Киреев², М. В. Глебов³

^{1,2,3}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹sofya.sinenkova@mail.ru

²sergey58_79@mail.ru

³mac-simka@mail.ru

Аннотация. Получение твердых износостойких покрытий на поверхности деталей и оснастки для металлообрабатывающей промышленности является актуальной проблемой. В качестве частиц дисперсной фазы, обеспечивающих высокую твердость и износостойкость, предполагается выбрать карбид вольфрама. Сфероидальные частицы карбида вольфрама размером 10...100 мкм получены в ПГУ методом электродугового диспергирования в рамках проекта № 0748-2020-0013 «Научные принципы формирования гетерогенных структур методами физико-химического диспергирования» (государственное задание вузу в сфере научной деятельности. Заказчик: Министерство науки и высшего образования РФ). Соосаждение частиц карбида вольфрама в покрытие с кобальтом приведет к формированию композиционного электрохимического покрытия (КЭП) Со – WC. Для повышения производительности процесса предполагается использование импульсного тока. Выбор состава электролита основан на принципах снижения экологической опасности.

Разработка технологии формирования КЭП Со – WC на оснастке машиностроительных производств позволит повысить конкурентоспособность российских инструментов на мировом рынке.

Ключевые слова: электроосаждение, гальванические покрытия, композиционные покрытия, карбид вольфрама, кобальт

Для цитирования: Синенкова С. Р., Киреев С. Ю., Глебов М. В. Высокопроизводительная и экологически малоопасная технология формирования композиционных электрохимических покрытий кобальт – карбид вольфрама // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 50–57.

Актуальность

Металлообрабатывающая промышленность не стоит на месте, все сильнее возрастает потребность в режущих инструментах различных конструкций. Такие инструменты

используются для станочного оборудования фрезерно-сверлильной, токарно-расточной групп и других узкоспециализированных станков. Различные типы инструментов имеют свои особенности, которые определяются таким условием, как формообразование детали.

В современности развитие режущих инструментов зависит от разработки или совершенствования инструментальных материалов и создания новых конструктивных решений, которые будут применяться к инструментальной системе. Задачами же инструментальной отрасли являются повышение производительности и качества обработки изделия, что включает в себя разработку сплавов и покрытий, обладающих коррозионной стойкостью, жаростойкостью, прочностью и множеством других эксплуатационных свойств, а также немаловажно повышение экономичности. Материалы, обладающие такими свойствами, нашли широкое применение в машиностроении, авиастроении и даже в медицине.

Одной из главных проблем инструментальной отрасли на данный момент является недостаточная стойкость режущего инструмента при обработке твердых материалов, поэтому особое внимание уделяется улучшению качества и механических свойств инструмента. Также актуальной проблемой всегда является экологичность всех этапов производства.

Главной тенденцией производства является сокращение времени обработки, но сохранение качества или даже его улучшение. Часто вторым пунктом пренебрегают, что сильно влияет на дефекты производства и сокращения работоспособности инструмента из-за ухудшения качества используемых материалов. Решением этой проблемы активно занимаются многие компании, специализирующиеся на производстве инструментов металлообработки. Суть разработок заключается в оптимизации процесса обработки детали. Были изобретены: система DTM для получения поверхностей методом фрезерования, компания Paul GmbH усовершенствовала свою фрезерную систему, повысив эффективность и экономичность обработки деталей из титана, и многие другие разработки, направленные на повышение эксплуатационных свойств режущих инструментов, были введены за последнее время. Фирма Скиф-М улучшает номенклатуру сборного режущего инструмента для многих отраслей промышленности, в том числе и аэрокосмической. Так, еще с 1978 г. были поставлены задачи по обработке изделий авиационно-космической техники.

Подробное изучение и практическое исследование покрытий необходимы для развития различных отраслей промышленности. Увеличение износостойкости, равномерный износ, высокая адгезия, высокая термостойкость, прочность – все это оптимизация всех собранных сведений и практических экспериментов. Благодаря повышенной износостойкости можно достичь высокой скорости резки, ведь покрытие не будет деформироваться, а это значительно повысит производительность, что приведет к повышению экономичности.

Качественно изготовленные режущие инструменты способны в несколько раз повысить не только производительность, но и качество обработки материалов. Это, в свою очередь, приведет к повышению выпускаемой предприятием продукции. Отечественные производители вводят новые эффективные решения проблем изготовления и эксплуатации режущих инструментов, что повышает экономику страны. Постоянно растут требования к точности и стойкости, также поступают запросы по снижению цены на производимые продукты, именно нахождение способов решения таких проблем и является основанием для изучения всех этапов производства, в том числе покрытий и их нанесения.

Современные разработки покрытий основаны на получении материалов, обладающих определенными качественными характеристиками. Многие материалы, к примеру

сталь, могут модифицироваться благодаря новым технологиям, что даст возможность повысить производительность и качество продукции.

На современном рынке металлообрабатывающего оборудования большая доля принадлежит зарубежным производителям. Учитывая современные условия, возрастает актуальность вопросов замещения импортных деталей и оснастки на отечественные, которые отвечают современным требованиям, т.е. конкурентоспособны.

Анализ современного состояния исследований в данной области

Композиционные покрытия получают осаждением металлов, частицы веществ таких покрытий обладают высоким сопротивлением износу, препятствуют коррозии и эрозии. Технология осаждения композиционных покрытий в настоящее время активно развивается. Одним из таких покрытий является $Co - WC$, широко применяемый во многих отраслях промышленности. WC обладает повышенной твердостью и не теряет своих свойств как при комнатной, так и при высокой температурах (до $400\text{ }^{\circ}C$) [1]. Покрытия, содержащие WC , имеют идеальную коррозионную стойкость. Карбид вольфрама обладает высокой твердостью, а плотность в два раза превосходит плотность свинца. Благодаря углероду соединение становится очень твердым и прочным, приобретает устойчивость к окислению. Кобальт в данном композиционном покрытии является связующим веществом, обладающим высокой пластичностью. Именно за счет него достигается высокая упругость $Co - WC$. Изменение содержания кобальта или его частичная замена на другой компонент значительно может поменять свойства композиционных покрытий, увеличить или уменьшить твердость и коррозионный потенциал покрытия [2].

Размер частиц карбида сильно влияет на прочность и структуру покрытия, а также на стойкость к истиранию. Если зерна WC уменьшить в размере, то увеличится стойкость к абразивному износу. Опытным путем было доказано, что при скольжении удельная скорость износа покрытия низкая, а ее увеличение происходит вследствие укрупнения зерен [3]. Коррозионная стойкость также возрастает при увеличении размера зерен [4].

Износостойкость WC зависит от трех показателей: твердость, размер детали и ударная вязкость частиц вещества. Ударная вязкость напрямую не зависит от такого вида дефекта, как остаточные микропоры, возникающие в основном из-за крупных зерен WC . Было доказано, что данный показатель зависел не только от размера, но и от расположения дефекта [5]. Низкая ударная вязкость является источником ударного разрушения. Уменьшение пористости при нанесении усиливает защитную функцию композиционного покрытия от коррозии [6]. Прочность покрытия напрямую зависит от содержания кобальта, так как размер пористых образований увеличивается при уменьшении содержания кобальта в составе покрытия.

Содержание кобальта в композиционном покрытии влияет на рост зерен, размер которых аномально быстро увеличивается при повышении содержания связующего вещества в составе. Кобальт, в свою очередь, образует на поверхности покрытия плотную пленку, которая защищает деталь от быстрого износа. Поэтому повышение концентрации кобальта приводит к снижению износостойкости покрытия [7]. Если частично заменить Co в составе КЭП на Al_2O_3 , то покрытие приобретет высокую ударную вязкость, прочность и твердость. Чаще всего такие покрытия используют для нанесения на детали для сверления.

При высоких температурах происходит обезуглероживание, что приводит к большему содержанию связующего пластичного вещества в составе, следовательно, покрытие станет хрупким и утратит свои свойства.

Данные КЭП используют в качестве защиты от кавитации металлоконструкций. Благодаря высокой твердости, ударной вязкости и адгезии покрытия $Co - WC$ способны в водной среде справиться с процессом износа [8].

По жароустойчивости данные покрытия превосходят хромированные, поэтому все активнее таким составом покрывают детали самолетов и космических кораблей. Также таким композиционным покрытием часто восстанавливают изношенные поверхности деталей.

Нанесение таких покрытий, как $\text{Co} - \text{WC}$, происходит воздушно-плазменным напылением (APS), высокоскоростным воздушным топливом (HVAF) или высокоскоростным кислородным топливом (HVOF). Такие методы нанесения позволяют снизить пористость КЭП, повысить твердость и устойчивость к адгезии.

APS (плазменное напыление) – впрыскивание порошков в плазменную струю постоянного тока, где они ускоряются, затем наносятся на подложку, где образуют покрытие. Недостаток заключается в высокой температуре, что приводит к нагреванию порошка и частичному обезуглероживанию.

HVOF (высокоскоростное термическое распыление кислородного топлива) – метод, основанный на смешивании кислорода и топлива, в результате чего при сжигании для получения газовой струи впрыскивается порошок, который под действием температуры и высокой скорости наносится на подложку.

Недостатком данного метода HVOF является высокая температура напыления, что приводит к обезуглероживанию, следовательно, покрытие может стать более хрупким, утратив свойства твердого составляющего WC . Износостойкость у покрытия стала ниже, по сравнению с обычным покрытием, так как утратилось содержание кобальтового связующего [9].

HVAF – метод, похожий на предыдущий, но вместо кислорода используют сжатый воздух. За счет этого снижается температура нанесения. Благодаря такому методу окисление порошка уменьшается, что сохраняет фазовый состав. Из-за более низкой температуры нанесения, чем у HVOF, покрытия, полученные методом HVAF, более износостойкие, но такой метод также не дает гарантии об отсутствии процесса обезуглероживания, что приводит к образованию трещин [10]. Недостатком такого метода является сильная зависимость от состава порошка, несбалансированный состав которого может повлечь за собой нанесение некачественного покрытия [11].

Недостатком же данного электрохимического метода является экологический вред [12].

Развитие гальванотехники зависит от изучения и дальнейшего улучшения свойств покрытий и технологии их нанесения. Главным преимуществом электрохимических покрытий являются большая коррозионная стойкость, твердость, а также высокая износостойкость.

Процесс электрохимического осаждения многоступенчатый. После каждого этапа необходима промывка заготовки. Вода же должна иметь наименьшую жесткость, из-за этого ее нужно часто менять. После получения покрытия деталь также промывают. Значит, в воде после промывки будет образовываться тот же раствор электролита только с меньшей концентрацией. Проблему утилизации полученного разбавленного раствора электролита можно решить. Для этого необходимо постепенно добавлять данную воду, полученную после промывки, в гальваническую ванну, так как в ней при электролизе часть воды испаряется, поэтому необходимо пополнять ванну для достижения требуемого уровня раствора электролита. Минимизация отходов является актуальной проблемой и сейчас.

Наиболее распространены следующие способы повышения производительности и снижения экологической опасности:

- 1) перемешивание раствора;
- 2) барботаж;
- 3) вибрация катода;
- 4) ультразвук;
- 5) импульсный ток.

1. Перемешивание растворов при осаждении является наименее востребованным методом в настоящее время из-за малой эффективности (из-за диффузионных ограничений) [13].

2. Смысл процесса электролиза с использованием барботажа заключается в подаче воздуха в гальваническую ванну через трубы с отверстиями. Такой способ имеет самую простую конструкцию, но и также ряд недостатков: образование пены на поверхности и вред экологии за счет пузырьков воздуха, уходящих в атмосферу вместе с вредными парами.

3. Использование метода вибрации катода позволяет эффективно перемешивать прикатодное пространство, что приводит к повышению производительности и улучшению качества покрытий. Преимуществом такого метода является вытеснение пузырьков газа из раствора, которые могут привести к дефекту. Данный метод позволяет даже при повышенной плотности тока получать качественные покрытия [14].

4. Использование ультразвука меняет механизм образования покрытия, уменьшает катодную поляризацию, а значение предельного тока повышается [15]. Покрытия, полученные таким методом, более устойчивы к коррозии, чем покрытия, полученные механическим перемешиванием.

5. Электролиз с использованием импульсного тока позволяет с помощью различных режимов подачи тока получать покрытия, обладающие разными свойствами, а также толщиной. При определенном соотношении паузы и времени импульса улучшаются многие показатели, в том числе выход по току и уменьшение пористости.

Этот способ в наше время набирает популярность, так как при меньших затратах электроэнергии получается покрытие с лучшими свойствами. За счет регулировки времени подачи импульса тока энергетические затраты на полировку сокращаются, так как получаемая поверхность уже сглаживается в процессе осаждения, что при постоянном токе происходит с худшими показателями [16]. Благодаря такому способу можно заменять экологически опасные составы на более чистые без потери качества покрытия. Этот факт очень важен в гальванотехнике.

Все вышеперечисленные свойства зависят от определенного содержания компонентов композиционного электрохимического покрытия, от их структуры, от технологии нанесения. Для того, чтобы добиться наиболее качественного покрытия, которое является одним из наиболее используемых в промышленности, нужно накопление фактического материала.

Формирование КЭП Co – WC с использованием электрохимических технологий является малоизученной проблемой, над решением которой работают ученые ведущих лабораторий мира, о чем свидетельствуют публикации в базах данных Scopus и WoS.

Цель: разработка высокопроизводительной и экологически малоопасной технологии формирования композиционного электрохимического покрытия Co – WC в качестве упрочняющего слоя на поверхности изделий машиностроения.

Задачи:

- 1) выбор и научное обоснование состава экологически малоопасного электролита;
- 2) установление режимов процесса электроосаждения композиционного электрохимического покрытия, позволяющих получать качественные КЭП с высоким выходом по току и высокой производительностью;
- 3) исследование зависимостей физико-механических свойств покрытий Co – WC от состава электролита и режима электролиза.

Научная новизна:

1. Разработка нового способа получения износостойкого покрытия Co – WC, отличающегося более высокой производительностью и меньшей экологической опасностью.

2. Выявление закономерностей влияния состава электролита, режимов электролиза на качество покрытий, их состав и скорость процесса.

3. Определение зависимости физико-механических свойств КЭП Co – WC от режима электролиза, состава электролита, толщины слоя.

Предлагаемые подходы и методы, их обоснование для реализации цели и задач исследований

Главными критериями, на которых основан научный подход, являются уменьшение экологической опасности, повышение производительности, сохранение качества данных конструкционных электрохимических покрытий, получение покрытий с заданными свойствами. Повышение экологической безопасности достигается за счет научно обоснованного состава электролита, что снизит нагрузки на очистные сооружения, также есть возможность изменения технологии промывки деталей, что поможет сберечь водные ресурсы посредством вторичного использования. В процессе использования разбавленных по ионам металла электролитов на электрокристаллизацию сильно влияют диффузионные ограничения, так как ухудшается качество покрытий и значительно понижается скорость осаждения. Эта проблема решается выбором подходящего нестационарного режима электролиза, его преимуществом является улучшение в прикатодной области концентрационно-диффузионного режима.

Методы:

- электрохимические (температурно-кинетический, кулонометрия, потенциометрия, хроновольтамперометрия);

- методы исследования механических и физико-химических свойств покрытий (коррозионная стойкость, внутреннее напряжение, переходное сопротивление, микротвердость, износостойкость, паяемость и антифрикционные свойства);

- методы исследования морфологии и топографии (металлографические исследования, сканирующая АСМ микроскопия).

Результаты исследований.

Состав раствора электролита:

- хлористый шестиводный кобальт – 35 мл/л;

- хлористый аммоний – 100 мл/л;

- уротропин – 45 мл/л.

Исследования проводились в стеклянной прямоугольной ячейке (рис. 1), емкостью 0,15 л. Материал анода – кобальт (Co), катода – медные (Cu) пластинки площадью $2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Источник постоянного тока ИПС-1.



Рис. 1. Установка для нанесения покрытия кобальтом

Повышение катодной плотности тока с 5 до 15 А/дм² приводит к увеличению выхода по току кобальта до 95–97 %, дальнейшее повышение плотности тока до 50 А/дм² снижает катодный выход по току металла (рис. 2) и ухудшает качество покрытий. Покрытия наилучшего качества (мелкокристаллические, светлые, полублестящие, равномерные) формируются в диапазоне плотностей тока от 15 до 30 А/дм².

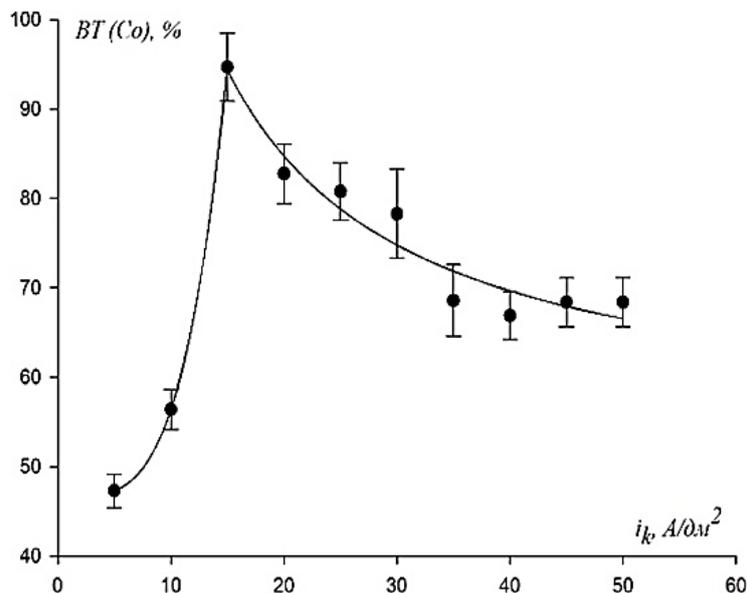


Рис. 2. Зависимость выхода по току от катодной плотности тока при электроосаждении кобальта

Выводы

Подобран состав экологически менее опасного электролита, с помощью которого было получено кобальтовое покрытие. Получен порошок WC методом электродугового диспергирования. Научно обоснован состав электролита для электроосаждения КЭП Co – WC, отличающийся меньшей экологической опасностью. Проведены предварительные экспериментальные исследования по электроосаждению покрытий с использованием постоянного тока. Установлена зависимость выхода по току от катодной плотности тока.

Список литературы

1. Yang Q., Senda T., Hirose A. Sliding wear behavior of WC–12 % Co coatings at elevated temperatures // *Surface and Coatings Technology*. 2006. Vol. 200, № 14–15. P. 4208–4212.
2. Nieto A. [et al.]. Elevated temperature wear behavior of thermally sprayed WC-Co/nanodiamond composite coatings // *Surface and Coatings Technology*. 2017. Vol. 315. P. 283–293.
3. Saito H., Iwabuchi A., Shimizu T. Effects of Co content and WC grain size on wear of WC cemented carbide // *Wear*. 2006. Vol. 261, № 2. P. 126–132.
4. Kellner F. J. J., Hildebrand H., Virtanen S. Effect of WC grain size on the corrosion behavior of WC–Co based hardmetals in alkaline solutions // *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. 2009. Vol. 27, № 4. P. 806–812.
5. Suzuki H., Hayashi K., Yamamoto T. Relations between impact strength and structural defects in WC-Co cemented carbide // *Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy*. 1975. Vol. 22, № 5. P. 160–166.
6. Guo H. [et al.]. Effect of WC–Co content on the microstructure and properties of NiCrBSi composite coatings fabricated by supersonic plasma spraying // *Journal of Alloys and Compounds*. 2019. Vol. 789. P. 966–975.

7. Бурков А. А. Влияние концентрации кобальта на фазовый состав Co – WC электроискровых покрытий на низкоуглеродистой стали // Приволжский научный вестник. 2014. № 8-1.
8. Lamana M. S., Pukasiewicz A. G. M., Sampath S. Influence of cobalt content and HVOF deposition process on the cavitation erosion resistance of WC-Co coatings // Wear. 2018. Vol. 398. P. 209–219.
9. Stewart D. A., Shipway P. H., McCartney D. G. Abrasive wear behaviour of conventional and nanocomposite HVOF-sprayed WC-Co coatings // Wear. 1999. Vol. 225. P. 789–798.
10. Myalska H. [et al.]. Tribological behavior of WC-Co HVAF-sprayed composite coatings modified by nano-sized TiC addition // Surface and Coatings Technology. 2019. Vol. 371. P. 401–416.
11. Bolelli G. [et al.]. Tribology of hard metal coatings with HVOF and HVAF WC-10Co4Cr deposition: comparative evaluation // Technology of Surfaces and Coatings. 2015. Vol. 265. P. 125–144.
12. Babu B. R., Bhanu S. U., Meera K. S. Waste minimization in electroplating industries: a review // Journal of environmental Science and Health Part. 2009. Vol. 27, № 3. P. 155–177.
13. Целуйкин В. Н. Композиционные электрохимические покрытия: получение, структура, свойства // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2009. Т. 45, № 3. С. 287–301.
14. Глебов М. В., Виноградов О. С., Наумов Л. В. Электроосаждение сплава медь-олово с использованием вибрации и магнитного поля // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2014. № 1. С. 92–101.
15. Гульпа Д. Ю., Кузьмар И. И., Кушнер Л. К. [и др.]. Электрохимическое осаждение покрытий сплавом олово-медь // Доклады БГУИР. 2021. Т. 19, № 7. С. 49–57.
16. Алексеев Ю. Г. [и др.]. Источник питания для исследования импульсных электрохимических процессов // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2018. Т. 61, № 3. С. 246–257.

Информация об авторах

Синенкова Софья Руслановна, студентка, Пензенский государственный университет

Киреев Сергей Юрьевич, доктор технических наук, доцент, декан факультета «Промышленные технологии, электроэнергетика и транспорт», Пензенский государственный университет

Глебов Максим Владимирович, кандидат технических наук, заведующий лабораторией кафедры «Технологии и оборудование машиностроения», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 621.87

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА

М. А. Абдулхакзода¹, С. Г. Исаев², С. Е. Ларкин³, В. С. Чапаев⁴

^{1,2,3,4}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹muslihiddinjon.2000@gmail.com

²sergeisaev@mail.ru

³larkinsergei@yandex.ru

⁴chapaev010@mail.ru

Аннотация. Рассматривается решение проблемы контроля качества моторного масла для определения оптимального момента его замены. Определено, что основным параметром, характеризующим качество моторного масла, является кинематическая вязкость. В результате сравнения методов определения вязкости для реализации выбран ультразвуковой. Разработана структурная схема системы контроля качества моторного масла, включающая канал измерения вязкости масла и канал измерения его температуры. Проанализированы погрешности измерения, и предложен алгоритм работы, позволяющий минимизировать их.

Ключевые слова: моторное масло, кинематическая вязкость, пьезоэлектрический элемент, аддитивная погрешность, мультипликативная погрешность

Для цитирования: Абдулхакзода М. А., Исаев С. Г., Ларкин С. Е., Чапаев В. С. Система контроля качества моторного масла // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 58–63.

Смазочная система автомобильного двигателя за счет подачи масла к трущимся поверхностям обеспечивает:

- снижение их трения и повышение коэффициента полезного действия двигателя;
- уменьшение износа трущихся деталей;
- охлаждение рабочих узлов и вынос продуктов износа из мест их сопряжения;
- защиту деталей от коррозии при работе двигателя и во время длительной стоянки.

В процессе эксплуатации транспортного средства состояние моторного масла, определяемое его физико-химическими свойствами, изменяется (оно стареет). На этот процесс влияют различные факторы, такие как:

- частота холодных стартов;
- качество топлива;
- индивидуальные особенности управления автомобилем;
- загрязнения (сажа, образование нитратов и окислов);
- утечки топлива, охладителя и ряд др.

Периодичность замены моторного масла регламентируется фирмами – производителями автомобилей. Как правило, она составляет от 10 до 15 тыс. км пробега. Однако эти сроки основаны на среднестатистических данных. Реальные же условия эксплуатации могут быть как более щадящими, так и более жесткими с повышенным износом узлов двигателя.

Актуальность проблемы заключается в определении оптимального момента замены масла, с одной стороны, чтобы не менять его раньше, чем это действительно необхо-

димо, с другой – не подвергать двигатель опасности из-за утраты маслом его основной функции – защиты агрегатов от повышенного износа деталей.

Физико-химические показатели отечественных моторных масел должны соответствовать ГОСТ 10541–2020¹. Основным параметром, характеризующим их качество, согласно этому стандарту является кинематическая вязкость. Единицей ее измерения являются сантистоксы (сСт = мм²/с). Поскольку кинематическая вязкость существенно зависит от температуры, причем зависимость эта, как показано на рис. 1, нелинейная, нормирование ее осуществляется при нескольких значениях температуры масла: +100 °С, 0 °С, –18 °С и –30 °С.

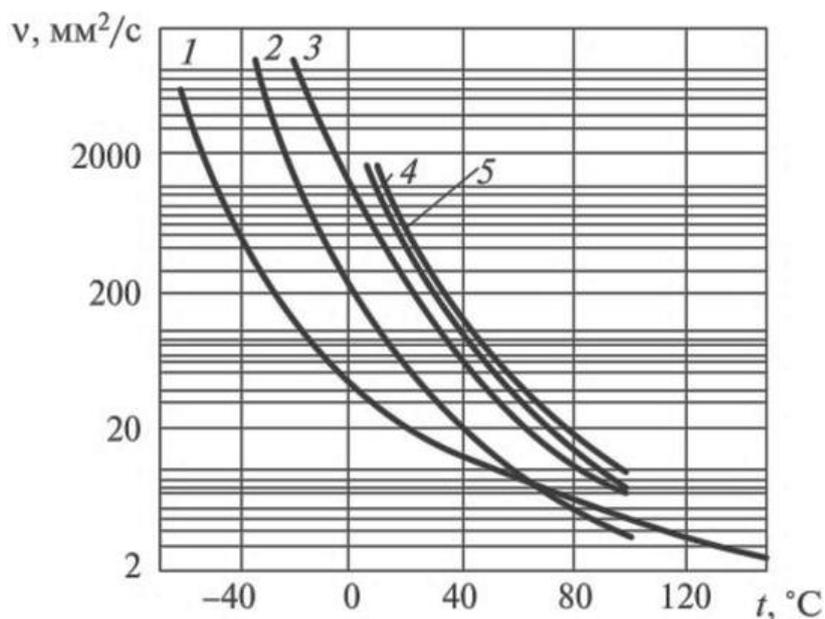


Рис. 1. График зависимости кинематической вязкости моторного масла от температуры

Процесс старения масла сопровождается изменением его вязкости. Так, за счет окисления углеводородов, срабатывания присадок, накопления продуктов неполного сгорания топлива, продуктов износа деталей происходит ее увеличение. В ряде случаев может наблюдаться и снижение вязкости из-за попадания в масло охлаждающей жидкости и топливных фракций. В табл. 1 приведены данные об изменении вязкости некоторых марок моторных масел при увеличении пробега автомобиля [1].

Таблица 1

Изменение вязкости некоторых марок моторных масел

Марка масла	Температура, °С	Кинематическая вязкость, сСт			
		через 500 км	5000 км	10 000 км	15 000 км
BP Visco 5000	100	13,79	14,54	14,9	15,68
Castrol Magnatec	100	13,34	13,72	14,16	14,43
Shell Helix HX8	100	12,73	13,03	13,51	14,37

¹ ГОСТ 10541–2020. Масла моторные универсальные и для автомобильных карбюраторных двигателей. Технические условия.

Полное исследование качества моторных масел возможно только в лабораторных условиях, однако многие зарубежные компании в последние годы активно разрабатывают датчики качества масла, входящие в состав электрооборудования автомобилей и способные решить проблемы как экономического, так и экологического (снижение уровня токсичных веществ в отработавших газах) характера [2].

Основными методами определения качества моторного масла являются диэлектрический и ультразвуковой.

Первый из них учитывает зависимость диэлектрической проницаемости масла от его вязкости [3]. Таким образом, по изменению емкости (или полного сопротивления) электрического конденсатора, между обкладками которого помещено моторное масло, можно судить об изменении его вязкости и тем самым о его текущем состоянии.

Второй метод учитывает, что глубина проникновения ультразвуковых волн в масло и уровень отраженного сигнала зависят от его вязкости. Поэтому по передаточной характеристике пьезоэлектрического резонатора после возбуждения колебаний в масле можно оценить его вязкость и тем самым его качество.

В результате сравнения предпочтение было отдано ультразвуковому методу, прежде всего из-за более простой конструкции датчика, который представляет собой пьезоэлектрический элемент.

При выборе частоты формируемых колебаний было учтено, что при ее увеличении глубина проникновения ультразвуковых волн в вещество уменьшается, а это может привести к снижению точности оценки качества масла. Поэтому предпочтительным является выбор резонансной частоты пьезоэлемента в диапазоне от 40 до 50 кГц.

В качестве критерия при принятии решения о возможности дальнейшего использования масла или необходимости его замены выбрано изменение вязкости. Исходя из рекомендуемой производителями автомобилей периодичности смены масла в 10–15 тыс. км пробега и используя экспериментальные данные табл. 1, можно определить, что изменение вязкости при таком пробеге составляет от 10 до 15 %. Для обеспечения надежной работы двигателя целесообразно принять в качестве критерия изменение вязкости $\delta Q = 10\%$.

С учетом отмеченных особенностей была разработана структурная схема системы контроля качества моторного масла, представленная на рис. 2.

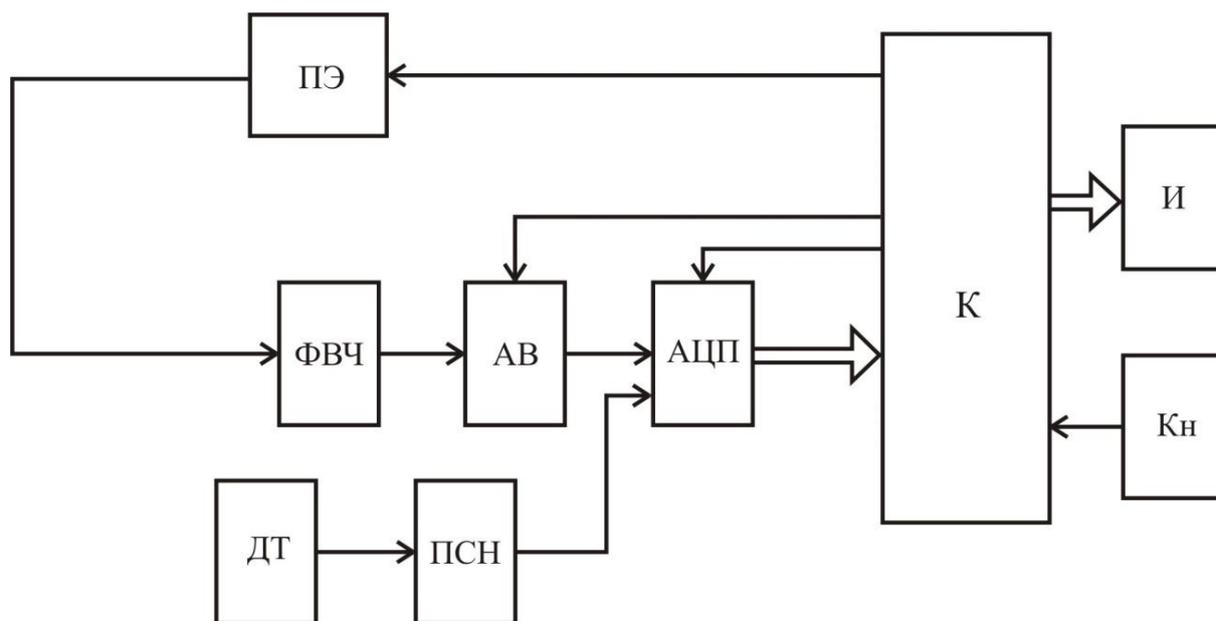


Рис. 2. Структурная схема системы контроля качества моторного масла

В состав схемы входят:

- К – контроллер;
- ПЭ – пьезоэлектрический элемент;
- ФВЧ – фильтр верхних частот;
- АВ – амплитудный выпрямитель;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- ДТ – резистивный датчик температуры;
- ПСН – преобразователь сопротивления в напряжение;
- И – индикатор;
- Кн – кнопка.

В составе системы имеются два измерительных канала: вязкости масла и его температуры.

Управление работой устройства осуществляется микроконтроллером, выполняющим следующие функции:

- формирование ультразвуковых импульсов с частотой, равной резонансной частоте пьезоэлектрического элемента;
- обеспечение процесса преобразования напряжения, поступающего с пьезоэлемента через фильтр и выпрямитель в цифровой код, с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП);
- обеспечение процесса преобразования сопротивления датчика температуры в цифровой код;
- обработку результатов измерений;
- формирование информационного сигнала на индикатор о пригодности масла для дальнейшего использования.

Пьезоэлектрический элемент обеспечивает формирование колебаний в исследуемой среде (масле) с заданной амплитудой и прием отраженного сигнала.

Фильтр верхних частот (ФВЧ) позволяет устранить влияние низкочастотных помех, возникающих при работе двигателя, на результат анализа качества масла.

На выходе амплитудного выпрямителя формируется постоянное напряжение, значение которого равно амплитуде (максимальному значению) напряжения, поступающего с пьезоэлемента.

Резистивный датчик температуры используется для определения текущей температуры масла. Сопротивление датчика преобразуется сначала в напряжение, а потом – в цифровой код.

Информация о качестве масла сообщается водителю с помощью светодиодного индикатора: зеленый цвет говорит о том, что масло件годно для дальнейшего использования, а красный – о необходимости его замены.

На рис. 3 представлена функциональная модель основных погрешностей канала измерения вязкости моторного масла.

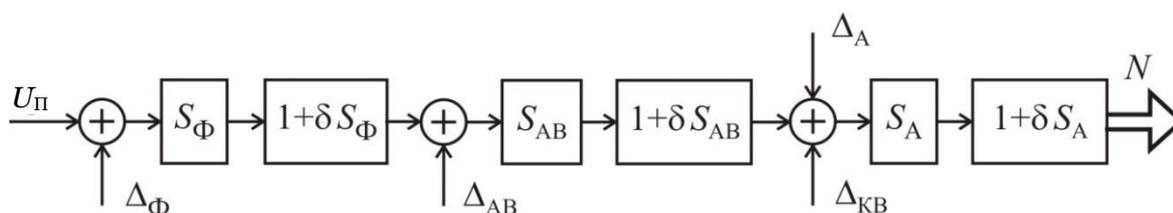


Рис. 3. Функциональная модель основных погрешностей канала измерения вязкости

В составе модели учтены:

$U_{\text{П}}$ – выходное напряжение пьезоэлемента;

Δ_{Φ} – аддитивная погрешность ФВЧ;

S_{Φ} – коэффициент передачи ФВЧ;

δS_{Φ} – мультипликативная погрешность ФВЧ;

Δ_{AB} – аддитивная погрешность амплитудного выпрямителя;

S_{AB} – коэффициент преобразования амплитудного выпрямителя;

δS_{AB} – мультипликативная погрешность амплитудного выпрямителя;

Δ_A – аддитивная погрешность АЦП;

Δ_{KB} – погрешность квантования АЦП;

S_A – коэффициент преобразования АЦП;

δS_A – мультипликативная погрешность АЦП.

Для минимизации погрешностей системы контроля качества моторного масла предлагается следующий алгоритм ее работы.

После заливки свежего масла и включения зажигания водитель должен нажать кнопку «Эталон». По этому сигналу контроллер начинает осуществлять измерение температуры масла с помощью датчика температуры, преобразователя сопротивления в напряжение и АЦП.

Как только температура достигнет заданного значения (например 40 °С или 100 °С), по сигналу контроллера начинается измерительный процесс в канале вязкости при отсутствии возбуждения пьезоэлемента. В результате на выходе АЦП формируется код $N_{OЭ}$, определяемый суммарной аддитивной погрешностью канала измерения вязкости:

$$N_{OЭ} = \Delta_{\Phi} S_{\Phi} (1 + \delta S_{\Phi}) S_{AB} (1 + \delta S_{AB}) S_A (1 + \delta S_A) + \Delta_{AB} S_{AB} (1 + \delta S_{AB}) S_A (1 + \delta S_A) + (\Delta_A + \Delta_{KB}) S_A (1 + \delta S_A).$$

После этого начинается цикл измерения вязкости свежего масла. Контроллер подает на пьезоэлемент импульсное напряжение с частотой, соответствующей его резонансной частоте, вследствие чего формируются колебания пьезоэлемента в масле с определенной амплитудой. При этом скорость затухания колебаний зависит от вязкости масла.

Через секунду после прекращения подачи напряжения от контроллера на обкладках пьезоэлемента сохраняется переменное напряжение, амплитуда которого $U_{Э}$, пропорциональная вязкости масла, выделяется амплитудным выпрямителем и преобразуется АЦП в код:

$$N_{MЭ} = (U_{Э} + \Delta_{\Phi}) S_{\Phi} (1 + \delta S_{\Phi}) S_{AB} (1 + \delta S_{AB}) S_A (1 + \delta S_A) + \Delta_{AB} S_{AB} (1 + \delta S_{AB}) S_A (1 + \delta S_A) + (\Delta_A + \Delta_{KB}) S_A (1 + \delta S_A).$$

Контроллер вносит в результат поправку, определяемую аддитивной погрешностью, и заносит в память код, определяющий вязкость свежего масла:

$$N_{Э} = N_{MЭ} - N_{OЭ} = U_{Э} S_{\Phi} (1 + \delta S_{\Phi}) S_{AB} (1 + \delta S_{AB}) S_A (1 + \delta S_A) = k Q_{Э},$$

где k – коэффициент преобразования канала измерения вязкости; $Q_{Э}$ – вязкость свежего масла.

В дальнейшем во время каждой поездки после включения зажигания и нагрева масла до того же заданного значения температуры снова сначала осуществляется измерительный процесс в канале вязкости при отсутствии возбуждения пьезоэлемента и на выходе АЦП формируется код N_{OT} , а затем измеряется амплитуда напряжения U_T , пропорциональная текущей (на данный момент) вязкости масла Q_T , и в контроллер заносится код N_{MT} . После введения поправки, определяемой аддитивной погрешностью, формируется код

$$N_T = N_{MT} - N_{OT} = U_T S_{\Phi} (1 + \delta S_{\Phi}) S_{AB} (1 + \delta S_{AB}) S_A (1 + \delta S_A) = k Q_T.$$

Затем контроллер вычисляет отношение кодов A , определяемое изменением вязкости масла в процессе его эксплуатации:

$$A = \frac{N_T - N_э}{N_э} = \frac{Q_T - Q_э}{Q_э}.$$

Таким образом, если мультипликативная погрешность в промежутках между измерениями не меняется (учитывая, что они производятся при одной и той же температуре), эта операция позволяет скомпенсировать ее и тем самым повысить точность определения изменения вязкости масла.

Пока значение A не выходит за пределы $\pm 10\%$, индикатор будет гореть зеленым цветом, когда же его цвет сменится на красный, это будет сигналом-рекомендацией к замене масла.

Список литературы

1. Как часто менять масло? URL: <https://velo-trest.ru>
2. Новые тенденции и перспективные технологии автомобильных датчиков. URL: <https://kit-e.ru/sensor/novye-tendenczii-i-perspektivnye-tehnologii-avtomobilnyh-datchikov-sistem-powertrain-i-kontrolya-emissii>
3. Фарзана Н. Г., Ильясов И. В., Ази-Заде А. Ю. Технологические измерения и приборы. М. : Высш. шк., 1989. 456 с.

Информация об авторах

Абдулхакзода Муслихиддин Абдулфайз, студент, Пензенский государственный университет

Исаев Сергей Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника», Пензенский государственный университет

Ларкин Сергей Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника», Пензенский государственный университет

Чапаев Вячеслав Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 681.7.06:654.078

ОПТОВОЛОКОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Е. А. Бадеева¹, Д. А. Усачев², И. А. Чернов³,
В. А. Бадеев⁴, М. В. Соломанидин⁵

^{1,2,3,4,5} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹badeeva_elena@mail.ru

²usachev.dmitri1899@mail.ru

³igorchernov999@mail.ru

⁴vladbadeev4464@gmail.com

⁵solomanidin99@icloud.com

Аннотация. Актуальность и цели. Современное жизнеобеспечение человечества невозможно без таких ресурсов, как время, скорость информации и объем данных. Передача информации по системам связи на базе волоконных технологий имеет ряд плюсов по сравнению с передачей по другим устаревающим вариантам кабельных линий (медному, электрическому и т.д.). Появление волоконно-оптической связи стало истинным технологическим прорывом, и сегодня оптоволоконные системы находят свое все большее применение в областях, где необходима передача данных, начиная от персональных компьютерных систем обработки и передачи информации до бортовых галактических, самолетных, телекоммуникационных систем сверхбольших расстояний. За счет прокладки подводных волоконно-оптических линий связи и функционирования систем передачи соединяются континенты. Предметом настоящего исследования является раскрытие современных возможностей оптоволоконных технологий в системах передачи данных. Целью данной работы является анализ современного этапа развития волоконно-оптических линий связи для передачи данных. Методы. В работе применялись теоретические методы исследования: обобщение, сравнительный анализ, синтез (объединение), изучение и анализ научно-технической литературы. Результаты. Раскрыты характеристики волоконно-оптических систем передачи данных, принцип действия, отмечены их преимущества и недостатки. Выводы. Волоконно-оптические системы передачи большого потока информации становятся неотъемлемой частью человечества и постепенно находят свое применение во всех сферах жизнедеятельности. Дальнейший этап развития оптоволоконных технологий в системах передачи данных будет обусловлен внедрением 5G (*fifth generation*) поколения мобильной связи.

Ключевые слова: оптическое волокно, волоконно-оптический кабель, волоконно-оптическая линия связи, волоконно-оптическая система передачи данных, информационная система, защита информации, информационная сеть, полоса пропускания, дальность передачи

Для цитирования: Бадеева Е. А., Усачев Д. А., Чернов И. А. [и др.]. Оптоволоконные технологии в системах передачи данных // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 64–69.

Введение

Количество и качество современных информационных потоков растут большими темпами, растет и размер данных, необходимый для передачи с минимальными потерями информации. Быстрый и надежный способ передачи данных различных технических

систем (вычислительные сети, системы видеонаблюдения, системы управления данными хозяйствующих субъектов и т.п.) приобретает исключительную важность в последние годы. Сегодня средой передачи потока информации является оптическое волокно (ОВ), ввиду того, что обладает высокой пропускающей способностью, по последним исследованиям ученых порядка более 300 Тбит в секунду (на 2021 г.), и дальностью передачи на значительные расстояния до 100 км [1–4].

Активно внедряются волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), работающие в оптическом диапазоне и позволяющие передавать более точную информацию, повышая ее надежность и защищенность. ВОЛС находят свое применение в областях, где необходима передача данных, начиная от персональных компьютерных систем обработки и передачи информации до бортовых галактических, самолетных, корабельных, телекоммуникационных систем сверхбольших расстояний. За счет прокладки подводных волоконно-оптических линий связи соединяются континенты [5–9].

ВОЛС является устоявшимся названием, ВОСП – волоконно-оптическая система передачи – понятие, закрепленное в ГОСТ Р 54417–2011¹. В своей основе ВОСП имеют волоконно-оптическую кабель (ВОК), содержащий ОВ, покрытые оболочкой; ОВ, входящие в состав ВОК, изготавливаются преимущественно из стекла и полимеров [6, 8, 10].

Развитие и внедрение ВОСП соответствует приоритетным национальным проектам и программам цифровизации экономики РФ, ее отраслей, обеспечивающим создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных [11, 12].

Актуальность перехода на волоконно-оптические технологии при передаче потока данных обуславливается и тем, что медь и свинец относятся к дефицитным металлам, и постепенно в РФ и во всем мире сокращаются их запасы, а для изготовления ВОК, не содержащего в своем составе металлов, это не требуется [8, 13, 14].

Материал и методика

Изучение и раскрытие современных возможностей оптоволоконных технологий в системах передачи данных базировались на изучении, обобщении, синтезе и анализе литературных источников [1–28].

Исследование показало, что ВОСП имеют ряд преимуществ по сравнению с другими методами передачи информации. За счет своей высокой скорости передачи информации объем данных поставляется быстрее, нежели в электрических линиях связи. Длина ВОСП достигает 100 км и более при малом затухании светового сигнала [6]. Хорошая помехоустойчивость ОВ позволяет избегать помех со стороны других кабельных линий (медных, электрических и т.д.). ВОСП являются влагозащищенными и безразличными к электрическим излучениям. Передаваемая информация по ВОСП защищается от перехвата с помощью различных способов кодировки, шифровки, применения специальных устройств [5, 15–17].

В ВОСП используются одномодовые и многомодовые ОВ (рис. 1). Для передачи информации на большие расстояния рекомендовано использование одномодового ОВ, пропускающего единичный световой сигнал, оно обладает низким значением затухания. Одномодовое ОВ имеет меньший диаметр сердечника: порядка 7–9 мкм. Мномодовые ОВ используют на коротких расстояниях, передавая несколько световых сигналов [6–10].

¹ ГОСТ Р 54417–2011. Компоненты волоконно-оптических систем передачи. Термины и определения (дата введения: 2012-07-01). М. : Стандартинформ, 2012. 12 с.

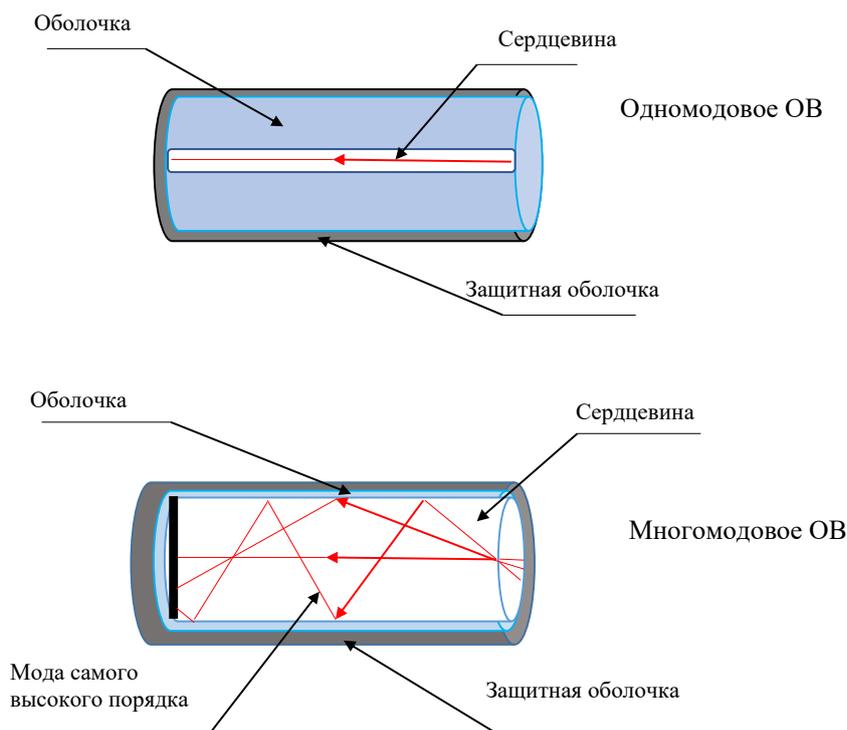


Рис. 1. Структура оптического волокна

Для ВОК необходимы особые условия эксплуатации: если возникает нарушение его целостности, требуются мероприятия по устранению данной неполадки, при этом необходимо применение специального вида сварки ОВ с использованием особого сварочного аппарата. Данное обстоятельство можно отнести к недостаткам данного вида связи [18].

Проблема безопасного и надежного объединения информационного потока удаленными между собой городскими сообществами на большие расстояния решается с помощью прокладки ВОК линии связи в грунт (рис. 2) [19].

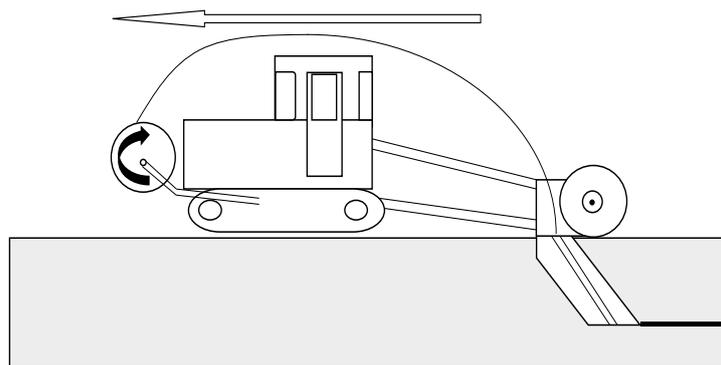


Рис. 2. Прокладка ВОК в грунт

Активная прокладка стартовала в России еще с 1990 г. и в реальное время продолжает совершенствоваться и активно развиваться [19].

В процессе подготовки к использованию и непосредственной эксплуатации ВОСП требуется постоянный мониторинг и контроль качества компонентов линии связи, в том числе входные испытания аппаратуры элементов передачи данных на «стресс», измерение уровня оптической мощности, измерение затухания, определение места и характера

возможного повреждения ВОК [20–22]. Контролируется защищенность ВОСП от несанкционированного доступа, что позволяет обеспечивать достоверную передачу информации, выявление неполадок в оптоволоконных линиях, уведомление о них (подается сигнал тревоги), а также их точное местоположение.

Обсуждение

Развитию и активному внедрению в последние годы ВОСП способствует создание в России завода по производству ОВ специально для линий связи [23, 24]. Так в 2021 г., согласно официальным данным, выручка АО «Оптическое Волокно Системы» превысила 1 млрд руб., а уровень продаж впервые достиг 2,7 млн км ОВ, включая потребление внутреннего рынка и экспортные поставки, которые выросли более чем в 1,5 раза за счет наращивания сотрудничества с клиентами в странах Европейского Союза. В 2021 г. АО «Оптическое Волокно Системы» начало реализацию проекта по выпуску нового типа ОВ G.654.E. для проекта ПАО «Ростелеком» по строительству новой ВОСП от западных до восточных границ РФ – TEA NEXT («Транзит Европа – Азия нового поколения») [23, 24].

В ближайшем будущем будет предусмотрен переход на технологию программно-определяемых сетей, в связи с этим увеличится спрос на глобальную магистральную сеть (рис. 3) [25].

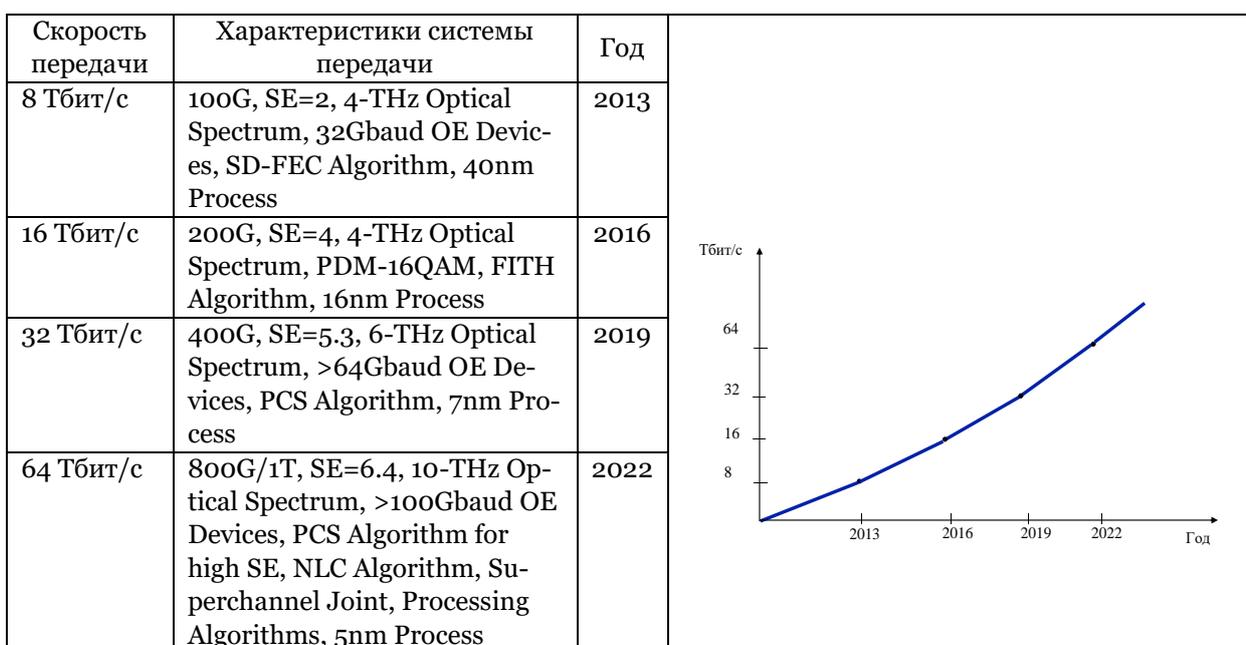


Рис. 3. Рост спроса на глобальную сеть

Подъем трафика, рост числа подключений к Интернету устройств, развитие облачных технологий, экспоненциальный рост объемов информации, интернет-вещей, виртуальная реальность – все это потребует для удовлетворения потребностей новых систем совершенствования волоконно-оптических технологий передачи данных, подхода к процессу изготовления, формированию структуры ОВ, изменению оптического спектра и усилению сигнала [25].

Современные цифровые системы передачи данных, построенные на оптоволоконных технологиях, занимают ведущее место в системах связи различного назначения, а реализация нового проекта беспроводных сетей 5G в перспективе потребует подвода качественно обновленных ВОК [26]. Выделяются следующие характеристики будущих

волоконно-оптических сетей в эпоху 5G: увеличенная пропускная способность ОВ, массивные оптические перекрестные соединения, интеллектуальная эксплуатация и обслуживание сетей [26].

Протяженность и охват территорий ВОСП играют важную роль в жизни человека и помогают в решении проблем жителей, расположенных в труднодоступных местах. Так, например, в Пензенской области «Ростелеком» увеличил протяженность ВОСП, тем самым обеспечив многие города и сельские населенные пункты доступным беспроводным интернетом [27, 28]. Это позволило получать жителям, предприятиям и учреждениям доступную информацию на высокой скорости, пользоваться платформами для поиска работы, записи к врачам, дистанционному обучению, пользоваться социальными сетями, делать онлайн-покупки, осуществлять необходимые заказы на интернет-сайтах и многое другое. На сегодняшний день в Пензенской области планируется как можно больше километров современных линий связи провести между райцентрами и селами, в том числе и отдаленными, для создания мощной инфраструктуры оптоволоконной связи [27, 28].

Выводы

В связи с развитием в настоящее время новых информационных технологий, услуг связи и управления ею, роста объема данных, которые нужно передать с достаточно высокой скоростью и точностью, можно подвести итог, что волоконно-оптические технологии и построенные на их основе ВОСП позволяют решать данные задачи. Преимущества, раскрытые в исследовании, подтверждают, что данные линии связи являются надежными, долговечными (срок службы достигает до 25 лет) и лучшими в своем использовании, а также более востребованными по сравнению с другими. В результате ВОСП являются неотъемлемой частью человечества и находят свое применение во всех сферах жизнедеятельности, а внедрение нового 5G-поколения мобильной связи будет диктовать дальнейший этап развития оптоволоконных технологий в системах передачи данных.

Список литературы

1. ВОЛС (волоконно-оптические линии связи). URL: <https://skomplekt.com> (дата обращения: 20.12.2021).
2. Оптоволоконная связь. URL: <https://www.tadviser.ru> (дата обращения: 20.12.2021).
3. Денисов Д. Новый рекорд скорости передачи данных в оптической связи. URL: <https://mag.ru> (дата обращения: 12.12.2021).
4. Исследователи достигли скорости передачи данных в 100 терабит/с. URL: <https://habr.com/ru> (дата обращения: 20.12.2021).
5. The Fiber Optic Association, Inc. the international professional association of fiber optics. URL: <https://www.thefoa.org> (дата обращения: 20.12.2021).
6. Elliott B. J. Cable Engineering for Local Area Networks. Cambridge, England, 2000. P. 161–185. (Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials).
7. Проблемы построения новой волоконно-оптической инфраструктуры в Японии // Век качества. 2010. № 4. С. 34–35.
8. Гафуров А. М., Гафуров Н. М., Гатина Р. З. Оптоволоконные системы для передачи возрастающего объема информации // Вестник КГЭУ. 2016. № 4. С. 60–71.
9. Шарварко В. Г. Волоконно-оптические линии связи : учеб. пособие. Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2006. 70 с.
10. Мурашкина Т. И., Бадеева Е. А. Волоконно-оптические приборы и системы: научные разработки НТЦ «Нанотехнологии волоконно-оптических систем» Пензенского государственного университета. СПб., 2018. Ч. I. 187 с.
11. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: <https://digital.gov.ru> (дата обращения: 20.12.2021).

12. Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления : распоряжение Правительства РФ № 2998-р от 22.10.2021. URL: <https://www.garant.ru> (дата обращения: 20.12.2021).
13. О стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 г. : распоряжение Правительства РФ № 2914-р от 22.12.2018. URL: <https://www.garant.ru> (дата обращения: 20.12.2021).
14. Механик А. Металлический голод все ближе // Стимул. 2019. URL: <https://stimul.online> (дата обращения: 20.12.2021).
15. Тимофеев А. М. Устройство для передачи и приема двоичных данных по волоконно-оптическому каналу связи // Приборы и методы измерений. 2018. Т. 9, № 1. С. 17–27.
16. Курбонов С. С. Безопасность передовых оптических коммуникационных сетей связи // ORIENSS. 2021. Т. 1. Вып. 11. С. 549–555.
17. Уктамжонов Ш., Косимов И., Отахужаев Ж. Способ защиты информационного сигнала от несанкционированного доступа в ВОЛС // European science. 2019. № 3. С. 30–34.
18. Сравнительная таблица сварочных аппаратов и скалывателей для ВОЛС. URL: <https://iron-hartu.ua> (дата обращения: 12.12.2021).
19. Прокладка оптического кабеля в грунт. URL: <https://vols.expert> (дата обращения: 12.12.2021).
20. Хромой Б. П. Метрология и измерения в телекоммуникационных системах. М. : ИРИАС, 2007. 411с.
21. Утетлеу Б., Хромой Б. П. Основные принципы выбора измерительных приборов для строительства волоконно-оптических линий связи // Телекоммуникации и информационные технологии. 2018. Т. 5, № 2. С. 43–47.
22. Хромой Б. П., Железов Д. Б. Измерительный комплекс для мониторинга и контроля параметров оптических компонентов сети // Экономика и качество систем связи. 2018. № 4. С. 59–63.
23. АО «Оптиковолоконные Системы». URL: <https://rusfiber.ru> (дата обращения: 20.12.2021).
24. «Оптиковолоконные Системы» увеличили объем продаж на 30 % в 2021 году. URL: <https://rusfiber.ru> (дата обращения: 20.12.2021).
25. Модернизация волоконно-оптической инфраструктуры для реализации программы развития цифровой экономики. URL: <https://json.tv> (дата обращения: 20.12.2021).
26. Xiang Liu. Evolution of Fiber-Optic Transmission and Networking Towards the 5G Era // iScience 22. November 2019. P. 489–506.
27. Ростелеком провел линии ВОЛС к поселкам в Пензенской области. URL: <https://linesv.ru> (дата обращения: 12.12.2021).
28. «Ростелеком» увеличил протяженность волоконно-оптических линий связи в Пензенской области. URL: <https://penza.bezformata.com> (дата обращения: 12.12.2021).

Информация об авторах

Бадеева Елена Александровна, доктор технических наук, профессор кафедры «Радиотехника и радиоэлектронные системы», Пензенский государственный университет

Усачев Дмитрий Алексеевич, студент, Пензенский государственный университет

Чернов Игорь Алексеевич, студент, Пензенский государственный университет

Бадеев Владислав Александрович, слушатель, Пензенский государственный университет

Соломанидин Максим Владиславович, студент, Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 681.5

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Д. А. Богатенков¹, В. М. Чайковский²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹bogatenkovdan@yandex.ru

²rtech@pnzgu.ru

Аннотация. Рассматривая электроэнергию, получаемую промышленным предприятием в качестве товара, необходимо учитывать, что она имеет свои особенности, которые обязательно принимать во внимание при формировании экономической составляющей любого предприятия. Из-за данных особенностей потребитель нуждается в оперативном получении точных сведений об энергоресурсах для сохранения собственного конкурентного преимущества в любой сфере производств, где используется электроэнергия. Для этого также нужно принимать меры в целях экономии, сокращения расходов энергоресурсов без урона производству. Самой эффективной из таких мер является точный и своевременный учет получения и потребления электроэнергии.

Ключевые слова: автоматизированные системы учета электроэнергии, учет энергоресурсов, информационно-аналитические системы

Для цитирования: Богатенков Д. А., Чайковский В. М. Система контроля и учета электроэнергии промышленного предприятия // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 70–75.

Введение

Особенности электроэнергии связаны с тем, что на данный момент накапливать ее в каких-либо достаточных количествах нет возможности, поэтому время между производством и потреблением электроэнергии ничтожно мало. Из-за почти мгновенного перехода от производителя через общие сети к потребителю и, собственно, потребления невозможно отследить, от какого конкретного производителя поступила электроэнергия и каким именно потребителем получена. Возможно только вести учет общих объемов производства и передачи электроэнергии в электрическую сеть производителем, а также общий объем получения электроэнергии из этой сети потребителем.

Еще одним фактором, который нужно учитывать, является то, что электроэнергия на производстве зачастую не имеет заменителей, не считая локальных переходов к альтернативному энергоснабжению, например, автономной дизельной электростанции.

Между производителями и предприятиями-потребителями электроэнергии существуют обязательства, которые определяют количество поставляемых и потребляемых энергоресурсов, но в связи со случаями отклонений и тех, и других от данных обязательств, в связи с приведенными особенностями, возникает нестабильность на самом рынке энергоресурсов, что и приводит к необходимости максимально оперативного и точного учета [1].

Решить данную проблему и как можно более рационально распределить расходы энергоресурсов, а также наладить автоматический анализ потребления электрических мощностей позволяет введение специализированных, многофункциональных автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) [2].

Цели и задачи систем контроля и учета электроэнергии

На коммерческом предприятии АСКУЭ представляет собой комплекс средств, включающих в себя специализированные технические приборы, а также программные инструменты, посредством которых производится анализ затрат (или же производства) энергоресурсов, в зависимости от потребностей пользователя¹.

Иными словами, АСКУЭ – измерительная система для контроля и учета с возможностью анализа потребления, который помогает выявить ошибки в энергопотреблении и разработать мероприятия по снижению затрат.

Учет электроэнергии осуществляется с помощью уровневой системы, составными частями которой являются счетчики, концентраторы, осуществляющие сбор и предварительную обработку информации, сервера для сбора конечной информации и ее передачи, а также коммутации между ними. Структура АСКУЭ представлена на рис. 1 [2].

Первоочередной целью АСКУЭ являются автоматический сбор информации о потреблении энергоресурсов на каждом из выбранных узлов предприятия конкретным абонентом и своевременное представление данной информации сотрудникам или должностным лицам для последующего решения ряда задач управления электромощностями предприятия.

Также целями создания АСКУЭ являются отслеживание параметров электроснабжения, а также осуществление управления электроснабжением с целью минимизировать возможность возникновения отклонений от рабочих параметров и, следовательно, аварий.

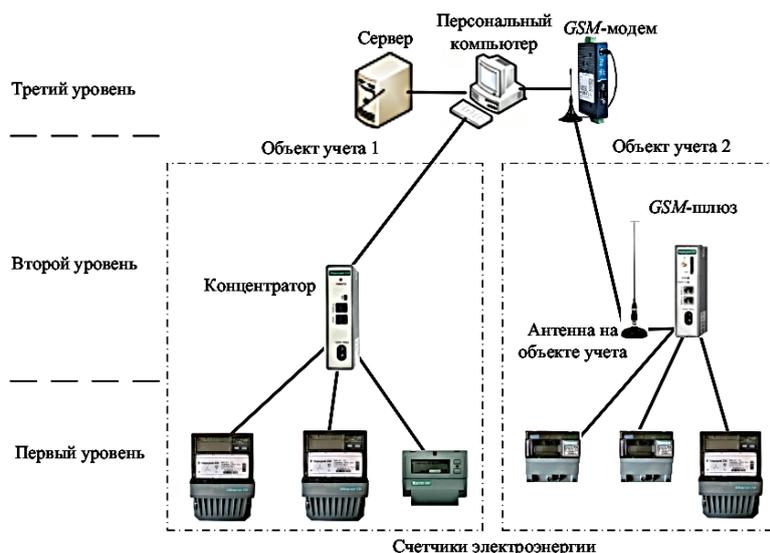


Рис. 1. Типовая структура АСКУЭ

Уменьшение затрат энергопотребления происходит благодаря повышению точности и оперативности распределения по плану электроснабжения.

Обеспечиваются вывод собранных системой данных в реальном времени обслуживающим сотрудникам, а также предоставление актуальных финансовых расчетов, с учетом действующей цены на электроэнергию.

В задачи АСКУЭ входят получение оперативной и точной информации о потреблении электроэнергии, концентрация этих данных, перевод данных на следующий уровень,

¹ ГОСТ 8.009–84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>

а также вывод отчетов и графическое построение заданных зависимостей, помимо этого осуществляются хранение и защита собранной информации от потерь и нарушителей¹.

Важно то, что интервалы сбора данных, формирования отчетов, актов, ведомостей, а также периодичность их отправления определяются заказчиком.

К частным задачам некоторых систем также относится создание подробного прогноза на потребление энергии промышленным предприятием. В данном прогнозе должны отражаться особенности потребления электроэнергии в каждом цехе, величина запланированного и фактического энергопотребления, а также план оптимизирования потребления при ограничении трафика (рис. 2).

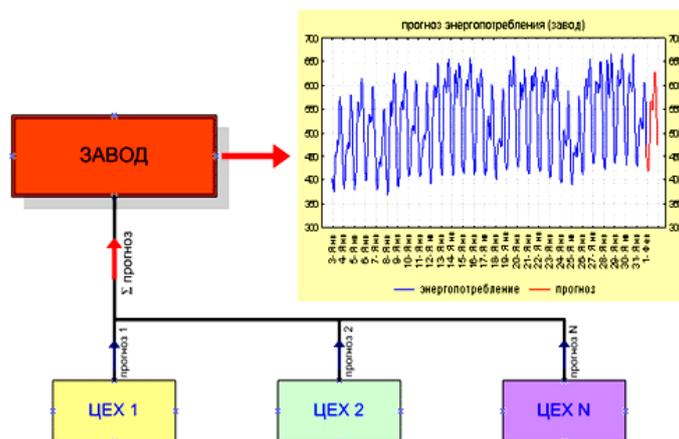


Рис. 2. Схема объединенного прогнозирования на предприятии

Элементы системы в зависимости от уровней

Электросчетчики являются источниками первичной информации для АСКУЭ. Исторически для контроля и учета электроэнергии использовались электромагнитные индукционные счетчики. Индукционные счетчики имеют невысокую стоимость, просты в управлении, но совершенно непригодны для современных систем учета. Для автоматизированной системы нужны электронные счетчики, получившие название умных счетчиков (рис. 3).



Электромагнитный индукционный счетчик

«Умный счетчик»

Рис. 3. Виды электросчетчиков

¹ РД 34.11.114–98. Учет электрической энергии и мощности на энергообъектах. Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии и мощности. Основные нормируемые метрологические характеристики. Общие требования // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>

Умный счетчик – прибор для осуществления точного учета потребления электроэнергии на конкретном участке (или от конкретного абонента) и передачи собранных данных поставщику или же на следующий уровень системы.

Умный счетчик должен уметь:

- измерять количество электроэнергии и оценивать значение основных характеризующих ее величин;
- самостоятельно передавать информацию в энергоснабжающую организацию;
- сообщать о попытках незаконного подключения к электросчетчику;
- доводить до потребителя сведения об уровне его затрат на электроэнергию;
- запоминать результаты учета [3].

Так как счетчик работает непрерывно, передача всей измеренной информации может занимать большой объем. В системе используются устройства сбора и передачи информации на третий уровень, например, концентраторы (рис. 4).



Рис. 4. УСПД (концентратор) – устройство сбора и передачи данных

Эти устройства осуществляют сбор с нескольких счетчиков в определенные интервалы времени, осуществляют предварительную обработку полученных сигналов и передают информацию далее (рис. 5).

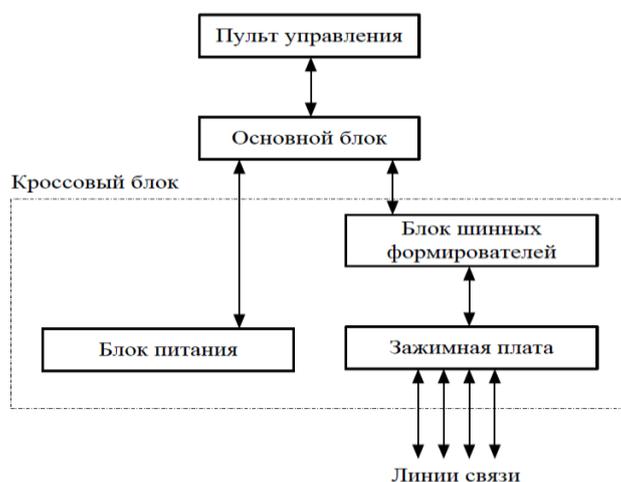


Рис. 5. Структурная схема концентратора

На рис. 6 представлена окончательная архитектура системы контроля и учета электроэнергии. Система использует для передачи информации как проводные технологии, так и радиоканал. Проводные технологии используются непосредственно на промышленном объекте. Передача информации энергосбытовой компании осуществляется по радиоканалу с помощью GPS-модуля [4].

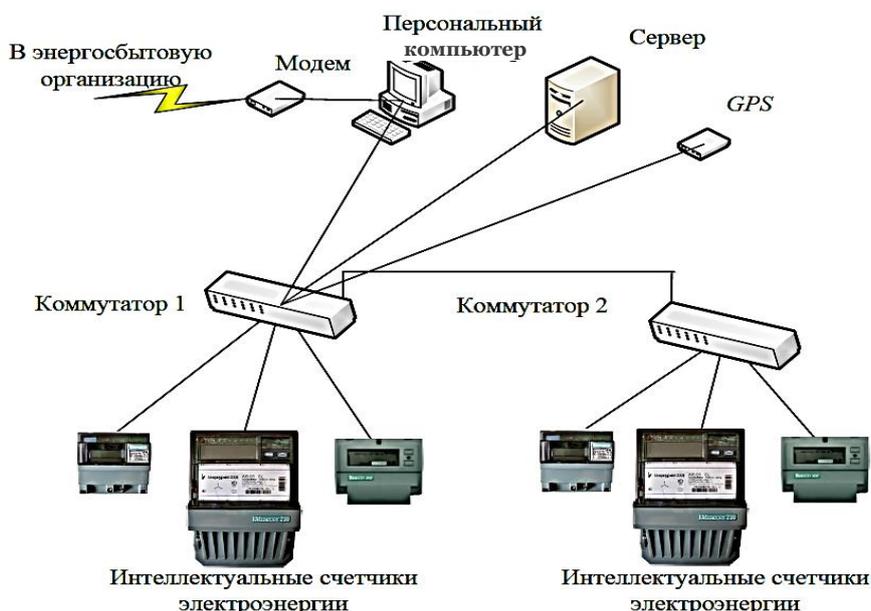


Рис. 6. Три уровня системы контроля и учета электроэнергии

Заключение

В зависимости от целей и задач АСКУЭ является многофункциональным средством для оптимизации затрат на электроэнергию коммерческого предприятия. Система позволяет своевременно и точно снимать данные по энергопотреблению с каждого уровня системы, а также с каждого объекта измерения, помимо этого системы оснащаются программным обеспечением, которое затрудняет попытки несанкционированного проникновения в систему и незамедлительно предупреждает о подобных нарушениях прав доступа. Система также имеет возможность автоматического анализа энергопотребления за определенный отрезок времени с целью выявления нерационального потребления электроэнергии и выбора подходящей для данного вида производства тарифной системы. Таким образом, в настоящее время АСКУЭ являются необходимым решением для каждого промышленного предприятия, связанного с большими затратами электроэнергии, так как данные системы позволяют автоматически и одновременно максимально точно производить учет, что позволяет минимизировать финансовые затраты на электроэнергию.

Список литературы

1. Об энергосбережении : федер. закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: [http:// docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru)
2. Создание АИИС КУЭ // ИК «Энергоаудитконтроль». URL: www.ackye.ru
3. Материалы сайта «oschetchike». URL: <https://oschetchike.ru>
4. Кузнецов Е. П., Сарпов Г. И. Организация и средства учета энергоносителей : учеб. пособие. СПб., 2017. 53 с.

Информация об авторах

Богатенков Даниил Алексеевич, студент, Пензенский государственный университет

Чайковский Виктор Михайлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Радиотехника и радиоэлектронные системы», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 004.93'1

БИБЛИОТЕКА ДЛЯ ОНЛАЙН-ВЕРИФИКАЦИИ РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ

С. А. Вдовкина¹, С. В. Шибанов²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹sophia.vdovkina@gmail.com

²serega@pnzgu.ru

Аннотация. Цифровая рукописная подпись – это собственноручная подпись человека, полученная с помощью соответствующих программных средств (в том числе планшетов, сенсорных дисплеев) для подтверждения целостности и подлинности подписываемого документа в электронном виде. Основное преимущество рукописной подписи для идентификации личности – высокий показатель доверия у людей. После внедрения автоматической проверки собственноручной подписи в любой бизнес привычный рабочий процесс существенно не меняется и легко внедряется в офисную работу. В связи с повышенным запросом на биометрические системы идентификации была разработана библиотека для онлайн-верификации рукописной подписи с возможностью выбора алгоритма верификации.

Ключевые слова: рукописная подпись, онлайн-верификация подписи, градиентный бустинг, метод опорных векторов, алгоритм динамической трансформации временной шкалы

Для цитирования: Вдовкина С. А., Шибанов С. В. Библиотека для онлайн-верификации рукописной подписи // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 76–84.

Введение

С практической точки зрения биометрическая система представляет собой систему распознавания образов, которая распознает личность пользователя на основе физиологических (отпечатки пальцев, сетчатка глаза, рисунок вен, лицо) или поведенческих (подпись, голос) характеристик. Биометрические системы работают в двух режимах – идентификации и верификации. В режиме идентификации определяется, какой пользователь из всего множества известных пользователей предоставляет биометрический параметр (заведомо верный). В режиме верификации проверяется, был ли биометрический параметр предоставлен конкретным известным пользователем или является подделкой.

Проверка рукописной подписи является одним из самых распространенных способов идентификации и верификации человека. Она широко используется в различных областях при автоматизации документооборота, например, при обращении в государственные органы, в банковской сфере или судебных разбирательствах.

В связи с распространенностью подобных систем биометрической верификации было решено разработать библиотеку по онлайн-верификации рукописной подписи, которая рассматривается в данной статье. Библиотека написана на языке PYTHON и была внедрена в REST сервис по регистрации и верификации подписи.

При разработке библиотеки были поставлены две задачи:

- 1) извлечение признаков (характеристик) из рукописной подписи;
- 2) верификация рукописной подписи по извлеченным признакам.

Верификация подписи может быть выполнена в автономном (статическом) или онлайн (динамическом) режимах. В автономном режиме человек расписывается на бумаге, подпись сканируется или фотографируется, система извлекает параметры подписи из ее изображения. В онлайн-режиме человек расписывается на устройстве (графическом планшете), система при этом снимает дополнительную информацию (время, давление, азимут и пр.).

Было доказано, что методы онлайн-верификации подписи по качеству получаемых результатов значительно превосходят методы автономной верификации. Основное преимущество ЦРП состоит в том, что ее экспертизу и верификацию можно проводить практически мгновенно, используя программный подход. Процесс распознавания данного вида подписи представляет собой сбор информации с электронного устройства (чаще графический планшет и стилус), которое регистрирует не только очертания символов подписи, но и другие параметры, которые анализируются в процессе экспертизы подписи: положение конца ручки (стилуса) в определенные моменты времени, угол наклона ручки и оказываемое на планшет давление.

Также статический метод дает меньше информации по сравнению с динамическим методом, так как известны лишь координаты точек.

Так как подпись считается баллистическим движением, время подписи несет важную информацию. Во время совмещения двух подписей значительная разница в скорости и времени двух подписей, даже если они имеют одинаковую форму, приводит к высокой оценке различия между ними. Информацию о форме можно легко скопировать, если фальсификатор получит образец, в то время как информацию о времени труднее имитировать (и заметить).

В пользу приведенных выше аргументов был выбран онлайн-подход к верификации подписи.

В онлайн-режиме верификации подписи применяются два основных способа представления рукописной подписи:

- функциональный подход, при котором подпись описывается функцией времени, значениями которой могут быть, например, координаты, скорость, давление и т.д.;
- параметрический подход – подпись описывается как вектор, элементы которого соответствуют отдельным характеристикам подписи.

Характеристики (параметры) подписи при параметрическом подходе подразделяются на локальные и глобальные. Локальные параметры описывают каждую отдельную точку подписи. Глобальные параметры описывают подпись в целом и процесс ее написания, например, общее затраченное время, среднее давление, средняя скорость и т.д.

Несмотря на то, что некоторые недавние работы утверждают, что подходы, основанные на формах, в некоторых условиях могут составить конкуренцию методам, основанным на функциях, последние в большинстве случаев дают лучшие результаты [1].

Библиотека предназначена для внедрения в проекты с целью осуществления аутентификации с использованием рукописной подписи или для использования рукописной подписи в качестве основного пароля человека.

Анализ методов верификации подписи

Способы представления рукописной подписи, качество и полнота получаемых характеристик подписи оказывают существенное влияние на выбор алгоритма распознавания подписи. Одной из наиболее важных задач программного обеспечения для распознавания подписи является поддержка нескольких алгоритмов проверки и выбор наиболее эффективного алгоритма. Такие возможности предоставляет разработанная библиотека.

Был проведен сравнительный анализ методов и алгоритмов верификации рукописной подписи [2]. Проведенный анализ позволил выявить алгоритмы, подходящие для реализации в рамках библиотеки. Заметим, что алгоритмы распознавания подписи опираются на алгоритмы распознавания образов или математические методы анализа кривых, так как подпись может быть представлена набором точек. Несмотря на то, что первые исследования на данную тему были представлены еще в 1980-е гг. прошлого века, анализ различных методов верификации подписи является до сих пор актуальной темой, и в наши дни проводятся исследования новых методов и их комбинаций.

Методы онлайн-верификации рукописной подписи можно разделить на три основные категории:

- методы сопоставления с шаблоном, в которых верифицируемый экземпляр подписи сопоставляется с шаблонами подписей;
- статистические методы, в которых оценивается один или несколько показателей, вычисленных статистическими методами;
- структурные методы, которые базируются на структурном представлении подписей и их сравнении с помощью методов сопоставления графов или деревьев [3].

В библиотеке были реализованы статистические методы (метод опорных векторов, *xgboost*) и метод сопоставления с шаблоном (алгоритм динамической трансформации временной шкалы).

Представление подписи в библиотеке

Сбор подписи происходит с помощью графического планшета, обычной компьютерной мыши или планшета (ввод подписи пальцем). Применение графического планшета наиболее предпочтительно, так как именно с помощью него можно получить наибольшую частоту дискретизации и зафиксировать давление пера.

В процессе ввода получаем точки, которые характеризуются координатами x и y , давлением и временем относительно предыдущей точки, математическое представление можно увидеть в (1).

$$[\{x_1, y_1, p_1, t_1\}, \{x_2, y_2, p_2, t_2\}, \dots, \{x_n, y_n, p_n, t_n\},] \quad (1)$$

После получения всех точек необходимо приведение ориентации подписи к стандартному виду путем переноса центра тяжести точек в центр самой подписи, после чего возможно получить дополнительные признаки.

Получаемые параметры представлены ниже:

Скорость	$\frac{\sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}}{\Delta t}$
Ускорение	$\frac{\Delta v}{\Delta t}$
Угол касательной к траектории в точке	$\arctan x/y$
Радиус кривизны в точке	$\frac{ x'' * y' - x' * y'' }{((x')^2 + (y')^2)^{3/2}}$

Далее происходит стандартизация параметров и линейная интерполяция до 256 точек.

Таким образом, полученные параметры должны быть представлены в формате *dataframe* библиотеки *pandas* со следующими колонками:

$$\{x, y, p, v, acceleration, angle, radius, person_id\} \quad (2)$$

В (2) x – координата x введенной подписи, y – координата y введенной подписи, p – значения давления введенной подписи, v – скорость, $acceleration$ – ускорение, $angle$ – угол касательной к траектории в точке, $radius$ – радиус кривизны в точке, $person_id$ – уникальный идентификатор пользователя.

После этого данные подписи/подписей должны быть переданы в метод библиотеки по верификации `train()` при регистрации пользователя либо в метод `verify()` (передать в качестве параметров полученные признаки и `id`-пользователя). Также в данные функции должно быть передано одно из значений Enum класса `Methods`, которые представляют собой различные методы верификации.

В методе по тренировке модели верификации происходит преобразование уникальных идентификаторов пользователя в уникальные целочисленные значения, данный метод представлен в листинге 1.

```
Листинг 1 – Преобразование идентификаторов
le = preprocessing.LabelEncoder()
le.fit(data.person_id)
data.person_id = le.transform(data.person_id)
pickle.dump(le, open('encoder.pkl', 'wb'))
```

Имплементированные алгоритмы верификации

В библиотеке поддерживаются следующие алгоритмы: метод опорных векторов, алгоритм динамической трансформации временной шкалы, XGBoost. Подробнее о них ниже.

Метод опорных векторов, или SVM (от англ. *Support Vector Machines*) – это набор методов машинного обучения с учителем, используемых в задачах классификации, регрессии и для обнаружения выбросов в данных. Таким образом, основной задачей SVM как классификатора является нахождение уравнения разделяющей гиперплоскости:

$$\omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 + \dots + \omega_n x_n + \omega_0 = 0, \quad (3)$$

в пространстве R^n , которая бы разделила два класса неким оптимальным образом.

Преимущества метода опорных векторов:

- эффективен в пространствах больших размеров;
- может быть эффективен в случаях, когда количество измерений больше, чем количество образцов, т.е. количество признаков может оказаться больше количества предоставленных пользователем подписей;

- использует подмножество обучающих точек в функции принятия решений (называемых опорными векторами), поэтому метод эффективен с точки зрения памяти.

К недостаткам опорных векторных машин можно отнести следующее:

- если количество функций намного превышает количество выборок, обязательным становится применение регуляризации, а также следует соблюдать осторожность при выборе ядра во избежание переобучения;

- SVM не предоставляет оценки вероятностей, они рассчитываются с использованием дорогостоящей перекрестной проверки [4].

Если обучающие данные являются линейно разделимыми, то возможно выбрать две параллельные гиперплоскости таким образом, что они разделят множество точек на два класса и точек между ними не будет.

Сначала алгоритм тренируется на объектах из обучающей выборки, для которых заранее известны метки классов. Далее уже обученный алгоритм предсказывает метку класса для каждого объекта из отложенной/тестовой выборки. Пусть метки классов могут принимать значения $Y = \{-1, +1\}$. Объект – вектор с N -признаками $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

в пространстве R^n . При обучении алгоритм должен построить функцию $F(x) = y$, которая принимает в себя аргумент x – объект из пространства R^n и выдает метку класса y .

Общий вид преобразования F объекта X в метку класса y :

$$F(x) = \text{sign}(w^T x - b), \quad (4)$$

где $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$; $b = -w_0$ из (3). После настройки весов алгоритма w и b (обучения) все объекты, попадающие по одну сторону от построенной гиперплоскости, будут предсказываться как первый класс, а объекты, попадающие по другую сторону, как второй класс.

В основе **XGBoost** лежит алгоритм градиентного бустинга деревьев решений. Градиентный бустинг – это техника машинного обучения для задач классификации и регрессии, которая строит модель предсказания в форме ансамбля слабых предсказывающих моделей, обычно деревьев решений. Обучение ансамбля проводится последовательно. На каждой итерации вычисляются отклонения предсказаний уже обученного ансамбля на обучающей выборке. Следующая модель, которая будет добавлена в ансамбль, будет предсказывать эти отклонения. Таким образом, добавив предсказания нового дерева к предсказаниям обученного ансамбля, мы можем уменьшить среднее отклонение модели, которое является целью оптимизационной задачи. Новые деревья добавляются в ансамбль до тех пор, пока ошибка уменьшается либо пока не выполняется одно из правил «ранней остановки» [5]. В XGBoost ответы суммируются по всем деревьям ансамбля:

$$F(x) = \sum_{k=1}^K f_k(x). \quad (5)$$

Суммарная функция потерь в XGBoost выглядит следующим образом:

$$\text{total}_{loss} = \sum_{i=1}^N \text{loss}(y_i, F(x_i)) + \gamma \sum_{k=1}^K T_k + \frac{1}{2} \lambda \sum_{k=1}^K \|w_k\|^2. \quad (6)$$

В (6) γ, λ – гиперпараметры; T_k – количество листьев в k -м дереве ансамбля; w_k – вектор, составленный из выходных значений на всех листьях k -го дерева.

Алгоритм динамической трансформации временной шкалы (DTW) вычисляет оптимальную последовательность трансформации (деформации) времени между двумя временными рядами. Алгоритм вычисляет оба значения деформации между двумя рядами и расстоянием между ними [6].

Предположим, что у нас есть две числовые последовательности (a_1, a_2, \dots, a_n) и (b_1, b_2, \dots, b_m) . Длина двух последовательностей может быть различной. Алгоритм начинается с расчета локальных отклонений между элементами двух последовательностей, использующих различные типы отклонений. Самым распространенным способом для вычисления отклонений является метод, рассчитывающий абсолютное отклонение между значениями двух элементов (Евклидово расстояние). В результате получаем матрицу отклонений, имеющую n строк и m столбцов общих членов:

$$d_{ij} = |a_i - b_j|, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (7)$$

Минимальное расстояние в матрице между последовательностями определяется при помощи алгоритма динамического программирования и следующего критерия оптимизации:

$$a_{ij} = d_{ij} + \min(a_{i-1, j-1}, a_{i-1, j}, a_{i, j-1}). \quad (8)$$

В (8) a_{ij} – минимальное расстояние между последовательностями (a_1, a_2, \dots, a_n) и (b_1, b_2, \dots, b_m) . Путь деформации – это минимальное расстояние в матрице между элементами a_{11} и a_{nm} , состоящими из тех a_{ij} элементов, которые выражают расстояние до a_{nm} .

Глобальные деформации состоят из двух последовательностей и определяются по следующей формуле:

$$GC = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p w_i. \quad (9)$$

В (9) w_i – элементы, которые принадлежат пути деформации; p – их количество.

Таким образом, пользователь может выбрать метод верификации из предложенных выше. Стоит заметить, что для достижения предсказуемого результата методы *train()* и *verify()* должны быть вызваны с одинаковыми параметрами выбора функции верификации. Если метод *verify()* вызван, но переданной модели не существует, будет выдана ошибка.

Структура библиотеки

В рамках библиотеки реализованы два основных класса:

- класс *IdentificationService* для идентификации рукописной подписи;
- класс *VerificationService* для верификации рукописной подписи;
- класс *FeatureExtractor* извлечения признаков рукописной подписи.

На рис. 1 приведены спецификации методов класса идентификации рукописной подписи *IdentificationService*. На рис. 2 приведены спецификации методов класса верификации рукописной подписи *VerificationService*. На рис. 3 приведены спецификации методов класса извлечения признаков рукописной подписи *FeatureExtractor*. На рис. 4 приведены спецификации перечисления.

Метод train
Назначение метода: создание модели машинного обучения для идентификации подписи
Сигнатура: int train(DataFrame data, Methods method)
Краткое описание: создается модель для дальнейшей идентификации подписей. Данный метод в некоторых случаях вызывается в одноименном методе класса <i>VerificationService</i>
Входные данные: данные всех подписей в формате из (2) и объект класса методов (выбранный алгоритм верификации). Далее в спецификации данные формата DataFrame подразумевают формат (2)
Выходные данные: код ответа (200 при удачном завершении обучения)
Метод identificate
Назначение метода: идентификация человека по подписи
Сигнатура: int, UID, float identificate (DataFrame data, Methods method)
Краткое описание: происходит идентификация подписи с использованием ранее тренированной модели
Входные данные: данные подписи и объект класса методов (выбранный алгоритм верификации)
Выходные данные: int – код ответа, UID – уникальный идентификатор пользователя в формате, который идентичен 'person_id', переданному в метод создания модели, float – уверенность идентификатора

Рис. 1. Спецификации методов класса *IdentificationService*

Метод train	
Назначение метода:	создание шаблона для верификации
Сигнатура:	int train(dict data, Methods method)
Краткое описание:	создаются шаблоны эталонных подписей для дальнейшей верификации по ним
Входные данные:	данные подписей в исходном формате (1) и объект класса методов (выбранный алгоритм верификации)
Выходные данные:	код ответа (200 при удачном завершении обучения)
Метод verify	
Назначение метода:	верификация человека по подписи
Сигнатура:	int, bool verify(dict data, Methods method)
Краткое описание:	происходит верификация человека по подписи с использованием шаблонов
Входные данные:	данные подписей в исходном формате (1) и объект класса методов
Выходные данные:	код ответа и булево значение, которое оповещает: принадлежит подпись верифицируемому человеку или нет

Рис. 2. Спецификации методов класса *VerificationService*

Метод init	
Назначение метода:	инициализация объекта
Сигнатура:	__init__(dict data)
Краткое описание:	инициализируется класс извлечения признаков
Входные данные:	данные подписей в исходном формате (1)
Выходные данные:	объект класса FeatureExtractor
Метод extract	
Назначение метода:	извлечение признаков
Сигнатура:	dict extract()
Краткое описание:	извлечение признаков (2) из подписи
Входные данные:	берутся из поля data
Выходные данные:	словарь извлеченных признаков

Рис. 3. Спецификации методов класса *FeatureExtractor*

Перечисление алгоритмов (<i>Methods(enum.Enum)</i>)	
SVM	Метод опорных векторов
DTW	Алгоритм динамической трансформации временной шкалы
XGB	Градиентный бустинг

Рис. 4. Спецификации перечисления

Применение библиотеки представлено на рис. 5.

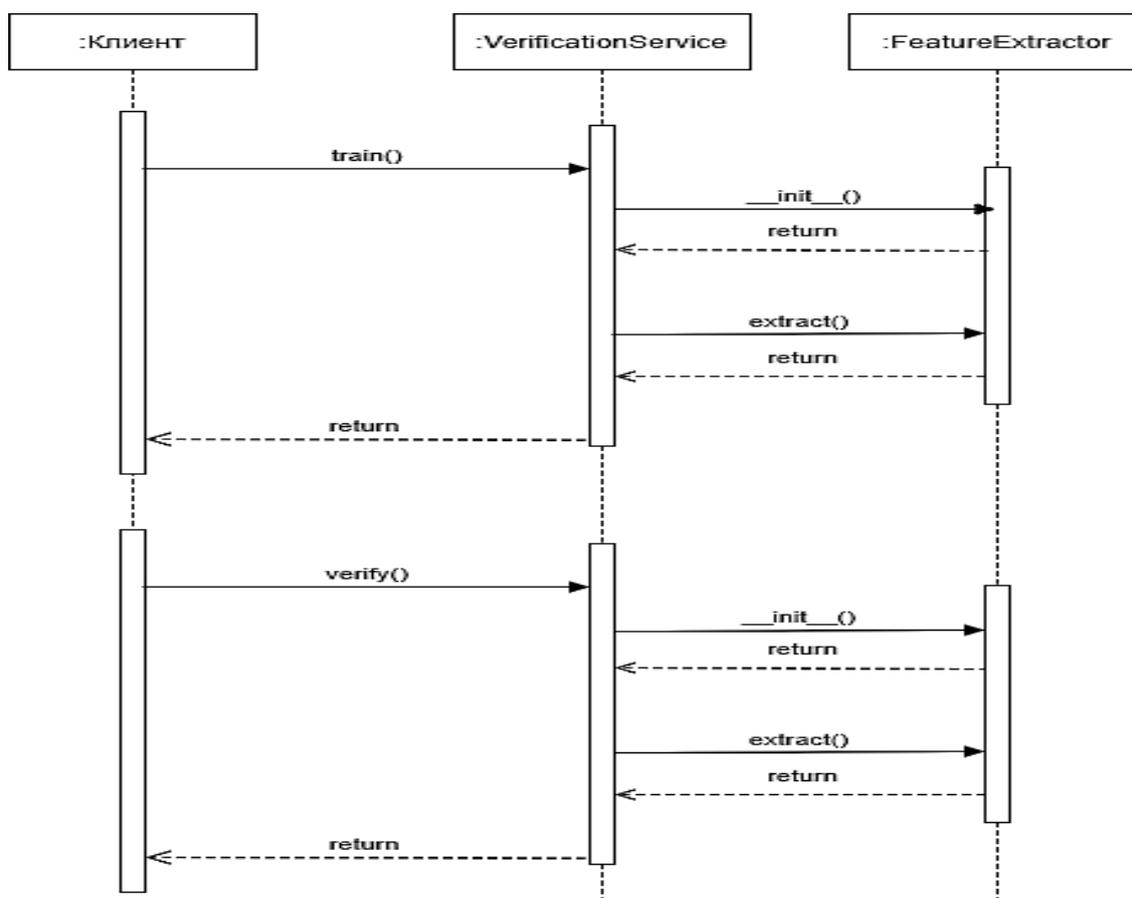


Рис. 5. Диаграмма последовательности применения библиотеки

Для подключения библиотеки достаточно импортировать класс библиотеки, объявить объект и использовать методы по назначению.

Заключение

Представлена библиотека методов идентификации и верификации рукописной подписи. Библиотека функционирует в составе онлайн REST сервиса по верификации подписи.

В качестве будущих исследований и разработок планируется внедрение дополнительных моделей представления и методов верификации подписи, в том числе расширение видов предобработки параметров и добавление параметрического подхода с различными видами параметров (глобальными и локальными).

Список литературы

1. Fierrez-Aguilar J., Krawczyk S., Ortega-Garcia J., Jain A. K. Fusion of Local and Regional Approaches for On-Line Signature Verification // Advances in Biometric Person Authentication. IWBRIS 2005. Lecture Notes in Computer Science / Li S. Z., Sun Z., Tan T., Pankanti S., Chollet G., Zhang D. (eds). Berlin, Heidelberg : Springer, 2005. Vol. 3781. URL: <https://link.springer.com>
2. Вдовкина С. А., Шибанов С. В. Обзор методов онлайн-верификации рукописной подписи // Аналитические и численные методы моделирования естественно-научных и социальных проблем : сб. ст. по материалам XVI Междунар. науч.-техн. конф. (г. Пенза, Россия, 1–4 декабря 2021 г.) / под ред. проф. И. В. Бойкова. Пенза : Изд-во ПГУ, 2021. С. 108–113.

3. Jain A. K., Griess F. D., Connell S. D. On-line Signature Verification // Pattern Recognition. 2002. Vol. 35, № 12. P. 2963–2972.
4. Platt J. Probabilistic Outputs for SVMs and Comparisons to Regularized Likelihood Methods // Advances in Large Margin Classifiers. 1999. URL: <https://www.herbrich.me>
5. Chen T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System // Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. San Francisco, 2016. P. 785–794.
6. Salvador S. FastDTW: Toward Accurate Dynamic Time Warping in Linear Time and Space // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. Vol. 43, № 4. URL: <https://www.iosrjournals.org>

Информация об авторах

Вдовкина София Александровна, студентка, Пензенский государственный университет

Шибанов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Математическое обеспечение и применение ЭВМ», Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 534.864

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАПРАВЛЕННОГО ЗВУКА

А. С. Ишков¹, М. К. Маркелов², Н. А. Борисов³, Д. А. Новичков⁴

^{1,2,3,4} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹ishkovanton@mail.ru

²maxkoma@yandex.ru

³andrey.bor975@mail.ru

⁴dimulya.novichkov.oo@mail.ru

Аннотация. Представлены анализ методов создания направленного звука и разработка на его основе электронного блока формирования персонального аудиопотока с регулируемой громкостью. Предложен принцип работы такого блока, разработаны его структурная и функциональная схемы.

Ключевые слова: акустический сигнал, направленный звук, аудиопоток, динамик

Для цитирования: Ишков А. С., Маркелов М. К., Борисов Н. А., Новичков Д. А. Электронный блок для создания направленного звука // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 85–90.

Введение

В современном мире каждый производитель находится в постоянном поиске новых средств стимулирования активности потребителей. Новым, интересным и очень эффективным решением является применение систем направленного звука. Суть технологии заключается в том, что звук распространяется в нужном направлении, демонстрируя при этом хорошую разборчивость, что позволяет создавать звук только в определенной точке пространства, при этом в остальных его местах будет тишина. Основная характеристика данного решения – локализованность. Это означает, что звук слышен только в конкретном месте, исключается влияние других внешних источников. Система может настраиваться в зависимости от типа, зашумленности, размерных и функциональных характеристик помещения, с целью воспроизведения максимальной четкости звука независимо от вида аудиоконтента.

Направленный звук является отличным рекламным ходом – вас слышат потенциальные клиенты, но нет зашумления окружающего пространства. Реклама с использованием системы направленного звука привлекает особое внимание и поможет выбрать конкретный товар. Попадая в зону направленного звука, внимание покупателя к рекламируемому продукту увеличивается в несколько раз. Создаваемый эффект всегда производит впечатление, создает необходимое настроение и не даст пройти мимо стойки с продукцией.

Системы направленного звука – это идеальное решение для проведения промоакций в торговом зале, увеличения числа посетителей в выставочных и торговых центрах, музеях, банковских отделениях, медицинских учреждениях и других общественных местах. Интересным решением использования таких систем является использование полицейскими, когда появляется возможность адресного обращения к одному или нескольким нарушителям спокойствия в бунтующей толпе.

Военные США используют направленные динамики с 2004 г. Используемая ими система называется LRAD (акустическое устройство дальнего действия) и состоит из гигантских плоских громкоговорителей, установленных на борту кораблей, чтобы они могли посылать громкие звуковые предупреждения судам при потенциальной опасности, дальность действия более 500 м (треть мили) [1]. Это особенно полезно на громких и шумных авианосцах, где любой обычный громкоговоритель будет заглушен фоновым шумом от реактивных самолетов и вертолетов.

Основная часть

Системы направленного звука – это устройства, позволяющие передавать звуковые сигналы только в определенные точки пространства, избегая проблем его шумового загрязнения. Такие технологии используются, например, в музеях в качестве звуковой информационной поддержки. Благодаря им, подходя к стенду, вы можете услышать информацию про конкретный интересующий вас экспонат. Другие посетители, находящиеся в этот момент в зале, данную информацию не услышат. Это помогает избежать появления беспорядочного шума в помещении [2].

Появление на дорогах электромобилей и гибридных электромобилей из-за их малого шума может представлять потенциальную опасность для таких участников движения, как пешеходов и велосипедистов.

По сравнению с двигателем внутреннего сгорания электрический двигатель производит низкий уровень шума при работе. Двигатель внутреннего сгорания – основной источник шума при скорости примерно 30 км/ч и ниже. Таким образом, электромобили сравнительно тихие на низких скоростях, а это означает, что они передают мало слуховых предупреждений об их присутствии и направлении движения [3].

Эта проблема безопасности может быть решена использованием искусственных предупреждающих звуков, которые будут указывать на скорость электромобиля и ускорение. Эта информация важна для уязвимых участников дорожного движения, но особенно для слабовидящих.

С целью минимизации загрязнения звуковой среды может использоваться система направленного звука, фокусируя излучаемое звуковое поле в направлении движения транспортных средств или отдельных уязвимых участников дорожного движения и минимизируя его выход во всех других направлениях. Это дает возможность обеспечить достаточное звуковое предупреждение и сведение к минимуму шумового загрязнения.

Еще одно важное применение направленные звуковые системы могут найти в социально значимых учреждениях и на городских улицах, чтобы облегчить жизнь некоторым группам людей, например, слепых и слабовидящих. Уже существуют различные звуковые метки для слабовидящих, и такая технология может значительно повысить их эффективность, посылая направленные звуковые оповещения о препятствиях непосредственно в уши слабовидящих, помогая им лучше ориентироваться в пространстве [2].

В настоящее время существуют несколько технологий, обеспечивающих направленность звука. Рассмотрим три примера таких технологий.

Одна из таких технологий предполагает создание звука за счет колебаний электро-механической пленки EMFi (Electromechanical film) в воздушной полости между воздухопроводящими статорами. Вышеуказанная пленка – это тонкая гибкая пленка, которая может функционировать как датчик или привод. Она состоит из заряженного полимера, покрытого двумя проводящими слоями, что делает его электретом. Пустотная внутренняя структура и высокое удельное сопротивление EMFi позволяют ей удерживать высо-

кий электрический заряд и делают пленку очень чувствительной к силе звукового давления.

Другая технология предполагает использование ультразвуковых волн. Передаваемый звук находится в ультразвуковом диапазоне частот (40–80 кГц). Человеческое ухо способно уловить звук с частотой до 20 кГц. По мере того, как ультразвуковая волна распространяется в пространстве, на нее воздействует окружающая воздушная среда, возникают нелинейные эффекты, приводящие к проявлению слышимых частот, «встроенных» в ультразвуковые импульсы. Таким образом, звук генерируется не динамиком, а непосредственно в воздухе. Аналогичные принципы используются в некоторых типах слуховых аппаратов. Ультразвук используется для передачи высококачественного неслышимого звука непосредственно в слуховой проход человека, и демодуляция происходит внутри его внутреннего уха, создавая звук, который может слышать только он.

Еще одна технология позволяет объединять множество компактных динамиков в одну матрицу, звук от которых объединяется в одну волну, сосредоточенную в единственной точке.

Проведенный авторами анализ существующих в настоящее время технологий и устройств, их реализующих, показал, что более перспективны системы с использованием ультразвука.

Процесс, с помощью которого две ультразвуковые волны смешиваются вместе, технически называется параметрическим взаимодействием, а динамики, работающие на модулированных ультразвуковых сигналах, принято тоже называть параметрическими.

Направленная передача звуковых волн с помощью ультразвука возникла в середине XVIII в. Вестервелт первым предложил теорию направленного звука в 1962 г., в котором нелинейные эффекты воздуха используются для создания направленного звука. С развитием исследований звуковых волн и прорывом в исследованиях и разработках сопутствующего оборудования подробное рассмотрение направленного прохождения звуковых волн становится все более актуальным [4].

Алгоритм работы системы направленного звука заключается в следующем:

1. Пьезоэлектрические преобразователи (на рис. 1 показаны серыми кружками) в направленном громкоговорителе производят две ультразвуковые волны (красную и синюю, на рис. 1 обозначены цифрой 1) при очень высоких частотах, поэтому на этом этапе их нельзя услышать. Преобразователи излучают волны в сфокусированном направлении, как свет в луче фонарика. Волны модулируются (как радиоволны) и распространяются как одна волна, но для лучшего понимания протекающего процесса проще всего представить их как две совершенно разные волны.

2. Когда две волны сталкиваются с чем-то или кем-то, они замедляются и демодулируются, создавая новую волну (зеленую, на рис. 1 обозначена цифрой 2), частота которой намного ниже и равна разнице частот между двумя исходными волнами. Полученная в результате демодуляции волна является слышимой.

3. Если испускаемая высокочастотная волна не встречает на своем пути преград (на рис. 1 обозначено цифрой 3), то процесс демодуляции не происходит, и вы ничего не услышите.

4. Люди, стоящие за пределами луча, ничего не слышат (на рис. 1 обозначено цифрой 4), потому что (в отличие от обычного громкоговорителя) данный вид звуковых волн не расходится от источника звука, а является сфокусированным в одном направлении.

На рис. 2 представлена разработанная авторами структурная схема электронного блока для создания направленного звука с использованием ультразвука.

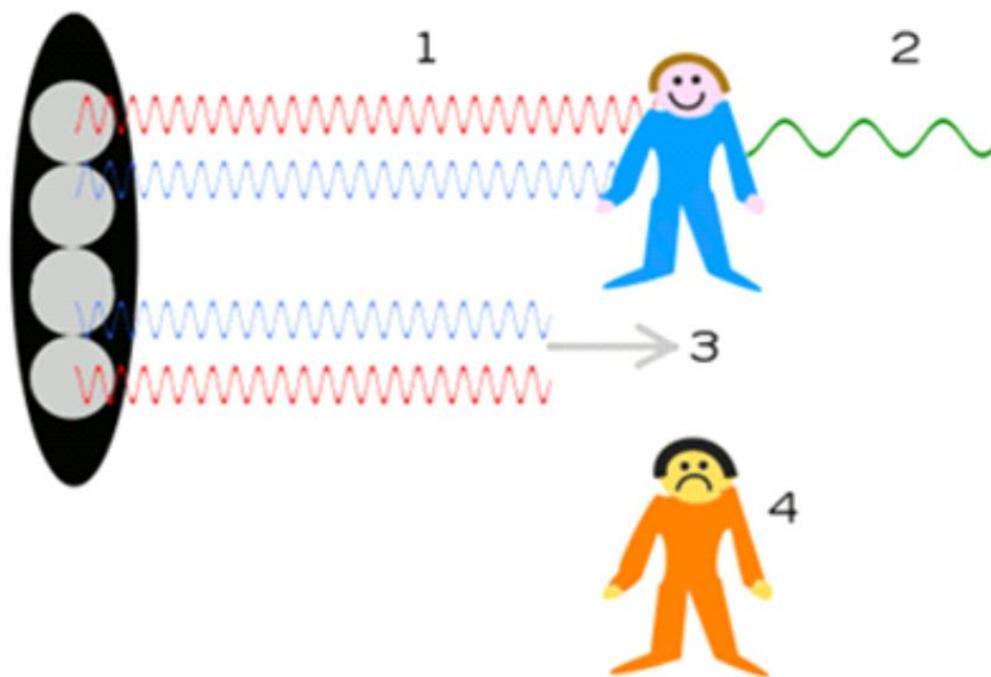


Рис. 1. Алгоритм работы направленного динамика

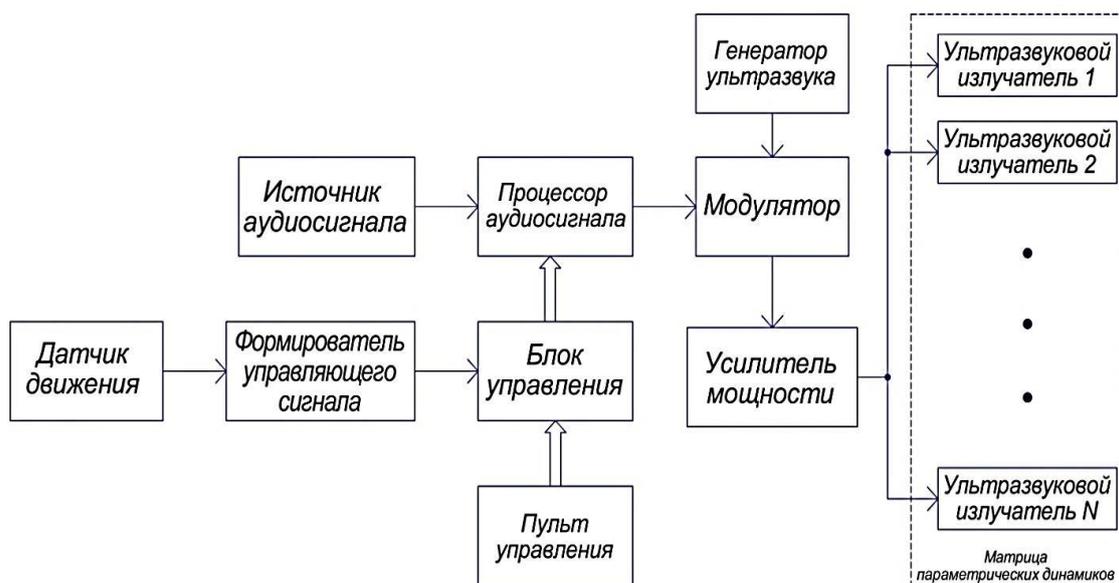


Рис. 2. Структурная схема электронного блока для создания направленного звука

Принцип работы блока заключается в следующем. Исходный аудиосигнал обрабатывается процессором. Полученный после обработки сигнал поступает в модулятор, где перемножается с гармоническим сигналом ультразвуковой частоты, т.е. происходит амплитудная модуляция высокочастотного сигнала. Модулированный сигнал усиливается усилителем мощности и поступает на матрицу параметрических динамиков (пьезоизлучателей). По мере распространения в пространстве из-за влияния воздуха ультразвуковая волна «искажается». Происходит восстановление формы исходного слышимого звукового сигнала. Блок управления служит для функционального управления устройством.

В состав разработанного устройства входит датчик движения, который отслеживает положение пользователя. Датчик реагирует на движения слушателя, передает сигнал

блоку управления, который включает звуковой поток, если человек попадает в зону направленности звукового луча. Источником аудиосигнала может быть как оцифрованный и записанный на цифровом носителе аудиосигнал, так и непосредственно голосовые сигналы от человека, преобразованные в код с помощью аудиотракта.

На основе структурной схемы была разработана функциональная схема блока формирования направленного звука, которая представлена на рис. 3.

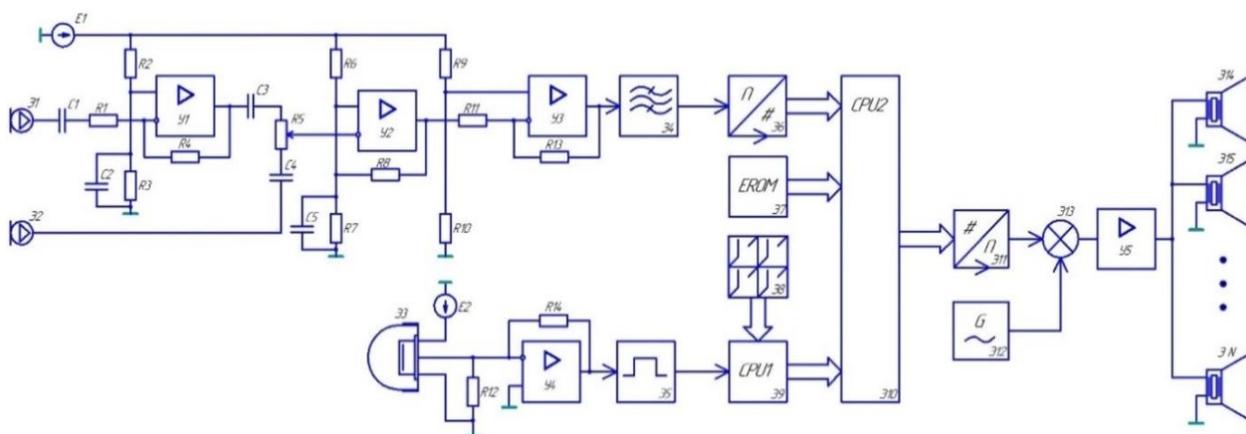


Рис. 3. Функциональная схема электронного блока создания направленного звука

Как было отмечено выше, аудиосигнал может быть записан заранее либо поступает непосредственно с микрофона. В последнем случае аудиосигнал обрабатывается от влияния окружающих шумов. Для этого в устройство введены два микрофона. Один микрофон служит для преобразования аудиосигнала, второй – для регистрации окружающего шума. Выходные сигналы микрофонов поступают на нормирующий усилитель, реализованный по схеме Noise Gate («антизвук»). Выходной сигнал усилителя поступает на полосовой фильтр с полосой пропускания, соответствующей диапазону частот, слышимых человеком. После этого сигнал поступает на аналого-цифровой преобразователь, выходной код которого поступает на сигнальный процессор CPU2, обрабатывающий полученные данные. Оцифрованный обработанный звуковой сигнал преобразуется в аналоговый сигнал с помощью цифроаналогового преобразователя и перемножается с сигналом ультразвуковой частоты. Далее сигнал усиливается усилителем мощности и передается на пьезоизлучатели, преобразующие электрический сигнал в ультразвуковой сигнал, не слышимый человеком. Поскольку длина волны ультразвуковой частоты мала, порядка миллиметров, и угол луча также мал, поэтому звуковой луч будет узким с небольшой дисперсией. Когда неслышимые ультразвуковые импульсы направляются в воздух, он самопроизвольно преобразует неслышимый ультразвук в слышимые звуковые тона, т.е. звук генерируется непосредственно в воздухе.

Датчик положения реализован в пирометрическом модуле, реагирующем на изменение инфракрасного излучения (ИК-излучение). Если датчик положения обнаружит изменение ИК-излучения и если это будет интерпретировано как движение, то на его выходе установится низкий уровень сигнала. Выходной сигнал датчика положения поступает на микропроцессор CPU1, управляющий работой разработанного устройства.

Заключение

Разработанный электронный блок для формирования направленного звука может найти применение в условиях, для которых важна избирательная звукопередача, –

музеи, культурные и выставочные пространства, банковские отделения и медицинские учреждения.

Использование данного блока перспективно при разгоне несанкционированных митингов, так как появляется возможность адресного обращения к одному или нескольким нарушителям спокойствия в бунтующей толпе.

Список литературы

1. Defence update // Long Range Acoustic Device – LRAD. URL: <https://defense-update.com> (дата обращения: 19.04.2022).

2. Жигунов Д. Г., Гилязитдинов Д. Н. Перспективы применения систем направленного звука для людей с ограниченными возможностями // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки : материалы Всерос. конф. с междунар. участием (Москва, 1–5 февраля 2019 г.). М. : Перо, 2019. С. 157–158.

3. Kournoutos N., Cheer J. Investigation of a directional warning sound system for electric vehicles based on structural vibration // The Journal of the Acoustical Society of America. 2020. № 148. P. 588 (дата обращения: 20.04.2022).

4. Sound Tube купольные динамики направленного звука. URL: <http://sound-tube.ru> (дата обращения: 20.04.2022).

Информация об авторах

Ишков Антон Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Радиотехника и радиоэлектронные системы», Пензенский государственный университет

Маркелов Максим Константинович, старший преподаватель кафедры «Радиотехника и радиоэлектронные системы», Пензенский государственный университет

Борисов Никита Андреевич, студент, Пензенский государственный университет

Новичков Дмитрий Александрович, студент, Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

АЛГОРИТМ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЛОЩАДНОГО ОБЪЕКТА

К. П. Рогожкина¹, В. В. Козлов²

^{1,2} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹rat-kr@yandex.ru

²rm-vlad@mail.ru

Аннотация. Представлена разработка алгоритма синтеза системы видеонаблюдения (СВ) на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) для защиты площадного объекта в системе поддержки принятия решений по поражению малогабаритных средств воздушного нападения: дана характеристика системы поддержки принятия решений (СППР) по поражению малогабаритных средств воздушного нападения, сформирован алгоритм структурно-параметрического синтеза СВ на БПЛА.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, система видеонаблюдения, алгоритм синтеза, генетический алгоритм

Для цитирования: Рогожкина К. П., Козлов В. В. Алгоритм синтеза системы видеонаблюдения на беспилотных летательных аппаратах для защиты площадного объекта // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. № 2. С. 91–98.

В современных условиях меняется тактика применения БПЛА [1]. В связи с этим лицу, принимающему решение (ЛПР) по защите площадного объекта, требуется помощь в принятии особенно нестандартных и быстрых решений по способам предотвращения нападения БПЛА и эффективной системе управления.

Для реализации функции поддержки принятия решений необходимо использовать информационные технологии, технологии СППР, технологии моделирования и имитации. СППР представляют собой компьютерные автоматизированные системы, почти всегда интерактивные, разработанные, для оказания помощи ЛПР в принятии решений управления, объединяя данные, сложные модели и удобное программное обеспечение в единую мощную систему, которая может поддерживать слабоструктурированное и неструктурированное принятие решения [2].

Для поддержки решений ЛПР по защите площадного объекта СППР должна формировать множество альтернативных способов защиты объекта, адаптируясь к условиям реализации противодействия БПЛА, тем самым сокращая скорость принятия решений, их передачу. Предлагается способ защиты объекта получать в результате синтеза СВ на БПЛА.

Постановка задачи синтеза в виде оптимизационной задачи.

В концептуальном плане синтез СВ на БПЛА представляет собой формирование системы, состоящей из видеокамер с различными характеристиками, расположенными на рубежах охраны площадного объекта.

Для синтеза СВ на БПЛА приняты следующие допущения:

– показателем эффективности функционирования СВ на БПЛА является «относительная площадь детектирования»;

- максимальное количество элементов СВ на БПЛА является задаваемой величиной;
- число рубежей СВ на БПЛА является задаваемой величиной;
- в качестве элементов СВ на БПЛА могут рассматриваться видеокамеры (ВК) с различными характеристиками;
- в качестве индивидуальных характеристик элементов СВ на БПЛА могут рассматриваться площади областей детектирования ВК.

В итоге задача структурно-параметрического синтеза СВ на БПЛА математически сформулирована в виде задачи условной дискретной оптимизации: требуется найти оптимальную структуру СВ на БПЛА с требуемыми характеристическими свойствами, которая в конкретных условиях выполнения задачи обнаружения обеспечивала бы достижение максимального значения показателя эффективности («относительной площади детектирования»).

В качестве целевой функции для решения задачи синтеза СВ на БПЛА примем зависимость для определения относительной площади детектирования. Следовательно, целевая функция имеет следующий вид:

$$f(x^*) = -\min_{x \in X} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} S_{ij}}{S_{\max}} \right\}, \quad (1)$$

при следующих ограничениях:

- признак наличия ВК в одной возможной точке рубежа – бинарная переменная:

$$x_{ijk} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, \dots, R, \quad j = 1, \dots, N_r, \quad k = 1, \dots, N; \quad (2)$$

- в одной возможной точке рубежа должно быть не более одной ВК:

$$\sum_{k=1}^N x_{ijk} \leq 1; \quad (3)$$

- количество ВК на одном рубеже не должно превышать общее количество возможных точек этого рубежа:

$$\sum_{j=1}^{N_r} x_{ijk} \leq N_r; \quad (4)$$

- общее количество ВК на всех рубежах не должно превышать заданное общее количество камер:

$$\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^{N_r} \sum_{k=1}^N x_{ijk} \leq N; \quad (5)$$

- точки основания равнобедренных прямоугольников области детектирования каждой ВК не должны выходить за пределы последнего рубежа:

$$\max(R_i + b_k - R_R) \leq 0; \quad (6)$$

- должно быть исключение пересечения треугольников, биссектрисы которых находятся на одной прямой:

$$\max(R_{i-1} + b_k - R_i) \leq 0; \quad (7)$$

– должно быть исключение наложения углов треугольников областей детектирования:

$$\max(\Theta_{2_{ij-1k}} - \Theta_{3_{ijk}}) \leq 0, \quad (8)$$

где S_{ij} – площадь детектирования j -й ВК на i -м рубеже обнаружения; S_{\max} – фактическая площадь покрытия местности всеми рубежами обнаружения; R – число рубежей СВТО; N_r – число возможных точек размещения камер на одном рубеже; x_{ij} – признак наличия j -й видеокамеры на i -м рубеже обнаружения; N – общее число заданных ВК; R_i – радиус i -го рубежа; b_k – биссектриса равнобедренного треугольника детектирования k -й ВК; $\Theta_{2_{ij-1k}}$ – дирекционный угол, отсчитываемый против часовой стрелки на левый угол равнобедренного треугольника детектирования ВК, стоящей правее i -й ВК; $\Theta_{3_{ijk}}$ – дирекционный угол, отсчитываемый против часовой стрелки на правый угол равнобедренного треугольника детектирования i -й ВК.

Выбор метода решения задачи синтеза системы видеонаблюдения на беспилотных летательных аппаратах.

Задача структурно-параметрического синтеза по своей сути представляет собой задачу дискретной оптимизации.

Как правило, задачи дискретной оптимизации характеризуются большим числом переменных, и, как следствие, большим пространством поиска, что не дает возможности перебрать все многообразие решений за «разумное» время. С другой стороны, нам и не требуется нахождение глобального решения, достаточно найти «приемлемое» решение по заданному критерию. Этими обстоятельствами объясняется выбор метаэвристического эволюционного метода оптимизации – генетического алгоритма (ГА) [3].

ГА имеет следующие отличия от традиционных задач оптимизации:

- ГА манипулируют непосредственно кодировками $\chi \in S$, а не самими решениями $\bar{x} \in D$ исходной задачи дискретной оптимизации;
 - работают не с одной кодировкой $\chi \in S$, а одновременно с совокупностью кодировок $(\chi^1 \cdot \chi^2 \dots \chi^v)$ из пространства поиска S , называемой популяцией P^t численностью, которая формируется заново для каждого последующего поколения;
 - являются методами нулевого порядка («слепого поиска»), использующими в процессе поиска только информацию об оценке кодировок $\chi \in S$ с помощью функции приспособленности;
 - являются стохастическими алгоритмами, основные операторы которых (селекция, скрещивание, мутация, замена) основываются на вероятностных схемах;
 - основываются на моделировании биологических механизмов эволюции и популяционной генетики в живой природе, а не на математических свойствах функции приспособленности.
- ГА обладают рядом преимуществ, например:
- ГА не требуют никакой информации о поведении функции (например, дифференцируемости и непрерывности);
 - разрывы, существующие на поверхности ответа, имеют незначительный эффект на полную эффективность оптимизации;
 - ГА относительно стойки к попаданию в локальные оптимумы;
 - пригодны для решения крупномасштабных проблем оптимизации;

- могут быть использованы для широкого класса задач;
- просты в реализации;
- могут быть использованы в задачах с изменяющейся средой.

В настоящее время ГА используются для решения таких задач, как:

- поиск глобального экстремума многопараметрической функции;
- аппроксимация функций;
- задачи о кратчайшем пути;
- задачи размещения;
- настройка искусственной нейронной сети;
- игровые стратегии;
- обучение машин.

Таким образом, с учетом всех преимуществ ГА он является наиболее приемлемым способом решения обозначенной выше задачи синтеза.

Структурно-параметрический синтез системы видеонаблюдения на беспилотных летательных аппаратах площадного объекта на основе генетического алгоритма.

Задача структурно-параметрического синтеза СВ на БПЛА по своей сути представляет собой задачу дискретной оптимизации.

Блок-схема алгоритма решения задачи структурно-параметрического синтеза СВ на БПЛА с необходимыми комментариями представлена на рис. 1.

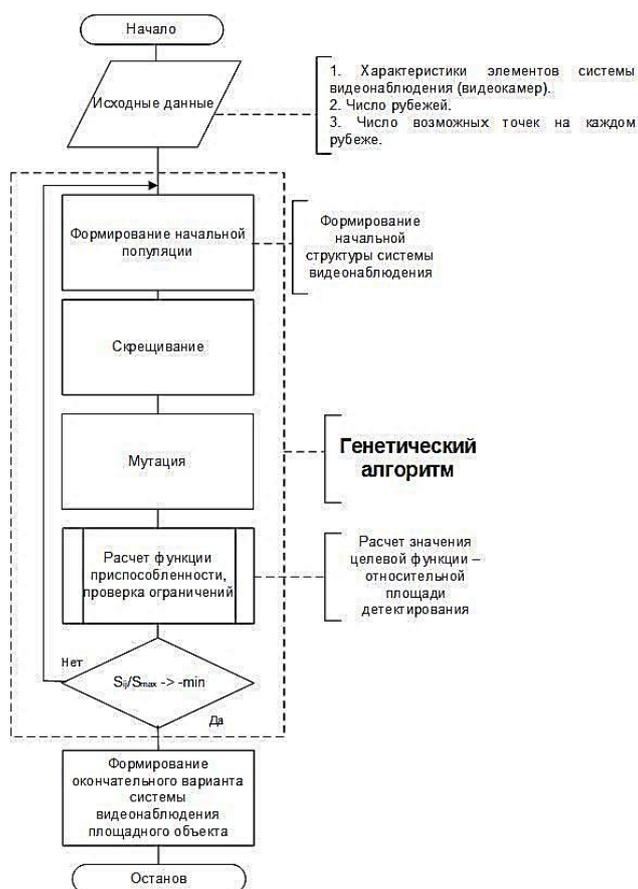


Рис. 1. Блок-схема алгоритма решения задачи синтеза

Работа алгоритма представляет собой итерационный процесс, организованный методом ГА, нахождения оптимального расположения БПЛА с ВК с требуемыми характери-

стическими свойствами, которое в конкретных условиях выполнения задачи обнаружения обеспечивает достижение максимального значения показателя эффективности (относительной площади детектирования).

Программно алгоритм синтеза СВ на БПЛА реализован в среде Matlab [3] с помощью функции *ga*, реализующей метод ГА.

В табл. 1 представлены принятые параметры функции *ga* для решения обозначенной задачи оптимизации.

Разработанный алгоритм синтеза СВ на БПЛА представляет собой последовательность формирования оптимальной кольцевой структуры из ВК с различными характеристиками для выполнения задачи обнаружения БПЛА.

В табл. 2 представлена временная сложность алгоритма для решения задачи структурно-параметрического синтеза СВ на БПЛА.

Таблица 1

Параметры функции *ga*

Параметр	Описание параметра	Значение параметра
PopulationSize	Размер популяции	100
EliteCount	Число элитных потомков	10
CrossoverFraction	Доля популяции в следующем поколении, не включая элитных потомков, которая создается функцией кроссовера	0,8
FunctionTolerance	Алгоритм останавливается, если среднее относительное изменение наилучшего значения функции пригодности в поколениях меньше или равно FunctionTolerance	10^{-3}
ConstraintTolerance	Определяет осуществимость с учетом нелинейных ограничений	10^{-3}
CrossoverFcn	Функция, которую алгоритм использует для создания дочерних элементов кроссовера	@crossoverscattered (функция кроссовера для задач без линейных ограничений создает случайный двоичный вектор и выбирает гены, где вектор равен 1 от первого родителя, и гены, где вектор равен 0 от второго родителя, и объединяет гены, чтобы сформировать потомка)
MutationFcn	Функция, которая производит потомков мутацией	@mutationgaussian (Гауссовская функция мутации для неограниченных задач, добавляет случайное число, взятое из гауссовского распределения со средним значением 0, к каждой записи родительского вектора)
SelectionFcn	Функция, которая выбирает родителей потомков кроссовера и мутации	@selectionstochunif (функция Stochastic uniform выкладывает линию, в которой каждый родитель соответствует участку линии длины, пропорциональной его масштабируемому значению)

Таблица 2

Временная сложность алгоритма

№ п/п	Число входных переменных, n	Затраченное время, t (с)
1	100 (2 рубежа; 5 возможных точек размещения видеокамер; 10 заданных видеокамер)	2197
2	270 (3 рубежа; 6 возможных точек размещения видеокамер; 15 заданных видеокамер)	4086
3	560 (4 рубежа; 7 возможных точек размещения видеокамер; 20 заданных видеокамер)	7357

Анализируя табл. 2, можно сделать вывод о технической достижимости реализации алгоритма и возможности его применения в СППР с оптимизацией кода на языке программирования высокого уровня и адаптацией под конкретные требования системы.

Расчет производился на ПЭВМ со следующими характеристиками:

- операционная система: Microsoft Windows (×64);
- среда программирования: Matlab R2020b;
- процессор: Intel(R) Core(TM) i7-8750H CPU @ 2,2 GHz;
- оперативная память: 20,00 Гб.

Для апробации разработанного алгоритма были проведены расчеты по определению оптимальной структуры СВ на БПЛА, элементами которой выступали ВК с характеристиками, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

**Начальный состав СВ на БПЛА и характеристики ВК
(минимальная плотность пикселей по горизонтали при максимальной дальности
обнаружения равна 10 пикс./м)**

№ п/п	α – угол обзора по горизонту, (°)	Разрешение ВК, (Мп)	w_m – размер матрицы по горизонтали, (пикс.)	h_m – размер матрицы по вертикали, (пикс.)
1	40	8	3840	2160
2	45	8	3840	2160
3	51	8	3840	2160
4	23	5	2560	1920
5	20	4	2688	1440
6	30	5	2560	1920
7	40	8	3840	2160
8	51	8	3840	2160
9	35	5	2560	1920
10	30	4	2688	1440
11	50	8	3840	2160
12	23	4	2688	1440
13	25	4	2688	1440
14	33	5	2560	1920
15	40	8	3840	2160
16	20	4	2688	1440
17	23	4	2688	1440
18	40	8	3840	2160
19	51	5	2560	1920
20	23	4	2688	1440

В результате решения задачи структурно-параметрического синтеза СВ на БПЛА с помощью разработанного алгоритма получен вариант ее кольцевой структуры, который изображен на рис. 2.

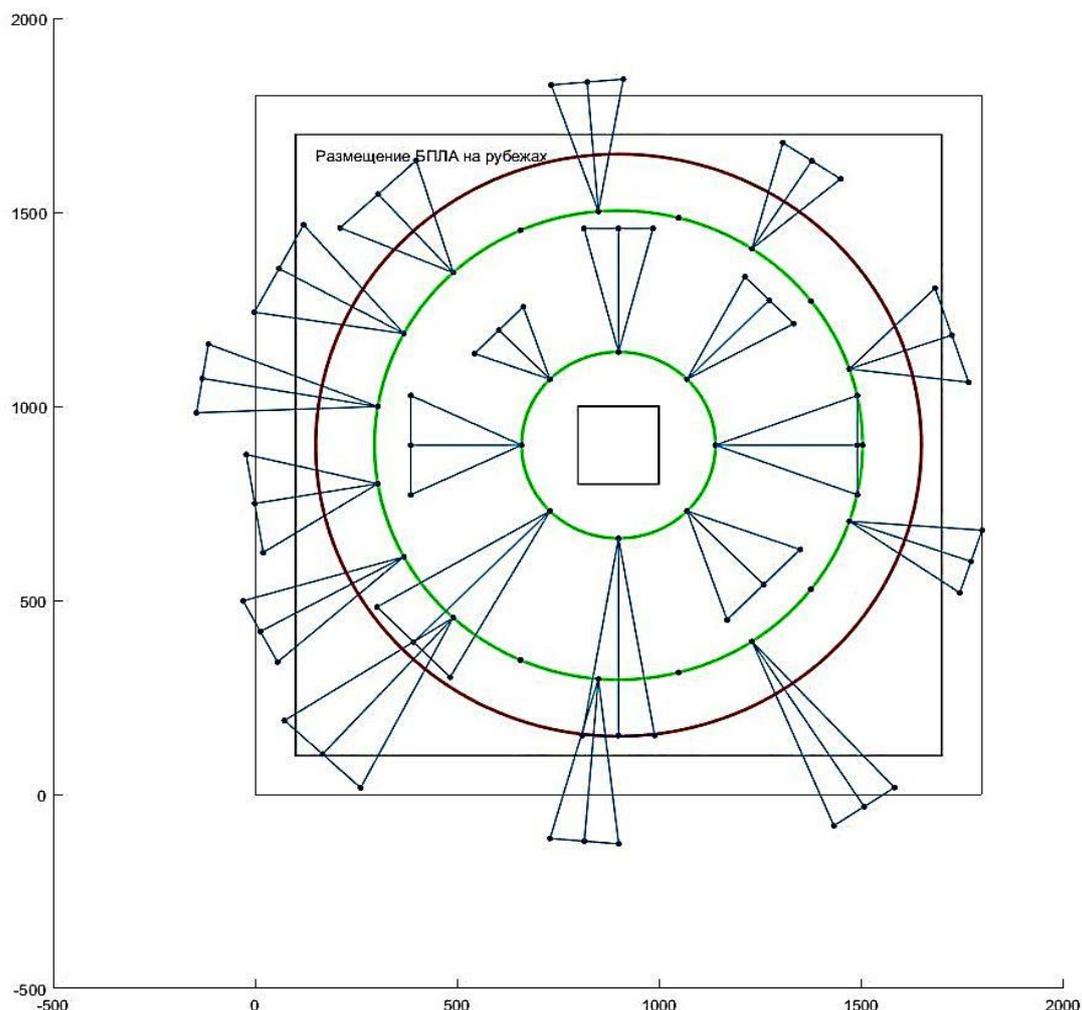


Рис. 2. Вариант СВ на БПЛА

Показатель эффективности синтезированной СВ на БПЛА равен 0,24.

Таким образом, разработанный алгоритм СВ на БПЛА позволяет формировать оптимальную кольцевую структуру, состоящую из ВК с различными характеристиками, в частности, трех рубежей обнаружения, пяти возможных точек расположения камер и 20 заданных видеокамер; получено численное значение показателя относительной площади детектирования, равное 0,24.

Список литературы

1. Евтодьева М., Целицкий С. Беспилотные летательные аппараты военного назначения: тенденции в сфере разработок и производства // Пути к миру и безопасности. 2019. № 2. С. 104–111.
2. Попов А. Л. Системы поддержки принятия решений : учеб.-метод. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. ун-т, 2008. 80 с.
3. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы : учеб.-метод. пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. Астрахань : Астрахан. ун-т, 2007. 87 с.

Информация об авторах

Рогожкина Ксения Петровна, магистрант, Пензенский государственный университет

Козлов Владислав Владимирович, магистрант, Пензенский государственный университет

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.