

Зарегистрировано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и
массовых коммуникаций
Свидетельство № 015372 от 01.11.1996 г.

Журнал входит в перечень научных изданий ВАК
по специальностям:

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка
информации (технические, физико-математические
науки); 5.1.2. Публично-правовые (государственно-
правовые) науки (юридические науки).

Главный редактор:

доктор технических наук, профессор
Дмитрий Анатольевич Ловцов

Председатель редакционного совета:

доктор юридических наук, профессор
Сергей Васильевич Запольский

Шеф-редактор,

заместитель главного редактора:
старший научный сотрудник
Григорий Иванович Макаренко

Учредитель и издатель:

Федеральное бюджетное учреждение
«Научный центр правовой информации
при Министерстве юстиции
Российской Федерации»

Отпечатано в РИО НЦПИ при Минюсте России.

Печать цветная цифровая.

Подписано в печать 28.12.2023 г.

Общий тираж 100 экз. Цена свободная.

Адрес редакции:

125437, Москва, Михалковская ул.,
65, стр.1

Телефон: +7 (495) 539-25-29

E-mail: inform360@yandex.com

Требования, предъявляемые к рукописям,
размещены на сайте
<http://uzulo.su/prav-inf>

СОДЕРЖАНИЕ

Теоретические основы правовой кибернетики

УЛЬТРАСИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Чечкин А.В. 4

Информационные и электронные технологии в правовой сфере

КРИМИНАЛИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСТУПЛЕНИЙ В СФЕРЕ ИСКУССТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Пискунова Е.В. 13

ЦИФРОВОЙ ТАМОЖЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И НАДЗОР: ЭВОЛЮЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РЕГУЛЯЦИИ

Агамагомедова С.А. 21

Информационные и автоматизированные системы и сети

ТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ НАУЧНОГО ПОИСКА В IT-СФЕРЕ

Бегларян М.Е., Добровольская Н.Ю. 29

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА-РОКЛЫ

Леус А.В., Гаврилов Д.А., Татарина Е.А.,
Холодняк И.В., Агафонов С.А., Водичев Н.А.,
Усков А.И., Пяточкин В.С. 37

Информационная и компьютерная безопасность

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ

Гриднев В.А., Жаров В.Г., Самодурова У.С. 46

ОБНАРУЖЕНИЕ SYN-ACK FLOOD-АТАК ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ СИСТЕМНЫХ РЕСУРСОВ ВЕБ-СЕРВЕРОВ

Борисов Р. С. 56

Дискуссионная трибуна

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ПРИРОДНОГО СИСТЕМООБРАЗОВАНИЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО И ПРИКЛАДНОГО

Леонтьев Б.Б. 63

Книжное обозрение

АНАЛИЗ МОНОГРАФИИ «СИСТЕМНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Васильев В. В., Ловцов Д. А. 78

Подписка на журнал осуществляется в почтовых отделениях по каталогу «Пресса России». Подписной индекс: 34077

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ЗАПОЛЬСКИЙ Сергей Васильевич
ЕМЕЛИН Николай Михайлович
ИСАКОВ Владимир Борисович
ЛОВЦОВ Дмитрий Анатольевич
СЕРГИН Михаил Юрьевич
ТЮТЮННИК Вячеслав Михайлович
УВАЙСОВ Сайгид Увайсович

Иностранные члены

КРУГЛИКОВ Сергей Владимирович
ШАРШУН Виктор Александрович

председатель редакционного совета, доктор юридических наук, профессор, г. Москва
доктор технических наук, профессор, г. Москва
доктор юридических наук, профессор, г. Москва
главный редактор, доктор технических наук, профессор, г. Москва
доктор технических наук, профессор, г. Москва
доктор технических наук, профессор, г. Москва
доктор технических наук, профессор, г. Москва

доктор технических наук, профессор, г. Минск, Белоруссия
кандидат юридических наук, г. Минск, Белоруссия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АЛЕКСЕЕВ Владимир Витальевич
БЕТАНОВ Владимир Вадимович
БУРЫЙ Алексей Сергеевич
ГАВРИЛОВ Дмитрий Александрович
ЛОВЦОВ Дмитрий Анатольевич
МАКАРЕНКО Григорий Иванович
МАРКОВ Алексей Сергеевич
ОМЕЛЬЧЕНКО Виктор Валентинович
СУХОВ Андрей Владимирович
ФЕДОСЕЕВ Сергей Витальевич
ЦИМБАЛ Владимир Анатольевич
АТАГИМОВА Эльмира Исамудиновна
ЗАХАРЦЕВ Сергей Иванович
КАБАНОВ Павел Александрович
МОИСЕЕВА Татьяна Федоровна
ПОЛЯКОВА Татьяна Анатольевна
ТЕРЕНТЬЕВА Людмила Вячеславовна
ЧУБУКОВА Светлана Георгиевна

доктор технических наук, профессор, г. Тамбов
доктор технических наук, профессор, г. Москва
доктор технических наук, г. Москва
доктор технических наук, г. Москва
главный редактор, доктор технических наук, профессор, г. Москва
шеф-редактор, г. Москва
доктор технических наук, доцент, г. Москва
доктор технических наук, профессор, г. Москва
доктор технических наук, профессор, г. Москва
кандидат технических наук, доцент, г. Москва
доктор технических наук, профессор, г. Серпухов, Московская область
кандидат юридических наук, доцент, г. Москва
доктор юридических наук, профессор, г. Москва
доктор юридических наук, профессор, г. Казань
доктор юридических наук, кандидат биологических наук, профессор, г. Москва
доктор юридических наук, профессор, г. Москва
доктор юридических наук, доцент, г. Москва
кандидат юридических наук, доцент, г. Москва

EDITORIAL COUNCIL

Sergei ZAPOL'SKII
Nikolai EMLIN
Vladimir ISAKOV
Dmitrii LOVTSOV
Mikhail SERGIN
Viacheslav TIUTIUNNIK
Saigid UVAISOV

Foreign members

Sergei KRUGLIKOV
Viktor SHARSHUN

Chairman of the Editorial Council, Doctor of Science in Law, Professor, Moscow
Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Doctor of Science in Law, Professor, Moscow
Editor-in-Chief, Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Doctor of Science in Technology, Professor, Tambov
Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow

Doctor of Science in Technology, Professor, Minsk, Belarus
Ph.D. in Law, Minsk, Belarus

EDITORIAL BOARD

Vladimir ALEKSEEV
Vladimir BETANOV
Aleksei BURYI
Dmitrii GAVRILOV
Dmitrii LOVTSOV
Grigoriy MAKARENKO
Aleksei MARKOV
Viktor OMELCHENKO
Andrey SUKHOV
Sergei FEDOSEEV
Vladimir TSIMBAL
El'mira ATAGIMOVA
Sergey ZAKHARTSEV
Pavel KABANOV
Tat'iana MOISEEVA
Tat'iana POLIAKOVA
Liudmila TERE'T'EVA
Svetlana CHUBUKOVA

Doctor of Science in Technology, Professor, Tambov
Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Doctor of Science in Technology, Moscow
Doctor of Science in Technology, Moscow
Editor-in-Chief, Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Managing Editor, Moscow
Doctor of Science in Technology, Associate Professor, Moscow
Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Doctor of Science in Technology, Professor, Moscow
Ph.D. in Technology, Associate Professor, Moscow
Doctor of Science in Technology, Professor, Serpukhov, Moscow Oblast
Ph.D. in Law, Associate Professor, Moscow
Doctor of Science in Law, Professor, Moscow
Doctor of Science in Law, Professor, Kazan
Doctor of Science in Law, Ph.D. in Biology, Professor, Moscow
Doctor of Science in Law, Professor, Moscow
Doctor of Science in Law, Associate Professor, Moscow
Ph.D. in Law, Associate Professor, Moscow

LEGAL INFORMATION

RESEARCH PEER-REVIEWED JOURNAL

2023, No. 4

The journal is published quarterly.

Registered by the Federal Service for Supervision in the
Sphere of Telecom, Information Technologies
and Mass Communications
Registration Certificate No. 015372
of the 1st of November 1996.

The journal is included in the list of scientific publications
of the Higher Attestation Commission by specialty:
2.3.1. System analysis, management and processing
Information (technical, physical and mathematical);
5.1.2. Public-law (state-law) Science (Legal).

Editor-in-Chief:

Doctor of Science in Technology, Professor
Dmitrii Lovtsov

Chair of the Editorial Council:

Doctor of Science in Law, Professor
Sergei Zapol'skii

Managing Editor,

Deputy Editor-in-Chief:
Grigory Makarenko

Founder and publisher:

Federal State-Funded Institution "Scientific
Centre for Legal Information under the
Ministry of Justice
of the Russian Federation"

Printed by the Printing and Publication Division
of the Scientific Centre for Legal Information
under the Ministry of Justice
of the Russian Federation.

Printed in digital colour. Approved for print
on the 28th of December, 2023.

Number of items printed: 100. Free price.

Postal address:

Mikhalkovskaya str., bld. 65/1,
125 438, Moscow, Russia

Telephone: +7 (495) 539-25-29

E-mail: inform360@yandex.com

Guidelines for preparing manuscripts for
publication can be found on the website

<http://uzulo.su/prav-inf>

CONTENTS

Theoretical foundations of legal cybernetics

THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ULTRASYSTEM

Aleksandr Chechkin 4

Information and electronic technologies in the legal sphere

A CRIMINALISTIC CHARACTERISATION OF ART CRIMES IN THE CONDITIONS OF DIGITALISATION

Elena Piskunova 13

DIGITAL CUSTOMS CONTROL AND OVERSIGHT: EVOLUTION AND MODERN REGULATION TENDENCIES

Saniiat Agamagomedova 21

Information and automated systems and networks

TOPIC MODELLING AS A SCHOLARLY SEARCH TOOL IN THE IT SPHERE

Margarita Beglarian, Natal'ia Dobrovol'skaia 29

MODELLING A ROBOTIC PALLET TRUCK CONTROL SYSTEM

*Andrei Leus, Dmitrii Gavrilov, Elena Tatarinova,
Ivan Kholodniak, Sergei Agafonov, Nikita Vodichev,
Anatolii Uskov, Vadim Piatochkin* 37

Information and computer security

ENSURING THE SECURITY OF REMOTE ELECTRONIC VOTING SYSTEMS

Viktor Gridnev, Vasilii Zharov, Ul'iana Samodurova 46

DETECTING SYN-ACK FLOOD ATTACKS TO PREVENT AN OVERLOAD OF WEB SERVER RESOURCES

Roman Borisov 56

Discussion forum

PHENOMENOLOGY OF NATURAL SYSTEM FORMING: FUNDAMENTAL AND APPLIED

Boris Leont'ev 63

Book review

AN ANALYSIS OF THE MONOGRAPH "SYSTEMIC JUSTIFICATION OF CONCEPTUAL PROVISIONS FOR USING ADVANCED SPACE TECHNOLOGIES"

Vladimir Vasil'ev, Dmitrii Lovtsov 84

The journal can be subscribed to at post offices through the Press of Russia (Pressa Rossii) Catalogue. Publication index: 34077

УЛЬТРАСИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Чечкин А.В.¹

Ключевые слова: ультрасистема, искусственный интеллект, автоматизированная система, умная система, избыточная система, когнитивные требования, среда радикалов, радикальное моделирование, информационно-системная безопасность, принципы.

Аннотация

Цель работы: совершенствование научно-методической базы теории правовой кибернетики.

Методы: системный анализ, концептуально-логическое и математическое («радикальное») и программирование автоматизированных систем различного назначения.

Результаты: обоснован новый подход к автоматизированным системам, учитывающий наличие элементов искусственного интеллекта и ведущую роль языка интерфейса общения в этих системах человека и умных технических систем; обсуждаются методологические принципы искусственного интеллекта и ведущая роль ультрасистемы как подсистемы обеспечения информационно-системной безопасности и интерфейса его общения с естественным интеллектом человека-Хозяина.

EDN: OEZBDF

*Смочь-то он сможет,
но кто ж ему позволит?*

Введение

Практика убедительно говорит и постоянно подтверждает мысль о том, что искусственный интеллект (ИИ) эффективен только при взаимодействии с естественным интеллектом (ЕИ) человека и только при его руководящей роли [2, 8]. Поэтому бурно развивающуюся сегодня техносферу систем ИИ правильнее рассматривать как техносферу автоматизированных систем планирования и управления (АСПУ) группировками умных технических систем, являющихся дружественными системами-соратниками, системами-партнерами, системами-агентами с элементами ИИ [15]. АСПУ — всегда человеко-машинная система с распределением интеллектуальных обязанностей между человеком и техническими помощниками. Далее в статье обсудим главные принципы взаимодействия ИИ с ЕИ человека-Хозяина.

1. Принцип наличия ультрасистемы ИИ

В каждой технической умной системе (УС) с элементами ИИ обязательно должна присутствовать специально выделенная подсистема общения ИИ УС с ЕИ человека-Хозяина, которую называют ультрасисте-

мой ИИ [11, 13]. Такая ультрасистема общается с ЕИ человека на специальном языке интерфейса и подобна центральной нервной системе ЕИ человека. Ультрасистема ИИ УС предназначена для сбора, хранения, преобразования и использования информации о самой «Я-УС», а также об объектах и связях своего театра действий.

Ультрасистема ИИ определяет интеллектуальные свойства ИИ и является многоуровневой информационной подсистемой планирования и управления поведением УС в театре своих действий с целью обеспечения информационно-системной безопасности (ИСБ) УС (рис. 1) [15].

Ультрасистема содержит пять основных иерархических уровней-страт.

Первый уровень связан с проблемами развития первичного сенсориума ИИ [6]: проблемами первичных сенсорных сетей, технического зрения, акустических сетей, проблемами сбора и хранения больших массивов метрологических измерений. Первичный сенсориум УС является одновременно избыточным хранителем сенсорных образных моделей мира УС. Этот уровень является подсознательным для ИИ УС, еще не осознанным, не познанным, не структурированным для УС.

Второй уровень связан с процессом выделения в первичном сенсориуме основных, главных для УС, доминирующих объектов и отношений путем их номинирования, присвоения каждому из них языково-

¹ Чечкин Александр Витальевич, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, профессор Военной академии имени Петра Великого, профессор Финансового университета при правительстве РФ, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.chechkin@mail.ru

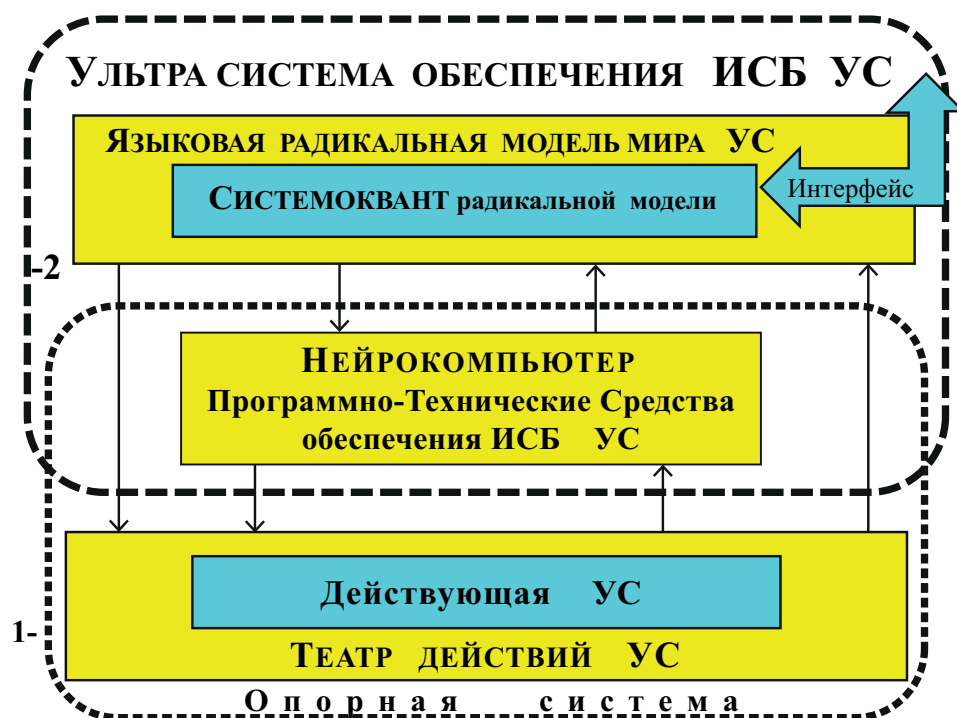


Рис. 1. Ультрасистема обеспечения ИСБ УС-помощника

го индивидуального, уникального символа. В ультрасистеме должен быть языковой уровень, языковой сенсориум, как дубликат (осознанной) части первичного сенсориума [4]. Язык — средство выделения в первичном сенсориуме словами-именами главной, осознанной части в форме мультиграфа поименованных термов (рис. 2). Одновременно язык явля-

ется механизмом познания этой осознанной части первичного сенсориума. Именно языковой сенсориум позволяет ИИ умозрительно, без явного присутствия реальных объектов и отношений, глубоко структурировать и изучать осознанную часть первичного сенсориума когнитивными (умственными) технологиями.

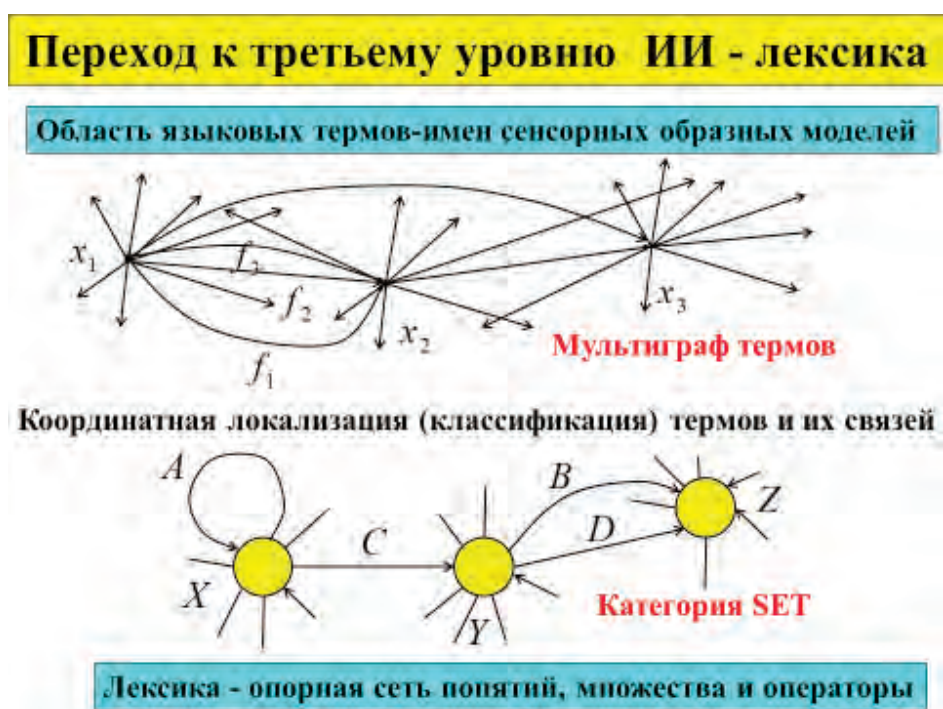


Рис. 2. Математические модели осознанной части первичного сенсориума

Третий уровень ультрасистемы связан с наличием лексики языка, когда используются слова-понятия, классы сходных объектов и отношений. Третий уровень представляет собой языковую семантическую координатную опорную сеть в математической форме категории *SET* (см. рис. 2). Лексика третьего иерархического уровня завершает в осознанной части первичного сенсориума, выделяет и закрепляет словами семантическую сеть классов сходных объектов и отношений, которые объективно похожи и эквивалентны между собой.

Далее в ультрасистеме ИИ происходит внутренняя координатизация понятий [11] (рис. 3), реализуются два взаимодополняющих друг друга ультраоснащения осознанной части первичного сенсориума. Должен появиться новый четвертый информационный иерархический уровень над опорной семантической сетью, над категорией *SET*.

Четвертый уровень ультрасистемы — это два объединенных оснащения опорной координатной сети понятий, ультрамножественное и ультраоператорное сетевые оснащения. Сначала в ИИ происходит ультраоснащение (структуризация) языковых слов-понятий, классов схожих объектов до локальных баз данных (ЛБД). При этом каждое опорное множество однотипных объектов оснащается (преобразуется) до ЛБД (ультрамножества) [5, 13] (см. рис. 3), а каждый опорный оператор однотипных отношений оснащается (доопределяется) до локальной базы знаний (ЛБЗ) (ультраоператора) (рис. 4). В результате категория *SET* (см. рис. 2) математически преобразуется в категорию *ULTRASET* (см. рис. 4). Тем самым в ультрасистеме ИИ появляется

четвертый уровень — информационно-системная избыточная математическая модель мира ИИ УС. Четвертый уровень в форме распределенной базы данных (БД) и распределенной базы знаний (БЗ) осознанной части первичного сенсориума является ЯДРОМ ИИ УС (см. рис. 4).

Итак, на четвертом этапе решаются сначала проблемы создания локальных баз данных (ЛБД) и структурирование больших данных [12] в распределенную БД ИИ. Кроме этого, на четвертом этапе одновременно происходит выделение локальных знаний на базе отдельных операторов категории *SET*. Для сравнения: в ЕИ человека тоже происходит на практике создание, формализация и закрепление частных профессиональных технологий, или ультраоператорное оснащение координатной сети понятий до формы распределенной базы знаний (БЗ) осознанной части первичного сенсориума. Проблемы создания локальных баз данных (ЛБД) и знаний (ЛБЗ) в ЕИ человека решаются посредством обучения с учителем. В ИИ УС используются методы машинного обучения, прогнозирования и принятия решений.

На четвертом уровне ультрасистемы ИИ УС среди объектов модели мира ИИ УС создаются такие объекты, как «программное обеспечение» (ПО), «программно-технические средства» (ПТС) и др. (см. рис. 1). В частности, происходит верификация ПО и ПТС ИИ УС. В ИИ происходит бурное структурирование и языковое закрепление при помощи языкового сенсориума объективной структуры окружающего мира ИИ.

Замечание. Подчеркнем еще раз, что большая часть первичного сенсориума ЕИ человека и ИИ УС остается в подсознательной форме. Модель мира ИИ



Рис. 3. Структура четвертого иерархического уровня ИИ

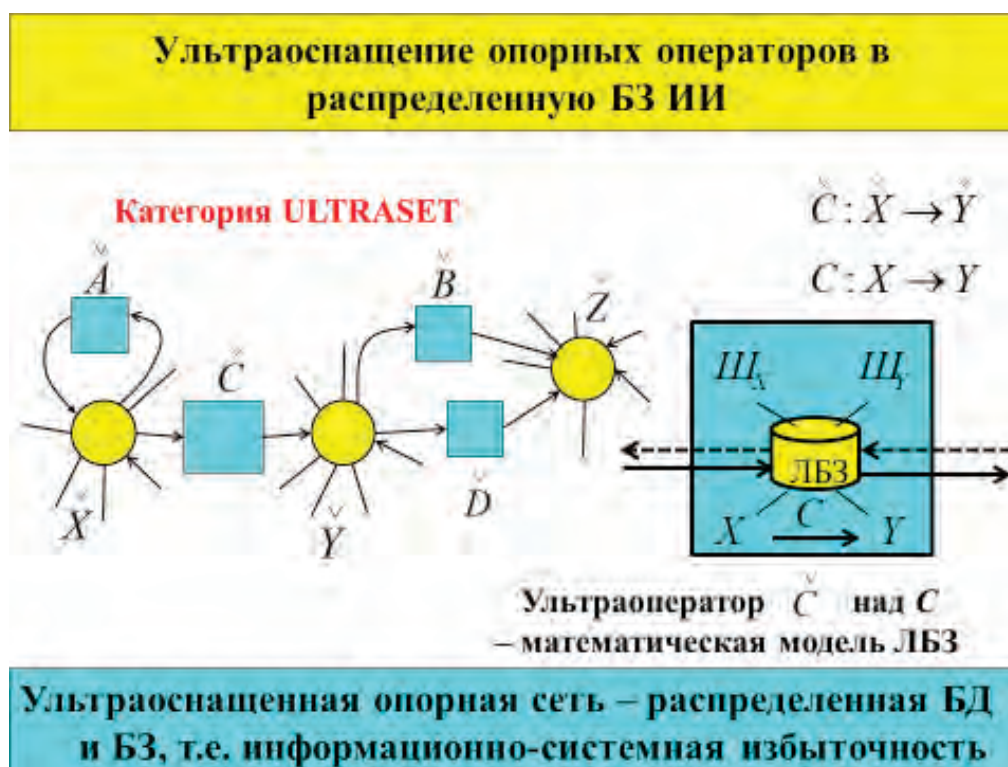


Рис. 4. Четвертый уровень ИИ, ядро ИИ ультрасистемы

и ИИ или ядро ЕИ человека и ядро ИИ УС — это только часть, осознанная часть всего ЕИ человека и ИИ УС, и только в рамках осознанной части театра действий ЕИ человека и ИИ УС (рис. 5 и 6). Заметим, что в ЕИ человека ядро ЕИ человека сегодня связано с внешней

к нему бумажной и электронной формой разнообразных частных профессиональных знаний и технологий, которым обучают специалистов в средних и высших учебных заведениях (см. рис. 6). При этом на рис. 6 представлена только *видимая, средняя часть* ядра ИИ

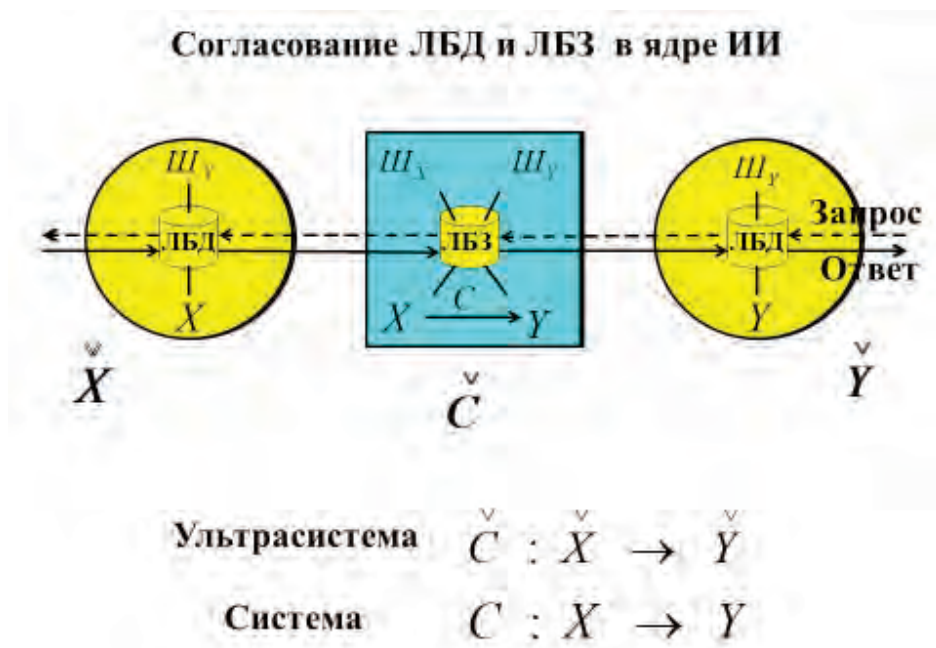
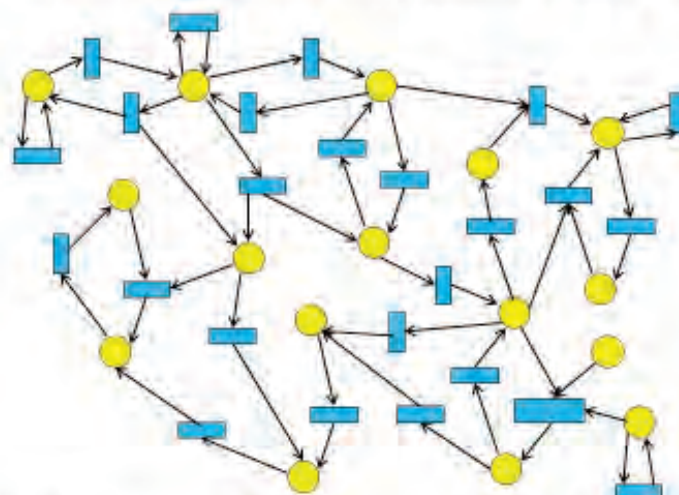


Рис. 5. Семантическое согласование
в распределенной БД и БЗ ядра ИИ

Ядро ИИ как распределенная БД и БЗ ИИ



Согласованная радикальная модель мира ИИ в рамках своего театра действий

Рис. 6. Ядро ИИ — модель видимого мира ИИ, отражающая осознанную видимую часть первичного сенсориума

УС, опирающаяся на измерения, поставляемые первичными сенсорами ИИ. На рис. 6 не представлены микро- и макровиртуальные уровни модели мира ИИ УС, ядра ИИ, связанные со специальными измерительными инструментами ИИ УС и соответствующими математическими моделями.

Пятый когнитивный иерархический уровень ультрасистемы ИИ — это языковая операционная система интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением данной УС в рамках своего театра действий с условием обязательного и эффективного выполнения целевых указаний со стороны своего человека-Хозяина (см. рис. 6). Пятый уровень ультрасистемы ИИ имеет «когнитивные элементы». Ультрасистема УС (см. рис. 1), на своем когнитивном, верхнем — пятом уровне отвечает за планирование и активирование системоквантов ядра данного ИИ для управления конкретным поведением данной УС в рамках своего театра действий согласно целевому заданию человека-Хозяина [14].

Вывод: языковая операционная система планирования и управления поведением УС в рамках распределенной радикальной БД и БЗ модели ИИ, ядра ИИ и с учетом имеющегося избыточного информационно-системного ресурса ИИ в форме среды радикалов, осуществляет одновременно три следующих информационных управляющих процесса [15]:

1) текущий целевой — решение очередной тактической задачи во исполнение целевого указания Хозяина — тактико-технического задания во исполнение «целенаправленности поведения» УС;

2) текущий сенсорный мониторинг — непрерывный сбор ситуационной информации по принципу «здесь и сейчас» и коммуникационному принципу «что нового появилось и отражено ли в ядре ИИ и в глобальном виртуальном информационно-системном пространстве?»;

3) текущий сертификационный процесс — обеспечение достаточной целостности, гомеостаза ядра ИИ, а также гомеостаза самой УС и всего его театра действий по принципу «закрытие гештальта» (рис. 7).

2. Принцип языкового общения ИИ

ИИ каждой умной системы должен воспринимать голосовые и письменные сообщения людей, других УС, включая общение умной системы с самой собой.

На практике этот принцип осуществляется ультрасистемой ИИ и уже частично присутствует в рамках Интернета вещей, языкового интерфейса людей и компьютеров, голосового управления нейронными искусственными сетями языкового типа GPT (Generative Pre-trained Transformer — генеративный предварительно обученный трансформер), включая их собственный языковой самоконтроль. В качестве обоснования этого принципа приведем слова академика И. П. Павлова о роли языка: «...Вторая сигнальная система представляет собой чрезвычайную прибавку к высшей нервной деятельности человека, это наше лишнее, добавочное, социальное и есть человеческое», «...слово сделало нас людьми» [9]. Как для человека, так и для технической системы ИИ роли пер-



Рис. 7. Активационные процессы в ИИ языковой радикальной единой модели мира УС: целевой, сенсорный и сертификационный

вой и второй сигнальных систем — определяющие для них. Они определяют их первичный и языковой, вторичный сенсориумы, которые, в свою очередь, определяют их *подсознательное* и *сознательное* поведение [4, 10, 11]. Большие возможности технических систем ИИ на базе языковых моделей типа *GPT* подтверждают это.

3. Принцип человеко-центризма ИИ

Для каждой умной системы-помощника ИИ в рамках автоматизированной системы главным должен всегда быть Хозяин: человек-оператор, руководитель, начальник, который каждый раз определяет назначение и тактико-техническое задание для УС, цель существования и функционирования ИИ УС, постоянный контроль и коррекцию поведения ИИ УС. Без человека-Хозяина ИИ УС не функционирует.

4. Принцип избыточного моделирования в форме среды радикалов ИИ

Каждая система ИИ должна обладать избыточным информационно-системным ресурсом в форме среды радикалов. *Среда радикалов* — это распределенная модель широкой проблемной области ИИ, включающей, в частности, и модель всего театра действий ИИ, и модель умной системы ИИ как действующего участника театра, и различные постановки всех штатных задач ИИ вместе с их штатными программно-системными средствами решения.

Все необходимые и достаточные данные и системы для данного конкретного ИИ при решении любой штатной для ИИ задачи в штатных для ИИ ситуациях должны быть представлены в форме ее среды радикалов ИИ. Среда радикалов — это, по сути, форма распределенного избыточного информационно-системного ресурса ИИ, когда каждая целостность этого ресурса представлена радикалом. *Радикал* — это автономный функциональный модуль-система, которая одновременно имеет два внешнедоступных типа состояний: *активные* (радикал включен) и *пассивные* (радикал выключен).

Активный радикал — это используемый по назначению радикал. *Пассивный радикал* — это неиспользуемый по назначению радикал, но готовый к активации. Среда радикалов структурирована и оснащена координатной навигационной системой для эффективного управления активированием и обновлением отдельных радикалов. При локальном обновлении, обучении ИИ и развитии среды радикалов не требуется постоянно корректировать и согласовывать всю среду радикалов ИИ в целом. Среда радикалов — это форма нового вида моделирования, *радикального моделирования* систем различного назначения. Автономная операционная система планирования и управления поведением ИИ каждой умной системы активирует рабочий кластер (*системоквант*) среды радикалов под текущую штатную задачу и штатную ситуацию. Все остальные радикалы при этом составляют потенциальные возможности ИИ и находятся в резерве, в ожидании, в готовности к своей активации. Избыточность информационных и системных ресурсов ИИ необходима в каждый момент для эффективного

парирования (учета) появления возможных изменений штатных ситуаций и штатных задач, а также возникновения новых, нештатных задач и нештатных ситуаций. Величина избыточности ИИ определяет уровень *информационно-системной безопасности* ИИ [1, 11].

Таким образом, форма избыточности в виде среды радикалов имеет двойное преимущество. Во-первых, обеспечивается *бесконфликтность пассивных радикалов*, когда все невостребованные в данный момент радикалы ИИ выключены и не влияют на поведение системы ИИ. Они находятся в резерве, в хранении, в ожидании. Во-вторых, достоинством среды радикалов является *автономная доступность* каждого радикала ИИ, когда каждый радикал индивидуально и независимо корректируется и обновляется, — в частности, когда создается программно-техническое обеспечение ИИ умной системы. В этом проявляется особенность нового вида программирования, названного *радикальным программированием* систем различного назначения.

5. Принцип информационно-системной безопасности

Ультрасистема ИИ УС обеспечивает информационно-системную безопасность (ИСБ УС) [11]. При этом на каждом своем иерархическом уровне она является избыточной системой в форме среды радикалов (см. рис. 1) и находится в режиме постоянного интеллектуального ускоряющегося развития.

Все когнитивные требования к ИИ УС объединим в одном обобщенном глобальном требовании: *обеспечение информационно-системной безопасности* (ИСБ УС) [11]. Требование ИСБ УС реализует целевую установку человека-Хозяина данной УС. Понятие ИСБ УС является глобальным двуединым требованием, которое имеет тесно связанные между собой две стороны безопасности, *информационную* и *системную*. ИСБ УС включает в себя все случаи частных безопасностей УС от экологической, энергетической и т. д. до функциональной безопасности. Сформулируем обе стороны требования ИСБ УС.

Информационная сторона ИСБ УС. Каждая штатная задача жизненного цикла УС, включая целевые, сенсорные и сертификационные задачи, должна быть успешно и эффективно решена, независимо от формы и полноты оперативной информации, наличия помех, путем создания и логической обработки избыточной модели театра действий УС (языкового сенсориума УС), являющейся ядром ИИ УС.

Каждая нештатная задача жизненного цикла УС должна быть в центре внимания УС, исследована на необходимость и возможность ее решения с согласия Хозяина УС в рамках его идеологии, мировоззрения и стратегических целей.

Ядро ИИ УС включает широкую проблемную область УС, включающую, в частности, модель самой УС, модель театра действий УС. Избыточность ядра ИИ УС является необходимым условием обеспечения решения штатной задачи и должна быть достаточным информационным

и системным ресурсом для ее успешного и эффективного решения. Модель должна быть надежно защищена от *несанкционированного доступа* и *использования* и т. п. [7].

При появлении *нештатности* УС использует ресурсы избыточной модели, или запросы к глобальному информационно-системному (виртуальному) пространству ноосферы Земли [3] за обновлениями, или организует попытки решения задачи в режиме «проб и ошибок», или другим каким-либо способом самообучения, развития самой УС, вплоть до преобразования своего театра действий УС с согласия человека-Хозяина.

Системная сторона ИСБ УС. Каждая задача жизненного цикла УС в процессе своего решения должна сопровождаться постоянным учетом всех последствий решения для самой УС и для театра ее действий путем постоянного сертифицирования избыточной модели, тестирования самой УС, анализа театра действий УС и устранения конфликтов для сохранения системной целостности, гомеостаза самой УС и театра ее действий в полном соответствии с целевыми указаниями своего Хозяина.

6. Принцип разнохарактерного целеполагания ИИ

Системы ИИ постоянно обновляются и развиваются, отслеживая естественные и искусственные изменения во всем театре действий ИИ, включая саму систему ИИ. Точками роста для этого являются нештатные задачи и нештатные ситуации.

Для эффективного обновления ИИ основную роль играют не только собственные попытки и процесс самообучения ИИ. Кроме этого, используются собственные коммуникационные возможности и поиск опыта других систем ИИ. Наконец, обновление умных систем ИИ происходит от дружественных подсказок пользователей самой АСПУ. Благодаря принципу избыточности АСПУ является эффективной многоканальной сервисной системой массового обслуживания различных потребностей пользователей.

7. Принцип достаточной целостности ИИ

Система ИИ постоянно мониторит (тестирует) себя и свой театр действий, свою среду радикалов и сертифицирует ее на целостность и гомеостаз. При этом целостность восстанавливается с учетом многокритериальной оптимизации затрат времени, материальных, финансовых, энергетических и других ресурсов.

Вопрос целостности решается с учетом многокритериальной оптимизации разного вида затрат и учета текущей ситуации и обстановки.

Заключение. Техносфера АСПУ

С появлением искусственных технических умных систем с элементами ИИ в ноосфере Земли [3] появляется новый системный революционный эффект — *техносфера АСПУ*.

Вот некоторые воображаемые стороны новой реальности жизни. Представим себе совсем близкое будущее, когда во дворах жилых домов, на обочинах дорог, на площадках у магазинов и офисов, у мест отдыха не будет совсем стоянки припаркованных личных автомобилей, которые часами ожидают своих хозяев. Все автомобили будут только при делах, в движении. Они будут беспилотными, без водителей, но с эффективными элементами ИИ. Такая же новая картина жизни будет на Земле в логистике, в сервисном обслуживании, в любом транспорте,

на любом производстве, в спорте, в космосе [10] и др. Сейчас даже не всё новое можно себе представить, но оно придёт.

Приведем в заключение слова академика В. И. Вернадского: «Научное мировоззрение, проникнутое естествознанием и математикой, есть величайшая сила не только настоящего, но и будущего» [3]. По-видимому, придёт время единого для техники и человека делового языка интеллектуального общения, радикального языка интерфейса ЕИ человека и глобальной сетевой техносферы АСПУ.

Рецензент: Емелин Николай Михайлович, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, главный научный сотрудник Государственного научно-методического центра Минобрнауки РФ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: nme47@mail.ru

Литература

1. Васенин В. А., Пирогов М. В., Чечкин А. В. Информационно-системная безопасность критических систем. М. : Курс, 2018. 352 с.
2. Ващекин А. Н., Ващекина И. В. Искусственный интеллект в судебной системе: задачи и методы // Правовая информатика. 2023. № 3. С. 65—74. EDN: QCPFAT.
3. Вернадский В. И. О науке. Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль. Дубна : Феникс, 1997. 576 с. (Часть 3. Научная мысль как планетное явление. С. 303—538.)
4. Воронков Г. С., Чечкин А. В. Проблемы моделирования сенсориума и языковой системы естественного интеллекта индивидуума // Интеллектуальные системы. 1997. Т. 2. Вып. 1-4. С. 35—54.
5. Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем : монография. Кн. вторая. Базы данных. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 212 с.
6. Курцвейл Рэй. Эволюция разума. М. : Э, 2016. 448 с.
7. Ловцов Д. А. Теория защищенности информации в эргасистемах : монография. М. : РГУП, 2021. 276 с. ISBN 978-5-93916-896-0.
8. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения проблем. М. : Вильямс, 2003.
9. Павлов И. П. Лекции о работе больших полушарий головного мозга. М. : Эксмо, 2017. 480 с. ISBN 978-5-699-81061-1.
10. Потюпкин А. Ю. Управление многоспутниковыми космическими системами : монография. М. : Инфра-инженерия, 2024. 288 с.
11. Потюпкин А. Ю., Чечкин А. В. Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности : монография. М. : Курс, 2019. 382 с.
12. Федосеев С. В. Применение современных технологий больших данных в правовой сфере // Правовая информатика. 2018. № 4. С. 50—58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.
13. Чечкин А. В. Математическая информатика. М. : Наука, 1991. 414 с.
14. Чечкин А. В. Тезис о наличии искусственного интеллекта // Интеллектуальные системы. 2021. Т. 25. № 1. С. 29—49.
15. Чечкин А. В. Элементы искусственного интеллекта умных систем // Правовая информатика. 2022. № 1. С. 15—23. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-15-23.

THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ULTRASYSTEM

Aleksandr Chechkin, Dr.Sc. (Physics & Mathematics), USSR State Prize Laureate, Honoured Figure of Higher Education of the Russian Federation, Professor at the Peter the Great Military Academy, Professor at the Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation. E-mail: a.chechkin@mail.ru

Keywords: ultrasystem, artificial intelligence, automated system, smart system, redundant system, cognitive requirements, environment of radicals, radicals modelling, information and system security, principles.

Abstract

Purpose of the paper: improving the research and methodological basis of the legal cybernetics theory.

Methods used: system analysis, conceptual logical and mathematical ("radical") modelling as well as programming of different-purpose automated systems.

Study findings: a justification is given for a new approach to automated systems taking into account the presence of artificial intelligence elements and the leading role of the interface language used in such systems for communication between humans and smart technical systems. Artificial intelligence methodological principles and the leading role of the ultrasystem as a subsystem for ensuring information and system security as well as the interface of its communication with the natural intelligence of the human host are discussed.

References

1. Vasenin V. A., Pirogov M. V., Chechkin A. V. Informatsiono-sistemnaia bezopasnost' kriticheskikh sistem. M. : Kurs, 2018. 352 pp.
2. Vashchekin A. N., Vashchekina I. V. Iskusstvennyi intellekt v sudebnoi sisteme: zadachi i metody. Pravovaia informatika, 2023, No. 3, pp. 65–74. EDN: QCPFAT.
3. Vernadskii V. I. O nauke. T. 1. Nauchnoe znanie. Nauchnoe tvorchestvo. Nauchnaia mysl'. Dubna : Feniks, 1997. 576 pp. (Chast' 3. Nauchnaia mysl' kak planetnoe iavlenie, pp. 303–538.)
4. Voronkov G. S., Chechkin A. V. Problemy modelirovaniia sensoriuma i iazykovoi sistemy estestvennogo intellekta individuum. Intellektual'nye sistemy, 1997, t. 2, vyp. 1-4, pp. 35–54.
5. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem : monografiia. Kn. vtoraiia. Bazy dannykh. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 212 pp.
6. Kurtsveil Rei. Evoliutsiia razuma. M. : E, 2016. 448 pp.
7. Lovtsov D. A. Teoriia zashchishchennosti informatsii v ergasistemakh : monografiia. M. : RGUP, 2021. 276 pp. ISBN 978-5-93916-896-0.
8. Liuger Dzh.F. Iskusstvennyi intellekt. Strategii i metody resheniia problem. M. : Vil'iams, 2003.
9. Pavlov I. P. Lektsii o rabote bol'shikh polusharii golovnogo mozga. M. : Eksmo, 2017. 480 pp. ISBN 978-5-699-81061-1.
10. Potiupkin A.Iu. Upravlenie mnogosputnikovymi kosmicheskimi sistemami : monografiia. M. : Infra-inzheneriia, 2024. 288 pp.
11. Potiupkin A.Iu., Chechkin A. V. Iskusstvennyi intellekt na baze informatsionno-sistemnoi izbytochnosti : monografiia. M. : Kurs, 2019. 382 pp.
12. Fedoseev S. V. Primenenie sovremennykh tekhnologii bol'shikh dannykh v pravovoi sfere. Pravovaia informatika, 2018, No. 4, pp. 50–58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.
13. Chechkin A. V. Matematicheskaia informatika. M. : Nauka, 1991. 414 pp.
14. Chechkin A. V. Tezis o nalichii iskusstvennogo intellekta. Intellektual'nye sistemy, 2021, t. 25, No. 1, pp. 29–49.
15. Chechkin A. V. Elementy iskusstvennogo intellekta umnykh sistem. Pravovaia informatika, 2022, No. 1, pp. 15–23. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-15-23.

КРИМИНАЛИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСТУПЛЕНИЙ В СФЕРЕ ИСКУССТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Пискунова Е.В.¹

Ключевые слова: преступления в сфере искусства, цифровизация, компьютерные технологии, искусственный интеллект, мошенничество в сфере искусства, плагиат, судебная искусствоведческая экспертиза, компьютерно-техническая экспертиза, криминалистическая характеристика преступления, Интернет, авторские права.

Аннотация

Цель работы: исследовать влияние глобальной цифровизации на криминалистическую характеристику преступлений в сфере искусства.

Методы исследования: системный анализ, аналогия, сравнение, историко-правовой анализ, информационно-правовое моделирование, экстраполяция.

Результаты: выявлены актуальные тенденции трансформации криминалистической характеристики преступлений в сфере искусства, обусловленные процессом цифровизации; установлено, что наиболее подробно рассматриваются мошенничество и плагиат, в которых изменения наиболее заметны, отмечаются отдельные изменения, коснувшиеся уничтожения культурных ценностей, незаконного изготовления и распространения порнографии, экстремизма; определены новые возможности совершения преступлений в сфере искусства с использованием искусственного интеллекта и других компьютерных технологий и то, как эти возможности меняют портрет типичного преступника в этой области; сделан вывод о том, как выявленные тенденции влияют на процесс расследования, в частности, о необходимости назначения компьютерно-технической экспертизы.

EDN: QJYNHN

Введение

Цифровизация сегодня — не просто модное слово, а объективный процесс, меняющий все сферы человеческой жизни. Под ее воздействием меняются и преступная деятельность: «современные технологии, Интернет и киберпространство изменили природу, типы и обстоятельства преступлений и преступников» [6], и деятельность по раскрытию и расследованию преступлений: «цифровая трансформация процесса расследования — в настоящий момент реальный тренд реформирования подходов к выявлению и расследованию преступлений» [7].

Криминалистическая характеристика преступлений дает представление о закономерностях действий преступника, потерпевшего и обусловленности результатов этих действий условиями обстановки происходящего события, и, как следствие, вооружает следователя пониманием направления поиска следов преступления [5], но только в том случае, если

включает в себя актуальные данные. Поэтому важно отслеживать те изменения, которые происходят в той или иной сфере преступной деятельности для своевременного обновления криминалистической характеристики соответствующего вида преступлений.

Преступления в сфере искусства нельзя назвать хорошо проработанной категорией ни в уголовно-правовом, ни в криминологическом, ни в криминалистическом смыслах и без цифровизации: она включает слишком разные преступления, так или иначе нарушающие право человека на культуру — с очень разными составами и механизмами преступления. Вместе с тем «вопрос разработки стратегии противодействия преступлениям в сфере искусства и выработки механизмов защиты культурного наследия определен в качестве одного из наиболее приоритетных вопросов на Конференции участников Конвенции ООН против транснациональной организованной преступности. При этом в связи с тем, что в настоящее время данная группа преступлений стала представлять собой

¹ Пискунова Елена Владимировна, кандидат юридических наук, доцент кафедры судебных экспертиз и криминалистики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: new_elen@inbox.ru

возрастающую угрозу, Организацией Объединенных Наций отмечена важность также и совершенствования национальных мер противодействия, в том числе национального уголовного законодательства, устанавливающего ответственность за такие преступления» [3].

В связи с этим, а также учитывая, что криминалистика имеет также и прогностическую функцию, представляется целесообразным проследить хотя бы некоторые актуальные тенденции трансформации отдельных аспектов криминалистической характеристики преступлений в сфере искусства, связанные с глобальным процессом цифровизации.

Существуют разные точки зрения о том, какие составы входят в категорию «преступления в сфере искусства». Представляется, что наиболее полный перечень выглядит следующим образом: преступления, связанные с незаконным оборотом, уничтожением или повреждением культурных ценностей (ст. 164, 190, 226.1, 243 УК РФ); хищения посредством мошенничества, связанного с использованием поддельных произведений искусства или других культурных ценностей (ст. 159 УК РФ); плагиат (ст. 146 УК РФ) и те преступления, в которых источником общественной опасности признаются сами произведения — незаконное распространение порнографических материалов (порнографии) или предметов порнографического содержания (ст. 242 УК РФ) и о возбуждении ненависти либо вражды, а равно об унижении достоинства человека либо группы лиц по признакам пола, расы, национальности, языка, происхождения, отношения к религии, а равно принадлежности к какой-либо социальной группе, совершенные публично или с использованием средств массовой информации (ст. 282 УК РФ)².

Нельзя сказать, что все перечисленные преступления подверглись влиянию цифровизации в одинаковой степени. Пожалуй, наиболее ярко влияние компьютерных технологий заметно в сфере мошенничества и плагиата.

Цифровизация мошенничества в сфере искусства

Представляется, что самым ранним и наиболее заметным случаем кибермошенничества в сфере искусства можно назвать деятельность К. Уолтона (рис. 1), С. Бича и К. Феттермана, которые в период с 1999 по 2000 гг. продали на *eBay* поддельных произведений искусства на сумму более 450 000 долларов США³. Они приобретали малоценные произведения искусства, дополняли их подписями или другими элементами, чтобы придать схожесть с произведениями известных авторов, фотографировали,

снабжали завуалированным описанием и выставляли на торги на электронной площадке. Преступники не утверждали напрямую, что продают действительно ценное произведение, но таким образом составляли текст описания и подбирали фотографии, что потенциальные покупатели, в первую очередь профессиональные коллекционеры и искусствоведы, начинали «видеть» в них шедевры. Кроме того, преступники создали более 40 фальшивых счетов на *eBay* и искусственно повышали цену на торгах, тем самым еще больше подстегивая интерес покупателей. По существу, в данном случае мошенники использовали методы *социальной инженерии* — термин, обычно используемый для описания механизма совершения кибермошенничества [8], когда преступник, манипулируя сознанием пользователя социальной сети или другого интернет-ресурса, заставляет его добровольно перевести средства или сообщить персональные данные.

На примере этого дела хорошо видны черты сходства и различия между традиционным мошенничеством в сфере искусства и мошенничеством в сфере искусства, совершенного с использованием компьютерных технологий, а также возможные тенденции развития этой категории преступлений. В традиционном мошенничестве в сфере искусства, таком, как, например, организованное и совершенное четой Бельтракки⁴ (см. рис. 1), обязательно участие «гениального фальсификатора» — человека, который своими руками может настолько хорошо подделать произведение искусства, что ему поверят даже эксперты-искусствоведы. Более простой способ — «перелицовка», когда менее значимое произведение примерно того же периода выдается за настоящий шедевр путем добавления нескольких узнаваемых деталей — признаков творческого стиля того или иного художника. Этот способ также требует от мошенника художественных навыков и искусствоведческих знаний. В способе совершения мошенничества преступной группой К. Уолтона тоже присутствуют элементы «перелицовки», однако требующие минимальных художественных навыков; знания в искусствоведении требовались существенные, поскольку требовалось правильно составить описание, которое привлечет внимание покупателей.

Вместе с тем основной акцент в механизме обмена смещается в сторону *компьютерных технологий*: подделки такого уровня, в отличие от традиционных, не могли бы быть проданы все на электронной торговой площадке и без использования фальшивых аккаунтов для искусственного создания ажиотажа, заставляющего покупателя принимать решения эмоционально и в очень сжатые сроки.

² Пискунова Е.В. Криминалистическое обеспечение расследования преступлений в сфере искусства: судебно-искусствоведческая экспертиза: дисс. ... канд. юр. наук. М., 2013.

³ Walton K. Fake: Forgery, Lies, & Ebay. Simon and Schuster, 2006. 304 p.

⁴ Hammer J. The Greatest Fake-Art Scam in History? Vanity Fair, 2012. URL: <https://www.vanityfair.com/culture/2012/10/wolfgang-beltracchi-helene-art-scam> (дата обращения: 02.11.2023).



В. Бельтракки⁵, фальсификатор, обладает широкими познаниями в сфере искусства, гениальный художник, не использовал компьютерные технологии для совершения преступлений

К. Уолтон⁶, фальсификатор, обладает познаниями в сфере искусства, но не художник, использовал компьютерные технологии для совершения преступлений



Лицо, обладающее минимальными знаниями в сфере искусства, но в совершенстве владеющее всеми возможностями использования компьютерных технологий, ближе к кибермошеннику, чем к преступнику в сфере искусства

Рис. 1. Фальсификаторы произведений искусства

Представляется, что использование возможностей искусственного интеллекта в совокупности с доступом к высококачественным цифровым копиям произведений искусства (выполненным в том числе с помощью технологий *гигапиксельной панорамной фотосъемки*) музейных фондов всего мира [11], а также к электронным версиям научных работ по искусствоведению, делает возможным совершение мошенничества в сфере искусства без участия лиц, обладающих художественными знаниями и навыками. Способы совершения мошенничества в сфере искусства и типичный портрет преступника (см. рис. 1) будут всё ближе к этим же элементам криминалистической характеристики обычного кибермошенничества.

Кроме того, компьютерные технологии предоставляют новые возможности для фальсификации провенанса (от фр. *provenance* «происхождение, источник») — истории бытования продаваемого произведения. И речь не только об использовании возможностей фоторедакторов вроде *Adobe Photoshop* или компьютерных устройств, вроде плоттера (графопостроителя) или роботизированной руки для фальсификации документов, например, о купле-продаже поддельного произведения или заключения эксперта-искусствоведа, якобы сопровождавшего сделку. В настоящее время возможна более масштабная фальсификация провенанса подделки: фейковые электронные выставки и каталоги, поддельные новости в цифровых СМИ, вирусные видео, на которых как бы случайно заснято продаваемое произведение, бурное обсуждение в социальных сетях. При этом если ложная информация в сомнительном источнике наберет значительное количество просмотров и «лайков», высока вероятность, что она начнет дублироваться и официальными сайтами.

Цифровизация и плагиат в искусстве

Вторая категория преступлений в сфере искусства, испытывающая заметное влияние цифровизации — плагиат.

Вопросы о влиянии цифровизации, среди прочего, на появление нейросетей, генерирующих изображение и тексты на основе введенных пользователем словесных дескрипторов, на институт авторского права в целом и на отдельные проблемы правового регулирования в связи с «творчеством» нейросетей, в настоящее время дискутируются довольно остро в научной среде [4, 10], а в реальной жизни проявляются в виде забастовок художников против искусственного интеллекта⁷ или исков к создателям нейросетей⁸.



Рис. 2. Изображения Патрика Кариу в картине Ричарда Принса⁹

⁷ URL: <https://rg.ru/2022/12/15/stachka-na-artstation-hudozhniki-buntuiut-protiv-iskusstvennogo-intellekta.html>

⁸ URL: <https://rg.ru/2023/01/16/hudozhniki-podali-v-sud-na-sozdatelej-nejrosetej-midjourney-i-stable-diffusion.html>

⁹ URL: <https://advokat-nagorny.ru/files/appropriation-art/Cariou-v-Prince.jpg>

⁵ URL: https://artinvestment.ru/news/artnews/20211011_beltracchi_nfts.html#!

⁶ URL: <https://webartacademy.com/fake-forgery-lies-ebay>

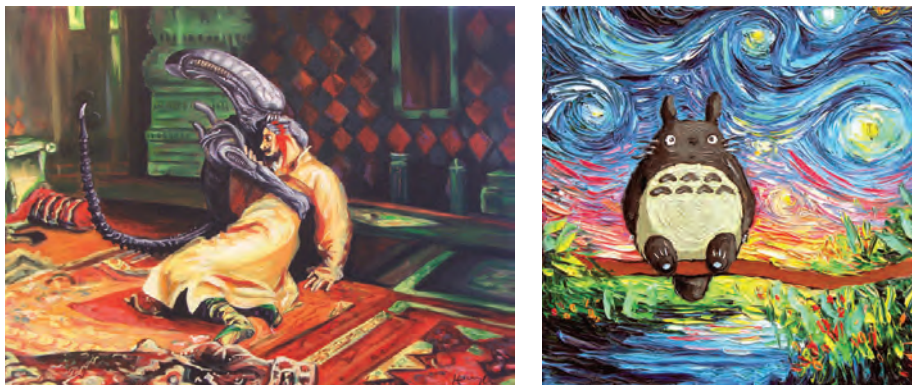


Рис. 3. Примеры мэшап-работ¹⁰

Стоит заметить, что плагиат в искусстве и без компьютерных технологий был неоднозначной темой: грань между *апроприацией* — направлением в искусстве, связанном с более или менее прямым использованием в произведении искусства реальных предметов или даже других произведений искусства, и плагиатом довольно тонкая. В качестве иллюстрации проблемы можно привести спор¹¹ между Р. Принсом и П. Кариу. В конце 2008 г. в нью-йоркской галерее Ларри Гагосяна прошла выставка работ Принса под названием *Canal Zone* («Зона Панамского канала»), на которой экспонировались картины с изображениями *ямайских растаманов* (представителей молодежной субкультуры). Для создания этих произведений художник использовал фотографии Кариу из книги *Yes Rasta*, опубликованной в 2000 г. В январе 2009 г. Кариу подал в суд на Принса, обвинив его в нарушении авторских прав. Спустя два года, в марте 2011 г., американский суд признал Принса виновным. Все полотна, находящиеся во владении художника и его дилера Гагосяна, было предписано конфисковать и уничтожить. Однако Принс и представляющая его интересы галерея Гагосяна подали апелляцию в Федеральный апелляционный суд Нью-Йорка, который и отменил на днях предыдущее решение окружного суда. Большая часть работ Принса (25 из 30) была признана достаточной «трансформацией», а значит, использование оригинальных снимков Кариу попадает под термин «правомерного использования» (*“fair use”*) и не является нарушением авторских прав. «Эти 25 произведений Принса несут совершенно другую эстетику, нежели фотографии Кариу, — заключил судья Паркер. — Если миролюбивые портреты и пейзажи Кариу с продуманной композицией передают естественную красоту растаманов и окружающей их природы, то грубые и резкие работы Принса, напротив, выглядят сумбурными и провокационными»¹².

¹⁰ URL: <https://mymodernmet.com/starry-night-pop-culture-ajakusick/>, <https://new-creator.info/for-fun/pop-interpretations-of-famous-paintings-by-hillary-white>

¹¹ URL: https://artinvestment.ru/news/artnews/20130429_prince_vs_cariou.html

¹² Там же.

Цифровизация общества еще больше усложнила ситуацию с точки зрения проведения границы между плагиатом и допустимым заимствованием с творческой переработкой. Например, в культурологии обсуждается феномен «мэшап» (от сленг. англ. *mash-up* — смешивать композиции) — произведения музыки, литературы, кино и изобразительного искусства, состоящие из чужих узнаваемых, иногда культовых произведений. Интернет и цифровые технологии являются основой для создания мэшапов. Оригинальность мэшапа заключается в парадоксальном сочетании отдельных составляющих, в творческом миксе различных систем ценностей для получения нового оригинального продукта (рис. 3). Хотя мэшап сопровождается проблемами авторского права и обвинениями в плагиате, тем не менее созданные произведения отличает оригинальность, что свидетельствует о креативности и самостоятельности мэшап-продукта. Мэшап направлен на интеллектуального потребителя, поскольку использует узнаваемые знаковые произведения, которые входят в культурный багаж образованного человека [1].

Таким образом, представляется, что глобальные процессы цифровизации могут привести не просто к трансформации отдельных элементов криминалистической характеристики плагиата в сфере искусства, а к изменению самой концепции регулирования авторских и других интеллектуальных прав, поскольку речь идет о новых культурных феноменах.

С другой стороны, есть и менее глобальный пласт рассматриваемой проблемы. Компьютерные технологии, в том числе цифровые копии огромного количества произведений, программное обеспечение для редактирования текстов, изображений и музыки, технологии искусственного интеллекта упрощают недобросовестное копирование и использование полученных объектов в корыстных целях для любого пользователя, не обладающего какими-либо знаниями и навыками в сфере искусства. Это может привести к расширению круга лиц, совершающих подобные правонарушения и преступления, а также к появлению новой категории «жертв» плагиата.

«Мне нужен был логотип для странички в социальной сети. Чтобы его сделать, я воспользовалась

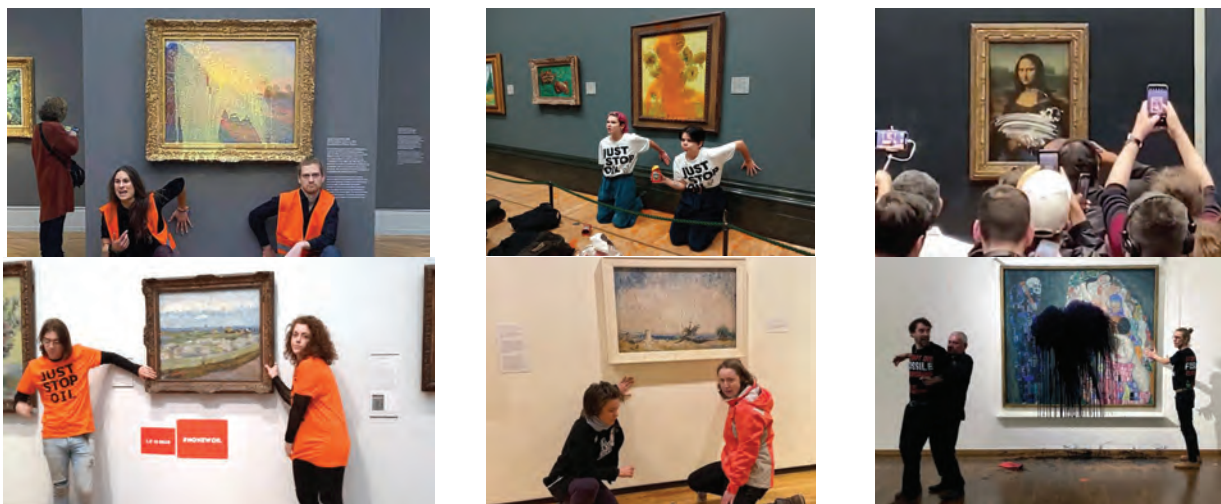


Рис. 4. Отдельные примеры волны «экоактивизма» в музеях за последние 2 года¹³

нейросетью. Скачивание результата было платным. Чтобы не платить, я просто сделала скриншот изображения, потом немного дорисовала логотип вручную и вот теперь использую»¹⁴, — эта на первый взгляд безобидная история наглядно иллюстрирует существующее новое широкое поле возможностей для плагиата в искусстве. Степень общественной опасности и квалификация подобных деяний будет зависеть от «масштабов» и стоимости созданного таким образом произведения, а также целей его использования (в данном случае изображение используется для личных целей, но оно могло быть, например, продано или выставлено в галерее). Кто является «жертвой» в подобных правонарушениях, чьи права в данном случае нарушены? Представляется, что права создателей или владельцев использованной нейросети.

Влияние цифровизации на иные категории преступлений

Цифровизация, безусловно, коснулась и остальных категорий преступлений в сфере искусства: Интернет и Даркнет используются как площадки и для незаконного распространения порнографии, и для распространения сообщений экстремистской направленности (равно как и для торговли оружием, наркотиками и людьми [2]); искусственный интеллект используется

для генерирования порнографических изображений (в том числе, с применением технологии «дипфейк») и др. То есть в целом преступления в сфере искусства также подвержены процессу компьютеризации, как и вся остальная преступность сегодня [9].

Для полноты обзора представляется важным отметить еще одну тенденцию, связь которой с цифровизацией общества не очевидна. За последние два года по всему миру прокатилась волна акций протеста экоактивистов (рис. 4), которые для привлечения внимания к проблемам экологии повреждают значимые произведения искусства (обливают супом, краской, приклеивают себя к ним и др.)¹⁵. Раньше преступления, связанные с уничтожением или повреждением произведений искусства непосредственно в залах музеев, «среди бела дня», носили единичный характер и совершались обычно людьми, страдающими теми или иными психическими расстройствами. Но эта новая волна — явление другого характера. Выбор места проведения подобных акций, скорее всего, не случаен и связан с тем, что подобные истории широко освещаются в СМИ, а также попадают на камеры мобильных телефонов посетителей и быстро распространяются в Сети. Представляется, что это явление — все же косвенное следствие цифровизации общества, однако такой вывод и более точное выявление внутренних корреляций этих процессов требует дальнейших исследований.

Заключение

Итак, можно сказать, что процесс цифровизации затронул все категории преступлений в сфере искусства, хотя мошенничество и плагиат подверглись влиянию повсеместного использования компьютерных технологий более других. Компьютерные технологии изменили способ совершения многих престу-

¹³ URL: https://cdn.iz.ru/sites/default/files/inline/2022-10-14T122225Z_438668644_RC201X94PDFM_RTRMADP_3_BRITAIN-PROTEST-VANGOGH.JPG; URL: https://cdn.iz.ru/sites/default/files/styles/900x506/public/news-2022-11/2022-10-23T000000Z_450890739_MT1ABCPR829293002_RTRMADP_3_ABACA-PRESS.JPG.jpg?itok=GjyX6bf7; URL: <https://runews24.ru/articles/18/11/2022/964ae8f31bfb4340dc3800474b122777>

¹⁴Из интервью, проведенного в рамках студенческого научного проекта «Компьютерные технологии в совершении и расследовании преступлений в сфере искусства» студентов, обучающихся по специальности 40.05.03 — «Судебная экспертиза» РГУП, Алатыревой Е., Викторовой К., Синяевой Д., Старостина А., Шатерниковой А., Шенкевича И.

¹⁵ URL: <https://rg.ru/2022/11/05/pochemu-ekoaktivisty-atakuiut-kartiny.html>; URL: <https://knife.media/gioconda-cake/>

Информационные и электронные технологии в правовой сфере

плений и портрет типичного преступника, создали дополнительные благоприятные условия для подготовки, совершения подобных преступлений и сокры-

тия следов. Результаты проведенного исследования и полученные выводы можно изобразить схематически (рис. 5).

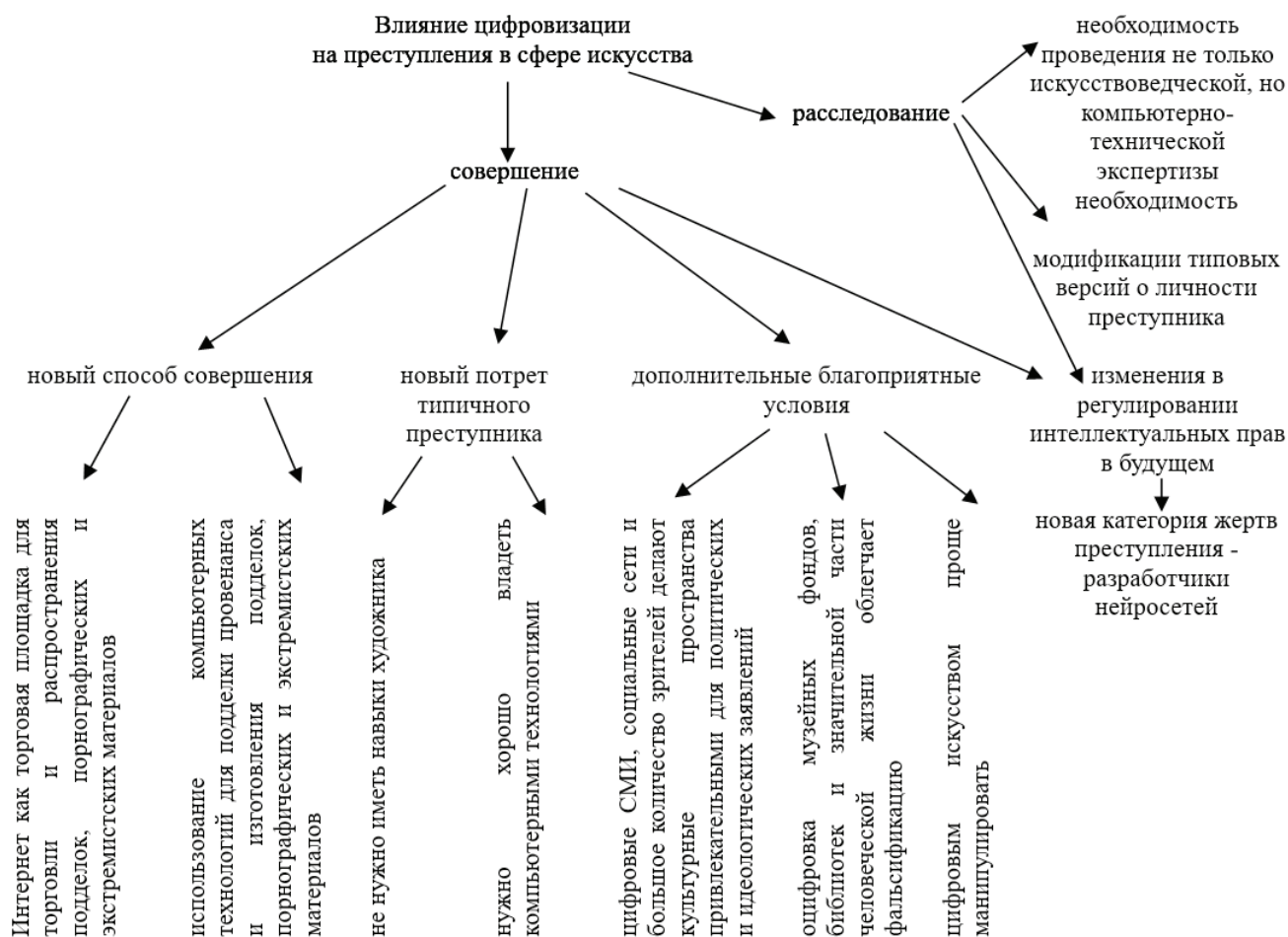


Рис. 5. Схема результатов и выводов проведенного исследования

Для процесса расследования преступлений в сфере искусства все перечисленные тенденции означают, во-первых, необходимость назначения в большинстве случаев не только судебной искусствоведческой экспертизы, но и компьютерно-технической (или различных

комбинаций комплексных исследований с привлечением экспертов в области компьютерных технологий), а во-вторых, необходимость расширения криминалистической характеристики и психологического профиля типичного преступника.

Рецензент: **Моисеева Татьяна Федоровна**, доктор юридических наук, кандидат биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой судебных экспертиз и криминалистики имени Н.В. Радутной Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: moiseevatf@mail.ru

Литература

1. Антонян К.Г., Соколова Н.А., Левшина О.Н. Культура мэшап: стратегии апроприации // Вестник Мос. гос. лингв. ун-та. Гуманитарные науки. 2022. Вып. 8 (863). С. 144—151. DOI: 10.52070/2542-2197_2022_8_863_144.
2. Арсланова А.Р. Даркнет как площадка для совершения преступлений // Закон и право. 2022. № 7. С. 140—142. DOI: 10.24412/2073-3313-2022-7-140-142. EDN: SHHSQI.
3. Ковтун Ю.С. Дискуссионные вопросы составов преступлений в сфере искусства в уголовном законодательстве Российской Федерации // Актуальные проблемы российского права. 2020. Т. 15. № 4. С. 110—117. DOI: 10.17803/1994-1471.2020.113.4.110-117.

4. Михалёва Т.Н. Правовое обеспечение цифровизации искусства // RUDN Journal of Law. 2023. Т. 27. № 1. С. 117—134.
5. Прошин В.М. Прикладное значение криминалистической характеристики преступлений // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2023. № 2. С. 146—148.
6. Райеджиан Асли, М. (2023). Цифровые тренды криминологии и уголовного правосудия XXI века. Journal of Digital Technologies and Law, 1(1), с. 235—250. DOI: 10.21202/jdtl.2023.9 .
7. Смушкин А.Б. Цифровая трансформация процесса расследования как объективная реальность // Вестник СПбГУ. Сер. 14. Право. 2023. № 1. С. 90—108.
8. Старостенко Н.И. Понятие и виды методов социальной инженерии, применяемых при совершении преступлений в сфере информационно-телекоммуникационных технологий // Вестник Нижегород. акад. МВД России. 2023. № 1 (61). С. 152—159. DOI: 10.36511/2078-5356-2023-1-152-159 .
9. Теппеев А.А. Способы совершения и проблемы квалификации преступлений, совершаемых с использованием сети Интернет // Право и управление. 2023. № 3. С. 130—133.
10. Черкашина Н.В., Бартко И.А., Смирнов Т.И. Специфика и сущность авторских прав на цифровые произведения, товары и результаты действий нейросети // Право и государство: теория и практика. 2023. № 1 (217). С. 156—158. DOI: 10.47643/1815-1337_2023_1_156 .
11. Юмашева Ю.Ю., Гук Д.Ю. Информационные технологии в научно-исследовательской деятельности музеев: от электронных каталогов к методам искусственного интеллекта // Историческая информатика. 2022. № 3 (41). С. 114—155. DOI: 10.7256/2585-7797.2022.3.38813 . EDN: CJBDOV.

A CRIMINALISTIC CHARACTERISATION OF ART CRIMES IN THE CONDITIONS OF DIGITALISATION

Elena Piskunova, Ph.D. (Law), Associate Professor at the Department of Forensic Examinations and Criminalistics of the Russian State University of Justice, Moscow, Russian Federation.

E-mail: new_elen@inbox.ru

Keywords: *art crimes, digitalisation, computer technology, artificial intelligence, art fraud, plagiarism, forensic art examination, computer and technical examination, criminalistic characterisation of offence, Internet, copyright.*

Abstract

Purpose of the work: studying the impact of global digitalisation on the criminalistic characterisation of art crimes.

Methods of study: system analysis, analogy, comparison, historical and legal analysis, information and legal modelling, extrapolation.

Study findings: current tendencies in the transformation of the criminalistic characterisation of art crimes caused by digitalisation process are identified. It is established that fraud and plagiarism where the changes are most noticeable are examined in more detail. A number of changes related to destruction of cultural property, illegal production and distribution of pornography, and extremism are noted. New opportunities for committing art crimes using artificial intelligence and other computer technology are identified, as well as the way these opportunities change the portrait of a typical criminal in this field. A conclusion is made on how the identified tendencies impact the investigation process, in particular, if there is a need to order a computer and technical examination.

References

1. Antonian K.G., Sokolova N.A., Levshina O.N. Kul'tura meshap: strategii apropiatsii. Vestnik Mos. gos. lingv. un-ta. Gumanitarnye nauki, 2022, vyp. 8 (863), pp. 144–151. DOI: 10.52070/2542-2197_2022_8_863_144 .
2. Arslanova A.R. Darknet kak ploshchadka dlia soversheniia prestuplenii. Zakon i pravo, 2022, No. 7, pp. 140–142. DOI: 10.24412/2073-3313-2022-7-140-142. EDN: SHHSQI.
3. Kovtun Iu.S. Diskussionnye voprosy sostavov prestuplenii v sfere iskusstva v ugovnom zakonodatel'stve Rossiiskoi Federatsii. Aktual'nye problemy rossiiskogo prava, 2020, t. 15, No. 4, pp. 110–117. DOI: 10.17803/1994-1471.2020.113.4.110-117 .
4. Mikhaleva T.N. Pravovoe obespechenie tsifrovizatsii iskusstva. RUDN Journal of Law, 2023, t. 27, No. 1, pp. 117–134.
5. Proshin V.M. Prikladnoe znachenie kriminalisticheskoi kharakteristiki prestuplenii. Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki, 2023, No. 2, pp. 146–148.
6. Raiedzhian Asli, M. (2023). Tsifrovye trendy kriminologii i ugovnogo pravosudiia XXI veka. Journal of Digital Technologies and Law, 1(1), pp. 235–250. DOI: 10.21202/jdtl.2023.9 .

7. Smushkin A.B. Tsifrovaia transformatsiia protsessa rassledovaniia kak ob"ektivnaia real'nost'. Vestnik SPbGU, ser. 14. Pravo, 2023, No. 1, pp. 90–108.
8. Starostenko N.I. Poniatie i vidy metodov sotsial'noi inzhenerii, primeniaemykh pri sovershenii prestuplenii v sfere informatsionno-telekommunikatsionnykh tekhnologii. Vestnik Nizhegor. akad. MVD Rossii, 2023, No. 1 (61), pp. 152–159. DOI: 10.36511/2078-5356-2023-1-152-159.
9. Teppeev A.A. Sposoby soversheniia i problemy kvalifikatsii prestuplenii, sovershaemykh s ispol'zovaniem seti Internet. Pravo i upravlenie, 2023, No. 3, pp. 130–133.
10. Cherkashina N.V., Bartko I.A., Smirnov T.I. Spetsifika i sushchnost' avtorskikh prav na tsifrovye proizvedeniia, tovary i rezul'taty deistvii neiroseti. Pravo i gosudarstvo: teoriia i praktika, 2023, No. 1 (217), pp. 156–158. DOI: 10.47643/1815-1337_2023_1_156.
11. Iumasheva Iu.Iu., Guk D.Iu. Informatsionnye tekhnologii v nauchno-issledovatel'skoi deiatel'nosti muzeev: ot elektronnykh katalogov k metodam iskusstvennogo intellekta. Istoricheskaiia informatika, 2022, No. 3 (41), pp. 114–155. DOI: 10.7256/2585-7797.2022.3.38813. EDN: CJBDOV.

ЦИФРОВОЙ ТАМОЖЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И НАДЗОР: ЭВОЛЮЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РЕГУЛЯЦИИ

Агамагомедова С.А.¹

Ключевые слова: цифровые технологии, таможенный контроль и надзор, мониторинг, налоговый контроль, финансовый контроль, искусственный интеллект, цифровой двойник, проверка.

Аннотация

Цель статьи: обоснование этапов эволюции и выделение современных тенденций правового регулирования цифрового таможенного контроля и надзора.

Использованные методы: исторический и сравнительно-правовой (для выделения и характеристики этапов цифровизации таможенного контроля и надзора, обоснования специфики его новых инструментов), методы систематизации и классификации (для построения соотношения категорий автоматизации, формализации, цифровизации таможенного контроля и надзора), формально-юридический (для выделения тенденций регуляции цифрового таможенного контроля и надзора).

Результат. На основе проведенного анализа сделаны выводы, связанные с обоснованием эволюции таможенного контроля и надзора с учетом процессов цифровизации. Цифровые технологии в административных процедурах таможенного контроля и надзора начинают применяться с начала 2000-х годов, что было обусловлено как внедрением положений международных стандартов в области таможенного регулирования в отечественное законодательство, так и факторами национального уровня развития цифровизации. Обзор развития цифровых технологий в системе таможенного контроля и надзора от внедрения электронного таможенного декларирования до использования «цифровых двойников» при проведении таможенной проверки позволил сделать вывод об эффективности контрольно-надзорной деятельности таможенных органов как цели цифровизации. Автором обосновано соотношение автоматизации и формализации применительно к контролю и надзору, а в цифровизации таможенного контроля и надзора выделено два аспекта: информационно-технологический и административно-процедурный.

Цифровизация позиционируется автором в качестве основания для внедрения новых инструментов таможенного контроля и надзора, одним из которых выступает таможенный мониторинг. Последний рассматривается в качестве меры, обеспечивающей проведение цифрового таможенного контроля и надзора, в регуляции которой повышается роль индивидуального регулирования, и основанной на цифровой открытости и взаимном доверии.

EDN: ZWBQRK

Введение

Ведущие ученые справедливо констатируют тот факт, что технологии и их развитие — давно уже не просто цель регулирования, они — самостоятельный актор, «провоцирующий» новые формы и расширяющий возможности регуляции, обогащающий юридический инструментарий [1, с. 226]. Технологии вошли во все области нашей жизни и трансформировали ее настолько, что зачастую нам сложно сейчас представить то, как осуществлялось то или иное взаимодействие до технологического (цифрового) влияния на него. Безусловно, не стало в данном случае исключе-

нием взаимодействие государства с бизнесом, причем во всех формах такого взаимодействия. При этом наиболее наглядно и показательно трансформируются под воздействием информационных технологий контрольно-надзорные связи как традиционно наиболее конфликтные и напряженные с точки зрения разнонаправленности интересов, обеспечиваемых их сторонами.

Контроль и надзор в финансовой сфере подверглись цифровизации значительно раньше других областей общественных отношений. Это было обусловлено, в частности, стремительными процессами развития электронной торговли, цифровых банковских продуктов, безналичного оборота финансовых активов

¹ Агамагомедова Саният Абдулганиевна, кандидат юридических наук, доцент, Институт государства и права Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: saniyat_aga@mail.ru

и другими процессами. В этой связи уместно обозначить влияние подконтрольной (управляемой) сферы на публично-правовые инструменты регулирования общественных отношений. Как справедливо отмечал М. Н. Марченко, говоря о формах прямого воздействия государства на бизнес-институты, следует иметь в виду в плане более глубокого и разностороннего понимания механизма взаимосвязи и взаимодействия государства и бизнеса, что наряду с ним в каждой стране, на национальном, а также на региональном и глобальном уровнях, существуют, кроме того, формы обратного воздействия бизнеса на государство [2, с. 212]. Представляется, что все сложнее оценить и сравнить степень взаимодействия государства с оцифрованными механизмами воздействия и бизнеса, основанного на цифровых связях. Бесспорным в данном случае выступает лишь тезис о взаимности подобного влияния.

Цифровизация на протяжении последних десятилетий стала мощным фактором развития таможенного контроля и надзора, существенная часть которых имеют очевидную финансовую составляющую [3]. Нами предпринята попытка обозначить основные этапы эволюции и выделить современные тенденции регуляции таможенного контроля и надзора с учетом их цифровизации.

Эволюция таможенного контроля и надзора: от электронной цифровой подписи к «цифровым двойникам»

Преамбула базового международного стандарта таможенного регулирования, Международной конвенции об упрощении и гармонизации таможенных процедур (совершено в Киото 18.05.1973), или Киотской конвенции, упоминает применение современных методов осуществления таможенных процедур, к которым, помимо контроля на основе управления рисками и методов аудита, относят и максимальное практическое использование информационных технологий. Таким образом, административные процедуры таможенного контроля должны основываться на использовании информационных технологий. Несмотря на то, что в подавляющем большинстве случаев (за редким исключением, например, в Положении о Федеральной таможенной службе) законодатель использует категорию таможенного контроля, нами отстаивается позиция, заключающаяся в признании контрольной и надзорной составляющих в структуре таможенного контроля. В рамках данной статьи будут использоваться категории как таможенного контроля, так и таможенного надзора.

Внедрение подобных технологий в процедурную ткань таможенного контроля в России закономерно связано с принятием Федерального закона от 10.01.2002 № 1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи». Именно с этого времени начинается активное внедрение информационных технологий в сферу взаимодействия между таможенными органами и участ-

никами внешнеэкономической деятельности. Основой данных процессов стал перевод основного документа в практике таможенных органов — таможенной декларации на товары (ранее — грузовой таможенной декларации) — в электронный вид. Таможенная декларация традиционно относится к документам разрешительного характера (разрешение, выдаваемое в форме декларации с отметками о выпуске товаров). Электронное декларирование имело два формата: первоначально — формат ЭД1, позже — формат ЭД2. Формат ЭД1, основанный на выделенном ведомственном канале связи, просуществовал недолго и вскоре изжил себя. Формат ЭД2 был более удобен, дешевым, доступным для декларантов. Первая в стране электронная таможенная декларация была выпущена 25 ноября 2002 года по технологии «ЭД-1». Поскольку применение технологии «ЭД-1» было связано с существенными финансовыми затратами со стороны декларанта, то и объемы поданных в электронной форме деклараций были незначительными. Массовый переход на электронное декларирование начался с сентября 2009 года после внедрения технологии «ЭД-2» (подключение по сети Интернет). В октябре 2010 года все таможенные посты, принимающие декларации на товары, могли принимать их в электронной форме по сети Интернет².

Следующим важным этапом цифровизации таможенного контроля следует считать установление требования об обязательности электронной формы таможенного декларирования; это требование установлено с 1 января 2014 года. Безусловно, простая замена электронного формата подачи сведений в таможенный орган на электронный формат содержанием цифровизации таможенного контроля не является. Речь — не просто о смене форм предоставления сведений подконтрольными лицами. Представляется, что речь в данном случае идет о несколько большем. Проверка сведений, заявленных в декларации на товары (таможенной декларации), представляет собой одну из выделенных стадий таможенного контроля — текущего контроля или контроля до выпуска товаров таможенными органами. Подача таможенной декларации на товары в электронной форме фактически переводит текущий таможенный контроль (его этапы и разновидности — формально-логический контроль, документальный контроль и другие) в цифровой формат. Данный перевод осуществлялся постепенно, так, к примеру, первоначально документы, на основе которых была заполнена декларация на товары, представлялись в таможенный орган в качестве отсканированных документов (электронная копия письменного документа). Лишь позже разрешительные и иные документы начали предоставляться в формализованном виде, что существенно образом упростило документальный кон-

² С 1 января 2014 года Россия окончательно переходит на таможенное декларирование в электронной форме // Официальный сайт ФТС России. URL: <https://customs.gov.ru/press/federal/document/17235> (дата обращения: 01.05.2023).

троль таможенными органами сведений, предоставляемых при декларировании товаров.

Третьим этапом цифровизации таможенного контроля следует считать внедрение в практику таможенных органов административных процедур автоматической регистрации таможенной декларации и автоматического выпуска товаров. Этот этап также характеризуется активной апробацией целого ряда цифровых сервисов, предлагаемых подконтрольным лицам на официальном сайте Федеральной таможенной службы (ФТС) России (автоматизированный сервис «Личный кабинет»).

Современный этап цифровизации таможенного контроля связан с такими цифровыми инструментами контрольно-надзорного свойства, как «цифровые двойники» (digital twin) при проведении таможенных проверок, система прослеживаемости товаров, таможенный мониторинг и другие.

Безусловно, использование всех возможностей цифровизации таможенного контроля предыдущего и современного этапов приводит к повышению эффективности контрольно-надзорной деятельности таможенных органов. Так, по мнению Р. В. Давыдова, исследующего технологию «цифрового двойника» как основу выбора объектов таможенного контроля после выпуска товаров, под «цифровым двойником» понимается постоянно меняющаяся цифровая копия (цифровой профиль, цифровая модель) участника внешнеэкономической деятельности, позволяющая с использованием методов математического анализа оценивать и моделировать (предсказывать) поведение данного объекта или развитие связанных с ним процессов с целью определения необходимости проведения в отношении него контрольных мероприятий [4, с. 27]. В отдельных случаях исследователи сужают функционал «цифрового двойника», ограничивая его задачей повышения эффективности отдельной стадии контрольно-надзорного воздействия. Примером может служить научная позиция, согласно которой технология «цифрового двойника» позволяет более эффективно и оперативно выбирать объект таможенного контроля [5, с. 13].

Полагаем, что технология «цифрового двойника» отражает процессы цифрового профилирования в таможенной сфере, на которые оказало влияние внедрение цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта [6, с. 6].

Таким образом, эволюция использования информационных технологий в осуществлении таможенного контроля на всех стадиях развития призвана в итоге повышать эффективность контрольно-надзорной деятельности таможенных органов.

Автоматизация, формализация, цифровизация таможенного контроля и надзора

Одним из важнейших условий цифровизации таможенного контроля и надзора, а также своего рода этапом развития данной функции таможенных орга-

нов, на наш взгляд, выступает автоматизация контроля и надзора. Причем об автоматизации можно говорить как применительно ко всему рассматриваемому комплексному институту (институт таможенного контроля и надзора), так и применительно к отдельным стадиям его осуществления. Примером в последнем варианте может служить система автоматического учета и оценки результатов таможенного контроля [4, с. 31].

При исследовании автоматического таможенного контроля нами были сделаны выводы о таких его свойствах и тенденциях развития, как:

- 1) отражение углубления дифференциации таможенного контроля под воздействием информационных технологий;
- 2) реализация посредством таких таможенных операций, как автоматическая регистрация декларации на товары и автоматический выпуск товаров;
- 3) потенциальная возможность автоматизации исключительно документального таможенного контроля, осуществляемого при таможенном декларировании, то есть до выпуска товара (текущий таможенный контроль);
- 4) необходимость информационно-технического и административно-процедурного обеспечения автоматизации таможенного контроля;
- 5) отражение выборочности таможенного контроля и осуществление автоматического контроля в сферах минимального риска [7, с. 84—85].

Автоматизировать возможно лишь те направления таможенного контроля и надзора, которые возможно формализовать. Именно поэтому сложно автоматизировать контроль фактический (реализуемый, к примеру, посредством таможенного досмотра товаров в рамках конкретной товарной партии). При этом документальный контроль вполне поддается формализации: объектом такого контроля выступает информация, получаемая из формализованных электронных документов (к примеру, формализованные внешнеторговый контракт, лицензия или сертификат соответствия, предъявляемые при электронном таможенном декларировании товаров). Таким образом, при автоматизации и формализации контроля мы имеем дело не с трансформацией контрольно-надзорной связи между субъектами контрольно-надзорного взаимодействия, а с изменением формата самой информации как объекта контроля и административно-технологических процедур ее получения.

В этой связи уместно привести выводы ведущих ученых о том, что никакого иного прямого управленческого воздействия, кроме как информационно-правового, не существует [8, с. 5]. Таким образом, важным аспектом автоматизации и формализации таможенного контроля выступает формат информации и способ ее получения.

В качестве другого аспекта следует выделить трансформацию формы взаимодействия таможенного органа и подконтрольного лица. Речь идет о разработке и внедрении целого ряда цифровых сервисов взаимо-

действия таможенных органов и невластных субъектов, доступных в рамках «Личного кабинета участника внешнеэкономической деятельности» на официальном сайте Федеральной таможенной службы³. Одним из таких специализированных сервисов выступает сервис «Таможенная проверка», который включает в себя целый ряд разделов, среди которых: «Входящие документы», «Запрошенные документы», «Дела таможенного контроля», «Сведения о проверочных мероприятиях», «Результаты проверочных мероприятий (с 2019 года)», «Уведомление о проводимых формах и мерах таможенного контроля», «Ознакомление с информацией о правах и обязанностях», «Обратная связь» и другие. В данном случае мы имеем дело с интерактивным цифровым сервисом, позволяющим не просто качественным образом трансформировать процедуры контрольно-надзорного взаимодействия (речь идет прежде всего о процедурах надзорного свойства, так как таможенные проверки как основная форма таможенного контроля после выпуска товаров выступают, по нашему мнению, отражением разновидности административного надзора таможенных органов), но и «оцифровать» важные стадии и условия подобного взаимодействия.

Особую ценность при этом представляют, на наш взгляд, раздел «Дела таможенного контроля», посредством которого невластные субъекты могут не просто обмениваться информацией в рамках конкретного дела, но и отслеживать его статус, а также раздел «Ознакомление с информацией о правах и обязанностях», в рамках которого невластный субъект может не только ознакомиться с информацией о правах и обязанностях сторон проверочного мероприятия, но и подтвердить таможенному органу факт ознакомления с ними. Последнее выступает важной процессуальной составляющей административной процедуры таможенной проверки, ключевым элементом административно-процедурного статуса проверяемых лиц, гарантий защиты их прав и законных интересов и одновременно базовым условием правомерности проведения таможенной проверки и, соответственно, признания ее правовых результатов.

Таким образом, в цифровизации таможенного контроля и надзора можно выделить два аспекта: информационно-технологический и административно-процедурный. Первый заключается в изменении формата самой информации как объекта контроля и надзора, а также способов ее получения, обработки, анализа, учета. Второй аспект доминирует в надзорной составляющей таможенного контроля и надзора, находит отражение в специализированных цифровых сервисах ФТС России и заключается в цифровизации процессуальных этапов и условий контрольно-надзорного взаимодействия. Сложно сравнить и соотнести данные аспекты, притом не это является целью данного исследования. Гораздо важнее выделить их и обосновать

с точки зрения оптимизации контрольно-надзорного взаимодействия и повышения эффективности таможенного контроля и надзора, осуществляемого в цифровом формате.

Таможенный мониторинг или новые форматы цифровизации контроля и надзора

Считаем необходимым обосновать тенденции цифровизации таможенного контроля и надзора с точки зрения новых инструментов такого контроля и надзора. С 3 апреля 2023 года ФТС России осуществляет эксперимент по таможенному мониторингу. В этой связи весьма актуальным представляется научное позиционирование данного инструмента, ставшего возможным, на наш взгляд, только в условиях цифрового контроля и надзора в таможенной сфере.

Профессор С. В. Запольский справедливо обращает внимание на понимание «великой четверки»: надзора, контроля, аудита, мониторинга — как всеобъемлющего и замкнутого круга каналов получения органами власти и управления информации в режиме обратных связей [8, с. 9].

Несмотря на то, что мониторинг в современном законодательстве рассматривается с различных позиций (и как специализированный режим дистанционного государственного контроля (надзора) — согласно Федеральному закону от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», и как форма налогового контроля — согласно Налоговому кодексу РФ), полагаем, что ключевым свойством мониторинга выступает определенный формат обмена информацией между сторонами контрольно-надзорного взаимодействия. В рамках современного реформирования системы государственного контроля и надзора приоритетом данной публичной функции становится, с одной стороны, открытость информации как о контролере, так и невластном субъекте, с другой стороны, — необременительность обмена информацией, необходимой для проведения контроля и надзора, для проверяемого лица, незаметность государства в контрольно-надзорном взаимодействии с одновременным обеспечением его базовых целей. Представляется, что инструмент мониторинга наиболее наглядно демонстрирует именно эту, информационную сторону контрольно-надзорных связей и, безусловно, трансформирует ее на основе цифрового формата таких связей. Информация — основа, стержень государственного контроля и надзора, основание принятия тех или иных управленческих актов. Ее недостаток, нехватка, недостоверность, несвоевременность ее получения — условия, которые в итоге способны сформировать изъяны контрольно-надзорного взаимодействия и отразиться на эффективности государственного контроля и надзора в определенном сфере. В связи с этим ученые справедливо выделяют стратегии оптимальной координации ситуационного планирования переработки информации в условиях

³ URL: <https://edata.customs.ru/FtsPersonalCabinetWeb2017/>

частичной или полной информационной неопределенности [9, с. 4].

Нами обращалось внимание на административно-процедурные особенности таможенного мониторинга, позиционируемого в качестве меры, обеспечивающей проведение таможенного контроля [10]. Условиями генерации данного института в таможенной, налоговой и иных сферах стали цифровизация государственного контроля и надзора, повышение доверительности в контрольно-надзорных отношениях. Отметим еще одно свойство мониторинга в системе государственного контроля и надзора. В рамках его регуляции повышается роль индивидуальных соглашений между контрольно-надзорными органами и невластными субъектами, по сути — актов индивидуального регулирования. В этой части нами поддерживается научная позиция ученых, заключающаяся в том, что значительно повышается роль индивидуального правового регулирования в связи с невозможностью подробного и адекватного нормативного описания всех возникающих в цифровой сфере динамических информационно-экономических и информационно-финансовых отношений [11, с. 47].

Таким образом, таможенный мониторинг в современных условиях может рассматриваться в качестве меры, обеспечивающей проведение цифрового таможенного контроля и надзора, в регуляции которой повышается роль индивидуального регулирования, меры, основанной на открытости (цифровой открытости) сведений о деятельности подконтрольного лица, на взаимном доверии сторон контрольно-надзорного взаимодействия. Полагаем, что данное «прозрачное и доверительное взаимодействие» в электронной форме, способствующее сокращению рисков для подконтрольных лиц [12, с. 26], призвано выступить качественно новой формой контрольно-надзорного взаимодействия в различных сферах, и, прежде всего, в финансовой.

Алгоритм или искусственный интеллект: на пути к интеллектуальной таможне

Согласно Стратегии развития таможенной службы Российской Федерации до 2030 года, стратегической целью развития Федеральной таможенной службы является формирование к 2030 году качественно новой, насыщенной искусственным интеллектом, быстро перенастраиваемой, информационно связанной с внутренними и внешними партнерами, «умной» таможенной службы, незаметной для законопослушного бизнеса и результативной для государства. Подобная незаметность для невластных субъектов и результативность для государства возможна с учетом тех рисков и угроз, которые несет с собой цифровизация таможенного контроля и надзора. К числу проблем «информационно-правового окраса», заслуживающих внимания, исследований и регулирования, профессор Т. А. Полякова относит развитие конвергентных технологий,

проблемы формирования системы международной информационной безопасности, пространства доверия на основе идентификации и аутентификации, защиты персональных данных, обеспечения суверенитета государств в информационном пространстве и многие другие [13, с. 40].

Таможенная сфера, на наш взгляд, уникальным образом сочетает в себе аспекты принуждения и стимулирования применительно к экономической деятельности, одновременно используя как национальный, так и трансграничный уровни регулирования данных общественных отношений. И в таможенном контроле и надзоре, трансформированных в условиях цифровизации, выделенные аспекты проявляются наиболее отчетливо и наглядно. Профессор И. Л. Бачило справедливо обращала внимание на нарастание сложности получения достоверных и упорядоченных знаний о состоянии правовой основы отношений не только в границах государства, но еще более быстро в международном пространстве трансграничного передвижения масс населения, товаров, услуг, информации [14, с. 14].

Все чаще при обосновании цифрового таможенного контроля и надзора говорят об искусственном интеллекте, призванном облегчить управляющее воздействие и освободить человека от рутинных операций и действий, решений, не требующих неординарного, творческого подхода. По мнению ученых, искусственный интеллект представляет собой совокупность технологий, в том числе информационных, включая цифровые, позволяющие решать когнитивные проблемы, связанные преимущественно с человеческим интеллектом [15, с. 276].

При наложении теории искусственного интеллекта на конструкцию таможенного контроля и надзора закономерно возникает вопрос о том, насколько возможно доверить искусственному интеллекту принятие решения на той или иной стадии контроля и надзора и, если это возможно, то какова роль и ответственность этих технологий в контрольно-надзорном взаимодействии. При этом мы можем констатировать взаимное воздействие подконтрольной среды, также подвергнувшейся цифровой трансформации, на контроль и надзор как управленческие функции, и наоборот. Электронная торговля трансформирует регулирование этих отношений и контроль данных форм экономического взаимодействия. Поэтому зарубежные ученые справедливо констатируют тот факт, что возникновение и развитие электронной коммерции неотделимо от специфической социальной экологии, инженерной экологии и экологии инноваций [16]. По сути, формируются различные «цифровые экосистемы», которые представляют собой набор цифровых технологий и услуг, используемых любым предприятием, организацией, сообществом или ассоциацией [17].

При этом применительно к использованию искусственного интеллекта по отношению таможенному контролю и надзору остается актуальным вопрос о том, где происходит разграничение между автоматизацией

и искусственным интеллектом, между стандартным алгоритмом таможенных операций и решением, принимаемым информационной системой без участия таможенного инспектора. Речь идет о таких этапах (а иногда — основаниях и условиях) контрольно-надзорных отношений в таможенной сфере, как автоматическая регистрация декларации на товары, автоматический выпуск товаров, система прослеживаемости товаров, технология «цифрового двойника» при проведении таможенной проверки и других. На наш взгляд, данный вопрос остается открытым, ответить на него ученым еще предстоит.

Заключение

Цифровизация применительно к системе таможенного контроля и надзора коснулась практически всех его направлений, стадий, уровней. Цифровизации подверглась прежде всего финансовая составляющая таможенного контроля и надзора, в той их части, которая выступает элементом финансового контроля. Применительно к последнему ученые в качестве его цели определяют получение достоверной информации о деятельности подконтрольного субъекта, а сами контрольные отношения отождествляют с информационными правоотношениями. По их мнению, возможно приравнять контроль в целом и финансовый контроль в частности к объектам правового регулирования, цифровизация которых существенно повышает достоверность, объективность и оперативность получения необходимой информации в целях управления, позволяет освободить ее сбор и обработку от субъективизма и возможного противодействия ее получению со стороны подконтрольного субъекта, а также в значительной мере упрощает и удешевляет как сам процесс контроля, так и порядок реализации данных, полученных посредством контроля [18, с. 5—6]. Вместе с тем ученые отмечают, что трансформация финансового контроля, вызванная цифровизацией экономических отношений, должна происходить параллельно с разрешением обо-

стрившихся в современных экономических реалиях проблем в сфере государственного управления, а также в области регулирования налогообложения, ценообразования и бюджетного финансирования [19]. Несмотря на обоснованную целостность финансовой сферы как области выражения публичных интересов государства в целях обеспечения интересов всего общества, следует признать наличие специфики регулирования управляющего (в том числе контрольно-надзорного) воздействия в отдельных отраслях финансовой сферы. Это позволяет выразить поддержку научной позиции ученых, нашедшей свое выражение в предложениях по созданию системы правового регулирования цифровой экономики, основанной на гибком подходе в каждой сфере — в части теоретико-прикладного обоснования концепции налогового-правового регулирования цифровой экономики с целью обеспечения фискальных интересов российского государства [20, с. 47].

На основе анализа эволюции правового регулирования цифрового таможенного контроля и надзора (или таможенного контроля и надзора в контексте цифровизации) можно выделить следующие современные тенденции его регуляции: поиск и внедрение новых инструментов и форм контроля и надзора, основанных на цифровых технологиях (таможенных мониторинг и другие), развитие цифровых сервисов, обеспечивающих отдельные этапы контрольно-надзорного взаимодействия, нормативное закрепление автоматизации и формализации таможенных операций, связанных с проведением текущего документального таможенного контроля (авторегистрация декларации и автовыпуск товаров), углубление дифференциации видов (направлений) таможенного контроля и надзора. Выделенные тенденции свидетельствуют о развитии института цифрового таможенного контроля и надзора, выступающего одновременно в качестве информационно-технологического и административно-процедурного феномена, встроенного в общую систему современного государственного контроля и надзора.

Литература

1. Габов А. В., Хаванова И. А. Эволюция роботов и право XXI в. // Вестник Томского государственного университета. 2018. № 435. С. 215—233.
2. Марченко М. Н. Государство и право в условиях глобализации. М. : Проспект, 2011. 400 с.
3. Агамагомедова С. А. Финансовый и таможенный контроль: аспекты соотношения и проблемы разграничения // Государство и право. 2023. № 3. С. 158—164.
4. Давыдов Р. В. Технология «цифрового двойника» как основа выбора объектов таможенного контроля после выпуска товаров // Вестник Российской таможенной академии. 2020. № 3 (52). С. 25—32.
5. Афонин П. Н., Лобас Е. В., Шемякин Н. А. Применение цифровых двойников в таможенном контроле // Инновации. 2021. № 10 (276). С. 9—13.
6. Виноградова Е. В., Полякова Т. А., Минбалева А. В. Цифровой профиль: понятие, механизмы регулирования и проблемы реализации // Правоприменение. 2021. Т. 5. № 4. С. 5—19.
7. Агамагомедова С. А. Автоматизация таможенного контроля: условия и административно-процедурное обеспечение // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2019. № 4. С. 81—86.
8. Запольский С. В. Правовая информатика и управление отраслями экономики // Правовая информатика. 2021. № 1. С. 4—12.

9. Ловцов Д. А. Моделирование организации процессов переработки информации в иерархической эргосистеме // Правовая информатика. 2020. № 3. С. 4—18.
10. Агамагомедова С. А. Таможенный мониторинг: административно-правовая характеристика // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2022. № 3. С. 63—70.
11. Ловцов Д. А. Информационно-правовые основы правоприменения в цифровой сфере // Мониторинг правоприменения. 2020. № 2 (35). С. 44—52.
12. Мишустин М. В. Факторы роста налоговых доходов: макроэкономический подход // Экономическая политика. 2016. Т. 11. № 5. С. 8—27.
13. Полякова Т. А. Развитие системы информационного права и приоритетные задачи обеспечения информационной безопасности в условиях современных вызовов и угроз / Четвертые Бачиловские чтения: материалы международной научно-практической конференции / Отв. ред. Т.А. Полякова, А.В. Минбалеев, В.Б. Наумов // Институт государства и права РАН. М.; Саратов : Амирит, 2022. С. 34—55.
14. Бачило И. Л. Институциональный подход к решению проблем понятийного аппарата в информационном законодательстве / Понятийный аппарат в информационном праве / Отв. ред. И.Л. Бачило, Т.А. Полякова, В.Б. Наумов. Кол. монография. М. : ИГП РАН : Изд-во «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2017. С. 12—28.
15. Минбалеев А. М. Перспективные направления правового регулирования использования искусственного интеллекта / Четвертые Бачиловские чтения: материалы международной научно-практической конференции / Отв. ред. Т.А. Полякова, А.В. Минбалеев, В.Б. Наумов // Институт государства и права РАН. М.; Саратов : Амирит, 2022. С. 275—284.
16. Qin, Z., Shuai, Q., Wang, G., Zhang, P., Cao, M., Chen, M. (2022). Theory Application and Case Analysis of E-Commerce. In: E-Commerce. Advanced Studies in E-Commerce. Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-19-6438-1_6 .
17. Malevich, Y.V., Plastunyak, I.A., Dmitriev, A.V., Ksenofontova, E.M., Aitova, K.A. (2022). Development of Modern Customs and Logistics Technologies in the Ecosystem of Digital Transport Corridors. In: Popkova, E.G. (eds) Imitation Market Modeling in Digital Economy: Game Theoretic Approaches. ISC 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 368. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-93244-2_24 .
18. Запольский С. В., Васянина Е. Л. Цифровизация финансового контроля: правовое регулирование // Правовая информатика. 2022. № 3. С. 4—12.
19. Запольский С. В., Васянина Е. Л. Финансовый контроль в эпоху цифровизации // Финансовое право. 2022. № 7. С. 8—12.
20. Грачева Е. Ю., Артемов Н. М., Пономарева К. А. Трансформация правового регулирования налоговых отношений в условиях цифровой экономики // Правоприменение. 2021. Т. 5. № 3. С. 45—56.

DIGITAL CUSTOMS CONTROL AND OVERSIGHT: EVOLUTION AND MODERN REGULATION TENDENCIES

Saniyat Agamagomedova, Ph.D. (Law), Associate Professor, Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation.

E-mail: saniyat_aga@mail.ru

Keywords: digital technologies, customs control and oversight, monitoring, tax control, financial control, artificial intelligence, digital twin, inspection.

Abstract

Purpose of the paper: justifying the stages of evolution and identifying modern tendencies in the legal regulation of digital customs control and oversight.

Methods used: historical and comparative legal methods (for identifying and characterising stages of digitalisation of customs control and oversight, justifying the specific features of its new tools), systematisation and classification methods (for constructing relations between the categories of automation, formalisation, and digitalisation of customs control and oversight), the formal juridical method (for identifying tendencies in the legal regulation of digital customs control and oversight).

Study findings. Based on the analysis carried out, conclusions are made related to the justification of evolution of customs control and oversight considering digitalisation processes. Digital technologies in the administrative procedures of customs control and oversight are used beginning from the 2000s which was caused by the implementation of international standards in the field of customs regulation in domestic laws as well as by national digitalisation development factors. A review of the development of digital technologies in the customs control and oversight system, from implementing electronic customs declarations to using “digital twins” in carrying out customs inspections, made it possible to come to the conclusion on the

efficiency of control and oversight activities of customs bodies as the goal of digitalisation. The author gives a justification for the relation between automation and formalisation as applied to control and oversight, and identifies two aspects in customs control and oversight digitalisation: the information and technological versus the administrative and procedural ones.

Digitalisation is considered by the author as a basis for implementing new customs control and oversight tools, one of which is customs monitoring. Such monitoring is viewed upon as a measure for carrying out customs control and oversight which promotes the role of individual regulation and is based on digital openness and mutual trust.

References

1. Gabov A. V., Khavanova I. A. Evoliutsiia robotov i pravo XXI v. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2018, No. 435, pp. 215–233.
2. Marchenko M. N. Gosudarstvo i pravo v usloviakh globalizatsii. M. : Prospekt, 2011. 400 pp.
3. Agamagomedova S. A. Finansovyi i tamozhennyi kontrol': aspekty sootnosheniia i problemy razgranicheniia. Gosudarstvo i pravo, 2023, No. 3, pp. 158–164.
4. Davydov R. V. Tekhnologiia "tsifrovogo dvoynika" kak osnova vybora ob"ektov tamozhennogo kontrolya posle vypuska tovarov. Vestnik Rossiiskoi tamozhennoi akademii, 2020, No. 3 (52), pp. 25–32.
5. Afonin P. N., Lobas E. V., Shemiakin N. A. Primenenie tsifrovyykh dvoynikov v tamozhennom kontrole. Innovatsii, 2021, No. 10 (276), pp. 9–13.
6. Vinogradova E. V., Poliakova T. A., Minbaleev A. V. Tsifrovoy profil': poniatie, mekhanizmy regulirovaniia i problemy realizatsii. Pravoprimenenie, 2021, t. 5, No. 4, pp. 5–19.
7. Agamagomedova S. A. Avtomatizatsiia tamozhennogo kontrolya: uslovia i administrativno-protsedurnoe obespechenie. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo, 2019, No. 4, pp. 81–86.
8. Zapol'skii S. V. Pravovaia informatika i upravlenie otraslami ekonomiki. Pravovaia informatika, 2021, No. 1, pp. 4–12.
9. Lovtsov D. A. Modelirovanie organizatsii protsessov pererabotki informatsii v ierarkhicheskoi ergasisteme. Pravovaia informatika, 2020, No. 3, pp. 4–18.
10. Agamagomedova S. A. Tamozhennyi monitoring: administrativno-pravovaia kharakteristika. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo, 2022, No. 3, pp. 63–70.
11. Lovtsov D. A. Informatsionno-pravovye osnovy pravoprimeneniia v tsifrovoi sfere. Monitoring pravoprimeneniia, 2020, No. 2 (35), pp. 44–52.
12. Mishustin M. V. Faktory rosta nalogovykh dokhodov: makroekonomicheskii podkhod. Ekonomicheskaiia politika, 2016, t. 11, No. 5, pp. 8–27.
13. Poliakova T. A. Razvitie sistemy informatsionnogo prava i prioritetye zadachi obespecheniia informatsionnoi bezopasnosti v usloviakh sovremennykh vyzovov i ugroz. Chetvertye Bachilovskie chteniia: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Otv. red. T.A. Poliakova, A.V. Minbaleev, V.B. Naumov. Institut gosudarstva i prava RAN. M.; Saratov : Amirit, 2022, pp. 34–55.
14. Bachilo I. L. Institutsional'nyi podkhod k resheniiu problem poniatiinogo apparata v informatsionnom zakonodatel'stve. Poniatiinyi apparat v informatsionnom prave. Otv. red. I.L. Bachilo, T.A. Poliakova, V.B. Naumov. Kol. monografiia. M. : IGP RAN : Izd-vo "Kanon+" ROOI "Reabilitatsiia", 2017, pp. 12–28.
15. Minbaleev A. M. Perspektivnye napravleniia pravovogo regulirovaniia ispol'zovaniia iskusstvennogo intellekta. Chetvertye Bachilovskie chteniia: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Otv. red. T.A. Poliakova, A.V. Minbaleev, V.B. Naumov. Institut gosudarstva i prava RAN. M.; Saratov : Amirit, 2022, pp. 275–284.
16. Qin, Z., Shuai, Q., Wang, G., Zhang, P., Cao, M., Chen, M. (2022). Theory Application and Case Analysis of E-Commerce. In: E-Commerce. Advanced Studies in E-Commerce. Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-19-6438-1_6.
17. Malevich, Y.V., Plastunyak, I.A., Dmitriev, A.V., Ksenofontova, E.M., Aitova, K.A. (2022). Development of Modern Customs and Logistics Technologies in the Ecosystem of Digital Transport Corridors. In: Popkova, E.G. (eds) Imitation Market Modeling in Digital Economy: Game Theoretic Approaches. ISC 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 368. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-93244-2_24.
18. Zapol'skii S. V., Vasianina E. L. Tsifrovizatsiia finansovogo kontrolya: pravovoe regulirovanie. Pravovaia informatika, 2022, No. 3, pp. 4–12.
19. Zapol'skii S. V., Vasianina E. L. Finansovyi kontrol' v epokhu tsifrovizatsii. Finansovoe pravo, 2022, No. 7, pp. 8–12.
20. Gracheva E.Iu., Artemov N. M., Ponomareva K. A. Transformatsiia pravovogo regulirovaniia nalogovykh otnoshenii v usloviakh tsifrovoi ekonomiki. Pravoprimenenie, 2021, t. 5, No. 3, pp. 45–56.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ НАУЧНОГО ПОИСКА В IT-СФЕРЕ

Бегларян М.Е.¹, Добровольская Н.Ю.²

Ключевые слова: научная информация, научная статья, текст, тематика, тематическое моделирование, сервис, алгоритм, интерфейс, поиск, результат поиска.

Аннотация

Цель работы: определить пути совершенствования подготовительного этапа создания научной статьи или научного доклада через новые информационные поисковые процессы, основанные на тематическом моделировании.

Методы: комплексный подход, связывающий основные элементы процесса поиска информации в различных IT-областях, в том числе в программировании; моделирование процесса отбора информации по ключевым признакам; методы компьютерной лингвистики, предполагающие выделение уровней текста, обладающих различной степенью развития и формализации: фонетический, морфологический, лексический, синтаксический и семантический; при реализации тематического моделирования применены семантические методы.

Результаты: разработан алгоритм, реализованный в виде сервиса, позволяющий выявить ключевые слова и соответствующие им тематики научных текстов в области программирования; основу алгоритма представляют различные методы построения тематических моделей; такой сервис позволяет систематизировать и классифицировать научные статьи и учебные материалы, как по программированию, так и в других IT-областях.

EDN: GJBKSH

Введение

Ключом к качественным знаниям является эффективный поиск научной информации. При этом если говорить о фундаментальных науках, то существует ряд признанных научных источников, к которым можно обратиться. Но если требуются знания в развивающихся областях, например, в IT-сфере, то новую информацию следует черпать из современных научных статей и монографий. Многие научные публикации снабжены списками *ключевых слов*, которые призваны указывать на узкую направленность работы, но не всегда точно отражают ее суть. Иногда ключевых слов к информационному блоку нет вообще, а заголовок статьи далеко не всегда отражает содержание. Решить проблему определения научной направленности текстов помогут алгоритмы *тематического моделирования*³. Тематическое моде-

лирование — одно из направлений компьютерного анализа текстов⁴.

Классификация научных текстов необходима в непрерывном образовании, в том числе и в дистанционном. Причем алгоритмы выделения тематик научных текстов могут быть полезны как преподавателям, готовящим учебные материалы для дистанционных курсов, так и учащимся, выполняющим поиск необходимой информации самостоятельно для выполнения заданий различной направленности.

Существует несколько алгоритмов тематического моделирования, результаты работы которых могут отличаться; предметной областью для тематического моделирования научных статей в данном исследовании выбрана IT-область, также будет проведен анализ результатов, полученных различными алгоритмами.

На *рис. 1* представлена компонентная модель сервиса выявления тематик научных текстов.

³ Тематическое моделирование (от англ. topic modelling) — способ построения модели коллекции текстовых документов, которая определяет, к каким темам относится каждый из документов.

⁴ Тематическое моделирование с помощью *Gensim*. 2019. URL: <https://webdevblog.ru/tematicheskoe-modelirovanie-s-pomoshhj-gensim-python/> (дата обращения: 03.10.2023).

¹ **Бегларян Маргарита Евгеньевна**, кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры социально-гуманитарных и естественнонаучных дисциплин Северо-Кавказского филиала Российского государственного университета правосудия, г. Краснодар, Российская Федерация.

E-mail: rita_beg@mail.ru

² **Добровольская Наталья Юрьевна**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий Кубанского государственного университета, г. Краснодар, Российская Федерация.

E-mail: dnu10@mail.ru

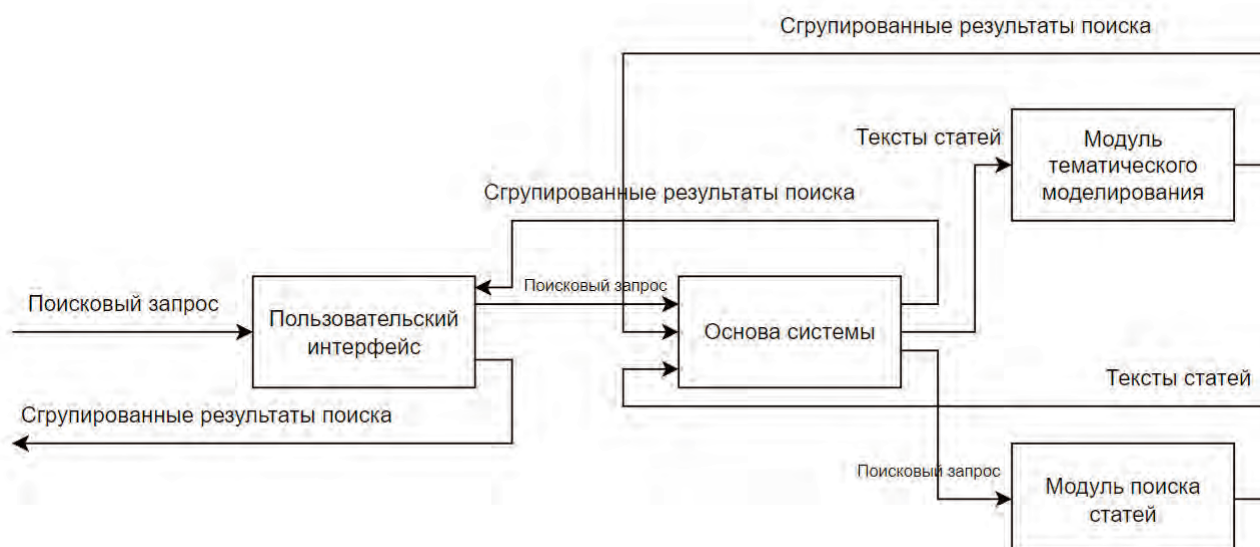


Рис. 1. Компонентная модель сервиса

Анализ сервиса выявления тематик

Рассмотрим отдельные компоненты сервиса выявления тематик (рис. 1).

1. *Модуль пользовательского интерфейса.* Формирует поисковый запрос и отправляет его на сервер. Здесь же организуется удобный формат просмотра результатов поиска сервиса. Интерфейс выполнен на стеке технологий: *Vue 3, JavaScript, HTML5, CSS3*.

2. *Ядро сервиса.* Ядро выполняет обмен информацией всех модулей, принимает запросы пользовательского интерфейса, передает запрос в модуль поиска статей и собирает найденные статьи. Затем статьи поставляются модулю тематического моделирования для их классификации, формирования списка ключевых слов, построения финальных тематик. Полученные результаты тематического моделирования преобразуются в заданный формат и отправляются пользователю. Ядро сервиса выполнено на стеке технологий: *Python, FastAPI*.

3. *Модуль поиска статей.* Принимает поисковый запрос и с помощью парсеров⁵ ищет как можно больше подходящих публикаций на самых популярных русскоязычных ресурсах (Хабр, Киберленинка и др.). Затем полученные статьи возвращаются в ядро сервиса для дальнейшей передачи модулю тематического моделирования. Стек используемых технологий: *Python, Scrapy, BeautifulSoup 4, Selenium*.

4. *Модуль тематического моделирования.* Принимает полученные от ядра сервиса научные публикации. Статьи проходят несколько стадий предобработки: фильтрацию, удаление стоп-слов (бессмысленные,

перегружающие текст слова), стемминг⁶. Затем обработанные статьи передаются предобученным алгоритмам тематического моделирования, которые определяют темы и ключевые слова каждого текста. Стек технологий: *Python, Sklearn, Pymystem3*. Для выявления тематик текстов в сервисе реализованы алгоритмы *BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)*, алгоритм Дирихле *LDA (Latent Dirichlet allocation)*, алгоритмы *TextRank* и *Rutermextract* [1—3, 7].

Выделим основные направления применения алгоритмов тематического моделирования научных статей, в том числе и применения предложенного сервиса, в дистанционном образовании (рис. 2).

Алгоритмы тематического моделирования способны выявлять основные темы и концепции, которые раскрываются в научных статьях [11—13]. Это позволит быстрее ориентироваться в большом объеме информации и понять, о чем идет речь в статьях, будут ли они полезны для собственного исследования.

Тематическое моделирование позволяет выявить связи между различными научными статьями. Полученные тематики научных материалов помогут определить схожие методы и подходы, которые используют различные авторы для решения одной задачи. Это может быть полезно для более глубокого понимания материала и проведения сравнительного анализа.

Алгоритмы выявления тематик текстов позволяют принимать решения, которые будем называть *информированными*, т.е. реально соответствующими теме и направлению исследования. Они могут помочь выявить статьи, которые наиболее соответствуют интересам и потребностям аспиранта, ученого, специалиста. Преподаватели могут использовать тематическое мо-

⁵ Парсеры (от англ. *parsing* ~ «структурирование; лексический разбор») — программы автоматизированного сбора и систематизации (структурирования) информации согласно заданным параметрам.

⁶ Стемминг (от англ. *stemming* ~ находить происхождение) — эвристический, довольно грубый процесс нахождения основы слова путем отрезания «лишнего» от корня слов с возможной потерей словообразовательных суффиксов [10].

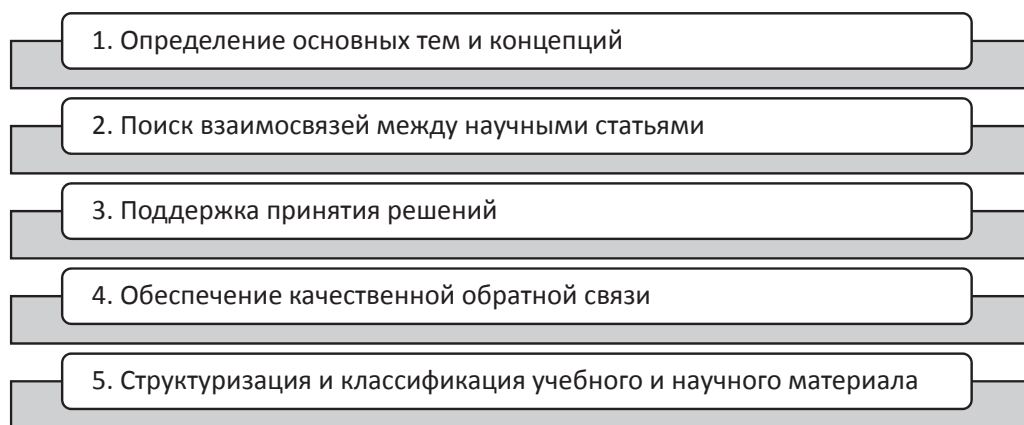


Рис. 2. Направления применения тематического моделирования в дистанционном образовании

делирование для анализа и оценки научных и реферативных работ обучающихся. Это позволит определить, насколько хорошо учащийся освоил определенную тему или концепцию, и предложить дополнительные материалы или рекомендации для дальнейшего изучения.

Алгоритмы тематического моделирования могут помочь обучающимся структурировать и классифицировать большой объем информации из научных статей. Алгоритмы и сервисы выявления тематик помогут выделить ключевые темы и понять, как различные идеи и концепции связаны между собой.

В целом тематическое моделирование научных статей и соответствующие сервисы могут значительно облегчить процесс как обучения, так и научных исследований, помогая обучающимся и научным работникам быстрее ориентироваться в огромных объемах информации и принимать в работу только выверенные информационные массивы.

Сравнительный анализ программных продуктов

Проведём сравнительный анализ существующих продуктов, решающих задачу тематического моделирования. К найденным в общедоступных источниках средствам относятся:

1. MegalIndex — онлайн сервис, решающий множество задач по продвижению сайтов; дополнительно позволяет выполнять тематическое моделирование контента (статей, документов, сайтов)⁷.

На рис. 3 представлен интерфейс инструмента для определения тематики текста.

Сервис может принимать в качестве входных данных как сам текст, так и ссылку на сайт с текстом. Есть также возможность встраивания сервиса в другие информационные системы с помощью *http*-запросов. Представленная на рис. 3 статья описывает основы алгоритмов на примере сортировки вставками с исполь-

зованием языка C++. Сервис почти верно определил тематику текста.

Использование сервиса не бесплатно. Длина текста для бесплатного анализа ограничена, программный интерфейс недоступен. Это делает затруднительным интеграцию и использование.

2. Генератор ключевых слов издательства «Молодой учёный»⁸. Сервис, позволяющий выделить ключевые слова в научных статьях.

Пользовательский интерфейс генератора представлен на рис. 4.

Результаты работы изображены на рис. 5.

Сервис справился с задачей хорошо, но присутствуют и незначимые ключевые слова: *часть, данные*.

Сервис не встраиваем, так как не предоставляет программный интерфейс, однако, в отличие от *MegalIndex*, не ограничивает длину текста для анализа.

3. Пакеты прикладных программ для тематического моделирования: *Gensim*, *Orange data mining*, *Sklearn* и др. Пакеты реализованы в основном на языке программирования *Python* [4].

Пакеты предоставляют множество инструментов для тематического моделирования. В них уже реализованы такие алгоритмы, как *LDA*⁹, *LSA*¹⁰ и др. Главным недостатком этих пакетов является то, что они требуют дальнейшей интеграции в разрабатываемые программы, а следовательно — знания языков программирования, в частности, специального языка *R* [6, 8, 9]. В исходном виде применять их для решения задач не представляется возможным.

Для определения ключевых тематик научных статей в нашем исследовании был рассмотрен алгоритм *BERT*. Это алгоритм глубокого обучения, предназначенный для обработки естественного языка. Его основное свойство — определение контекста и связей между

⁸ Молодой учёный. 2020. URL: <https://server.moluch.ru/key-words> (дата обращения: 17.02.2023).

⁹ LDA (англ. Latent Dirichlet Allocation) — метод латентного размещения Дирихле.

¹⁰ LSA (англ. Latent Semantic Analysis) — алгоритм тематического моделирования.

⁷ Мера индекса. 2021. URL: <https://www.megaindex.ru/> (дата обращения: 12.10.2023).

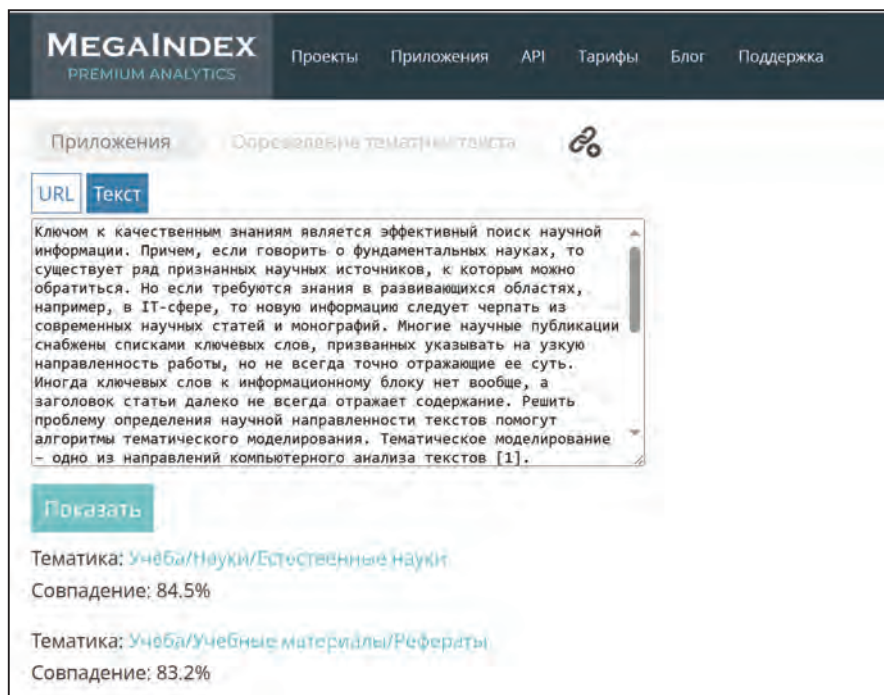


Рис. 3. Сервис MegaIndex



Рис. 4. Генератор ключевых слов издательства «Молодой учёный»



Рис. 5. Результаты работы генератора ключевых слов

словами в предложении, что дает ему преимущество по сравнению с традиционными методами обработки естественного языка. Разработчики *BERT*, помимо англоязычной модели, обучили также мультязычную модель [5], в которую входит русский язык. В частности, компания «Сбер» предоставила в открытый доступ версию *ruBERT*. Использование *BERT* для задачи тематического моделирования включает следующие этапы: выделение эмбедингов¹¹; кластеризация; выделение тематик.

Под эмбедингом (от англ. *embedding* — встраивание) понимают процесс преобразования слов или фраз в векторы чисел, которые в дальнейшем обрабатываются программой. На первом этапе использовалась мультязычная модель *BERT*. Получившиеся векторы имеют большую размерность, так как учитывается контекст как до, так и после слова. Стоит обратить внимание, что слишком низкая размерность приводит к потере информации, а слишком высокая ухудшит результаты кластеризации. Для уменьшения размерности использовался пакет *UMAP* (*Uniform Manifold Approximation and Projection*) машинного обучения. Он хорошо справляется с этой задачей, при этом сохраняя значительную часть многомерной локальной структуры в меньшей размерности. После уменьшения размерности проведена кластеризация с помощью *HDBSCAN* (*Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Application with Noise*) — алгоритм кластеризации, основанный на плотности и не очень чувствительный к выбросам.

Для того чтобы извлечь темы, необходимо понять, чем один кластер отличается от другого и какими наиболее подходящими ключевыми словами представлен каждый кластер. Для решения этой задачи использована предложенная в 2020 г. Мартеном Гротендорстом метрика¹² *c-TF-IDF* (*class-based Term Frequency-Inverse Document Frequency*). Метрика *TF-IDF* вычисляется, отталкиваясь не от одного документа, а от всех документов одного кластера, объединив документы кластера в один и посчитав метрики *TF-IDF* для каждого слова. Таким образом, по величине метрики можно оценивать, насколько то или иное ключевое слово представляет тему и значимо в ней.

Метрика *c-TF-IDF* вычисляется по следующей формуле:

$$c - TF - IDF_i = \frac{t_i}{w_i} \times \log \frac{m}{\sum_j^n t_j},$$

где i — номер класса; t_i — частота слова t в классе i ; w_i — общее количество слов в классе i ; m — общее количество документов.

Для формирования тематики выделено десять наиболее значимых слов. На *рис. 6* приведен результат

обработки научной статьи, содержащей информацию о *Node.js* (платформа для использования языка программирования *JavaScript* на стороне сервера).

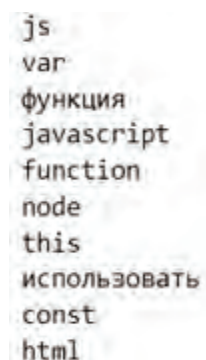


Рис. 6. Результат обработки текста о Node.js с использованием BERT

Модель *BERT* дает хорошие результаты и способна эффективно выделять тематики текста, что позволяет оценить содержание статьи без её прочтения.

Следующим используемым в сервисе алгоритмом выбран алгоритм латентного размещения Дирихле *LDA*. Для обучения алгоритма *LDA* необходимо составить терм-документную матрицу и заполнить её значениями *tf-idf*. Сам алгоритм *LDA* хорошо реализован в библиотеке *sklearn*.

Алгоритмы *TextRank* и *Rutermextract* также включены в сервис; эти алгоритмы не требуют предобучения. Алгоритм *TextRank* основан на представлении текста в виде неориентированного графа. В качестве вершин графа извлекаются предложения из текста, а в качестве рёбер — коэффициент похожести. Алгоритм *Rutermextract* основывается на модернизированном подсчёте вхождения слов и словосочетаний в текст.

Реализованные алгоритмы выявления тематик текстов интегрированы в сервис с использованием современных технологий: *Vue 3*, *Pinia*, *Vite*.

Пример демонстрации работы сервиса

В примере рассматривается статья с открытого источника Хабр «Динамическая сборка и деплой *Docker*-образов с *werf* на примере сайта версионированной документации»¹³.

Сайт выделяет ключевые слова статьи автоматически: *werf*, *GitLab CI*, сборка проекта, *continuous delivery*, *Docker*. Текст статьи содержит материал по программированию, включает множество специфических терминов и эти термины в основном составляют набор ключевых слов. Такой подход хорош для узких специалистов, но может стать неудобным для более широкой аудитории читателей. Проведено исследование текста статьи с помощью разработанного сервиса (*рис. 7*).

¹¹ Векторное представление слов (англ. *word embedding*) — общее название для различных подходов к моделированию языка и обучению представлений в обработке естественного языка, направленных на сопоставление словам из некоторого словаря векторов небольшого размера.

¹² URL: <http://www.maartengrootendorst.com/blog/ctfidf>

¹³ URL: <https://habr.com/ru/companies/flant/articles/478690/>



Рис. 7. Тематики, выделенные с помощью сервиса

Проанализировав работу четырех алгоритмов, заложенных в основу сервиса, можно заметить, что наиболее близкие наборы к определенным на сайте Хабр выявлены алгоритмами *LDA* и *TextRank*, алгоритм *BERT* в качестве тематик использовал только русскоязычные термины, причем односложные. Алгоритм *Ruterextract* выделил словосочетания как основные тематики. В целом все алгоритмы имеют общее пересечение и отвечают смысловой направленности текста статьи.

Заключение

Предлагаемый подход на основе различных алгоритмов построения тематических моделей позволяет выявить ключевые слова и соответствующие им тематики научных текстов по программированию. Результат

работы сервиса позволяет систематизировать и классифицировать научные статьи и учебные материалы. Рассмотренные модели способны выделять тематики текста, что позволяет классифицировать содержание статьи без её прочтения.

На этапе реализации приложения использован язык программирования *Python 3*, а также библиотеки *sklearn*, *spacy*, *numpy*, *fastapi*.

Такой сервис может быть использован аспирантами, преподавателями и специалистами в *IT*-сфере для систематизации научных статей по программированию. При генерации датасета (набора данных) другой предметной области и обучения на нем реализованных тематических моделей можно расширить область выявления тематик и применять подобный сервис в других областях знаний.

Рецензент: **Сухов Андрей Владимирович**, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник 27 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны России, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: avs57@mail.ru

Литература

1. Айсина Р. М. Обзор средств визуализации тематических моделей коллекций текстовых документов // Машинное обучение и анализ данных. 2015. Т. 1. № 11. С. 1584—1618.
2. Апишев М. А. Эффективная реализация алгоритмов тематического моделирования // Труды Института системного программирования РАН. 2020. Т. 32. № 1. С. 223—240.
3. Бегларян М. Е., Добровольская Н. Ю. Формирование IT-компетенции юриста в цифровом пространстве // Правовая информатика. 2019. № 3. С. 60—70. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-60-70.
4. Воронцов К. В. Вероятностное тематическое моделирование: теория регуляризации ARTM и библиотека Big-ARTM. М.: Вильямс, 2023. 150 с. ISBN 978-5-534-09487-9.
5. Дударенко М. А. Регуляризация многоязычных тематических моделей // Вычислительные методы и программирование. 2015. Т. 16. С. 26—38.

6. Ерланова Р. Е., Нугуманова А. Б., Жантасова Ж. З., Байбурун Е. М. Тематическое моделирование текстовых учебных материалов по информатике средствами языка R // Известия АлтГУ. Математика и механика. 2018. № 4 (102). С. 68—72.
7. Коршунов А., Гомзин А. Тематическое моделирование текстов на естественном языке // Труды ИСП РАН. 2012. Т. 24. Вып. 4. С. 215—243.
8. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. Тезаурус : монография. М.: Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
9. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Лобан А. В., Паршинцева Л. С. Статистика (компьютеризированный курс) / Под ред. проф. Д. А. Ловцова. М. : РГУП, 2020. 400 с. ISBN 978-5-93916-834-2.
10. Ловцов Д. А., Бернацкая А. В. Русский язык и культура речи. М. : Форум, 2018. 156 с. ISBN 978-5-93673-189-1.
11. Тутубалина Е. В. Совместная вероятностная тематическая модель для идентификации проблемных высказываний, связанных нарушением функциональности продуктов // Труды ИСП РАН. 2015. Т. 27. Вып. 4. С. 111—128.
12. Машкин Д. О., Котельников Е. В. Извлечение аспектных терминов на основе условных случайных полей // Труды ИСП РАН. 2016. Т. 28. Вып. 6. С. 223—240.
13. Daud A., Juanzi L., Lizhu Z., Muhammad F. Knowledge discovery through directed probabilistic topic models: a survey. In: Proceedings of Frontiers of Computer Science in China. 2010. Pp. 280–225.

TOPIC MODELLING AS A SCHOLARLY SEARCH TOOL IN THE IT SPHERE

Margarita Beglarian, Ph.D. (Physics & Mathematics), Associate Professor, Professor at the Department of the Humanities, Social and Natural Sciences Disciplines of the North-Caucasus Branch of the Russian State University of Justice, Krasnodar, Russian Federation.

E-mail: rita_beg@mail.ru

Natal'ia Dobrovol'skaia, Ph.D. (Paedagogy), Associate Professor at the Information Technology Department of the Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation.

E-mail: dmu10@mail.ru

Keywords: research information, research paper, text, topic, topic modelling, service, algorithm, interface, search, search result.

Abstract

Purpose of the paper: finding ways to improve the preparatory stage of writing a research paper or report using new information search processes based on topic modelling.

Methods used: a complex approach connecting the basic elements of the information search process in different IT areas, including programming; modelling the information selection process based on key characteristics; computational linguistics methods for identifying text levels with different degrees of development and formalisation: phonetic, morphological, lexical, syntactic and semantic; semantic methods for implementing topic modelling.

Study findings: an algorithm implemented as a service is developed allowing to identify keywords and corresponding topics of research texts in the field of programming. Different methods for building topic models make up the algorithm basis. The service makes it possible to systematise and classify research papers and educational materials both in programming and in other IT areas.

References

1. Aisina R. M. Obzor sredstv vizualizatsii tematicheskikh modelei kollektzii tekstovyykh dokumentov. Mashinnoe obuchenie i analiz dannykh, 2015, t. 1, No. 11, pp. 1584–1618.
2. Apishev M. A. Effektivnaia realizatsiia algoritmov tematicheskogo modelirovaniia. Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniia RAN, 2020, t. 32, No. 1, pp. 223–240.
3. Beglarian M. E., Dobrovol'skaia N. Iu. Formirovanie IT-kompetentsii iurista v tsifrovom prostranstve. Pravovaia informatika, 2019, No. 3, pp. 60–70. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-3-60-70.
4. Vorontsov K. V. Veroyatnostnoe tematicheskoe modelirovanie: teoriia regularizatsii ARTM i biblioteka BigARTM. M. : Vil'iams, 2023. 150 s. ISBN 978-5-534-09487-9.
5. Dudarenko M. A. Regularizatsiia mnogoyazychnyykh tematicheskikh modelei. Vychislitel'nye metody i programmirovaniye, 2015, t. 16, pp. 26–38.

6. Erlanova R. E., Nugumanova A. B., Zhantasova Zh.Z., Baiburin E. M. Tematicheskoe modelirovanie tekstovykh uchebnykh materialov po informatike sredstvami iazyka R. Izvestiia AltGU. Matematika i mekhanika, 2018, No. 4 (102), pp. 68–72.
7. Korshunov A., Gomzin A. Tematicheskoe modelirovanie tekstov na estestvennom iazyke. Trudy ISP RAN, 2012, t. 24, vyp. 4, pp. 215–243.
8. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem. Tezaurus : monografiia. M. : Nauka, 2005. 248 pp. ISBN 5-02-033779-Kh.
9. Lovtsov D. A., Bogdanova M. V., Loban A. V., Parshintseva L. S. Statistika (komp'yuterizirovannyi kurs). Pod red. prof. D.A. Lovtsova. M. : RGUP, 2020. 400 s. ISBN 978-5-93916-834-2.
10. Lovtsov D. A., Bernatskaia A. V. Russkii iazyk i kul'tura rechi. M. : Forum, 2018. 156 s. ISBN 978-5-93673-189-1.
11. Tutubalina E. V. Sovmestnaia veroiatnostnaia tematicheskaiia model' dlia identifikatsii problemnykh vyskazyvanii, svyazannykh narusheniem funktsional'nosti produktov. Trudy ISP RAN, 2015, t. 27, vyp. 4, pp. 111–128.
12. Mashkin D. O., Kotel'nikov E. V. Izvlechenie aspektnykh terminov na osnove uslovnykh sluchainykh polei. Trudy ISP RAN, 2016, t. 28, vyp. 6, pp. 223–240.
13. Daud A., Juanzi L., Lizhu Z., Muhammad F. Knowledge discovery through directed probabilistic topic models: a survey. In: Proceedings of Frontiers of Computer Science in China, 2010. Pp. 280–225.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА-РОКЛЫ

Леус А.В.¹, Гаврилов Д.А.², Татаринова Е.А.³, Холодняк И.В.⁴,
Агафонов С.А.⁵, Водичев Н.А.⁶, Усков А.И.⁷, Пяточкин В.С.⁸

Ключевые слова: переработка визуальной информации, навигация, ориентирование, оптические метки, алгоритм декодирования, алгоритм поиска меток, эксперимент.

Аннотация

Цель работы: создание эффективного программного обеспечения управления автономной навигацией автоматического робота-роклы.

Методы: системный анализ; математическое, компьютерное 3D и натурное моделирование; модифицированный метод цифровой стабилизации изображения на основе алгоритма Канаде-Лукаса-Томази.

Результаты: решена задача позиционирования и навигации робота-роклы на плоскости с помощью ориентирования по оптическим меткам; разработаны специальные метки с закодированными числами; создан макет складского помещения с картой координат всех меток; разработан негабаритный макет робота-роклы, разработан алгоритм определения координат, проведены эксперименты по проверке возможности позиционирования макета робота-роклы на плоскости с помощью ориентирования по оптическим меткам, разработано программное обеспечение управления макетом робота-роклы в виде независимого программного модуля, который можно встраивать в систему управления реальных роботов.

EDN: HISJOF

Введение

Автономные роботы-роклы (погрузчики-перевозчики) предназначены для проведения такелажных работ в транспортно-складских комплексах, в различных хранилищах (закрытых и открытых) промышленных и торговых организаций. Роботы-роклы представляют собой современные автоматические агрегаты, предназначенные для автономного точного перемещения и складирования грузов в промышлен-

ных условиях. Программное обеспечение системы управления автоматическим роботом-роклой должно создаваться на базе высоких технологий, робототехники, технического зрения и интеллектуальных алгоритмов для обеспечения универсального и надежного решения задач для различных складских операций [1, 12].

Область применения автономных роботов-роклы достаточно широка [10]. Беспилотные роботы незаменимы в сфере логистики и в работе современных гибких автоматизированных комплексов (систем)

¹ **Леус Андрей Владимирович**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории цифровых систем специального назначения Московского физико-технического института (МФТИ), г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: leus.av@mipt.ru

² **Гаврилов Дмитрий Александрович**, доктор технических наук, директор Физтех-школы радиотехники и компьютерных технологий МФТИ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: gavrlov.da@mipt.ru

³ **Татаринова Елена Александровна**, кандидат технических наук, аналитик лаборатории цифровых систем специального назначения МФТИ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: tatarinova.ea@mipt.ru

⁴ **Холодняк Иван Витальевич**, аспирант МФТИ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: kholodnyak.iv@phystech.edu

⁵ **Агафонов Сергей Алексеевич**, студент 4 курса МФТИ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: agafonov.sa@phystech.edu

⁶ **Водичев Никита Алексеевич**, программист лаборатории цифровых систем специального назначения МФТИ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: vodichev.na@mipt.ru

⁷ **Усков Анатолий Игоревич**, инженер лаборатории цифровых систем специального назначения МФТИ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: uskov.ai@mipt.ru

⁸ **Пяточкин Вадим Сергеевич**, студент 4 курса МФТИ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: pyatochkin.vs@phystech.edu

[9], их использование позволяет осуществлять оптимизированную погрузку и разгрузку товаров [13]. Роботы-роклы находят применение в сфере производства для доставки материалов на производственные линии и автоматизированной транспортировки готовой продукции. Автоматические роклы востребованы в сфере оптовой и розничной торговли для ускорения процессов комплектации и сортировки заказов, а также бесперебойного пополнения запасов на полках.

Основные принципы работы системы управления роботом-роклой включают следующие:

- оптико-электронная подсистема (ОЭС) должна без помощи оператора осуществлять сбор информации об окружающей обстановке в режиме реального времени [11, 14]; для создания ОЭС используются различные камеры и датчики [8]; ОЭС приобретает роль «органов зрения», для реализации которых необходимы эффективные алгоритмы [2, 3, 6];
- основными задачами алгоритмов технического зрения являются получение и обработка визуальной информации; одним из наиболее перспективных методов обработки визуальной информации является использование для этих целей искусственных нейронных сетей [4, 12];
- современные алгоритмы планирования траектории и навигации позволяют формировать путь робота для оптимального перемещения без столкновений с учетом наличия различных препятствий, а также обеспечивают эффективную и безопасную работу [3, 7].

1. Постановка задачи

Для достижения поставленной цели работы выполнен выбор способа навигации автоматической роклы, реализована навигация по оптическим меткам.

Основным назначением программного обеспечения (ПО) управления автономной навигацией автоматической роклы является перемещение грузов по складскому помещению. Конструктивное исполнение и состав прототипа ПО управления автономной навигацией автоматической роклы обеспечивают выполнение следующих функций: ориентация в пространстве складского помещения без помощи оператора, идентификация объектов для перемещения, управление при перемещении грузов в рамках складского помещения.

Состав системы управления автономной навигацией автоматической роклы включает следующие ключевые элементы:

микрокомпьютер — предназначен для управления роботизированной платформой, прием и исполнение команд, полученных с главного компьютера;

плата камеры — для записи видеопотока, ориентированного на метки, расположенные на потолке;

веб-камера — для записи видеопотоков, ориентированных на распознавание: (а) палеты (заполненная

грузом платформа или поддон), (б) линий разметки макета складского предприятия;

ультразвуковой дальномер — для определения препятствий на пути;

сервопривод — для подъема погрузочных палетных вилок;

моторы с энкодерами (преобразователи угловых перемещений) — для перемещения;

алгоритм декодирования — по меткам-мишеням расшифровывает информацию, содержащуюся в оптической метке;

алгоритм поиска собственной координаты и вектора ориентации погрузчика по любым двум найденным меткам — распознает на изображении метки, рассчитывает центры и координаты меток для определения местоположения робота и его угла поворота относительно горизонтальной оси;

алгоритм стабилизации видео — осуществляет захват пары кадров, оценку движения между ними и корректировку движения.

Система управления построена на базе *Arduino Nano*⁹, *Raspberry Pi*¹⁰ и персонального компьютера. *Arduino Nano* контролирует сервопривод, считывает показания дальномера и сенсорной кнопки. *Raspberry Pi* считывает показания энкодеров, управляет двигателями, а также передает видеопоток с камер. Персональный компьютер осуществляет расчеты, связанные с навигацией, компьютерным зрением, осуществляет взаимодействие роботов. В качестве операционной системы используется связка *Ubuntu 20.04*¹¹ и *ROS2 foxy*¹².

Требуется разработать прототип программного комплекса управления автономной навигацией автоматического робота-роклы, обеспечивающий навигацию и наведение на палету, обнаружение препятствий и случайных объектов на пути следования роклы, которыми могут быть люди, другие роклы, грузы или иные объекты.

2. Формально-математический аппарат решения задачи навигации

Алгоритм декодирования меток-мишеней

В качестве навигационной системы использованы потолочные оптические метки, имеющие ряд преимуществ:

1. Низкая стоимость: для навигации роботу необходима только одна камера.

2. Непрерывное и однозначное определение координат робота. Рокла не может «заблудиться» в одинаковых рядах, если на складе отсутствуют области без разметки, так как в любой точке склада робот видит хотя бы две метки.

⁹ URL: <https://docs.arduino.cc/hardware/nano>

¹⁰ URL: <https://www.raspberrypi.com/>

¹¹ URL: <https://releases.ubuntu.com/20.04/>

¹² URL: <https://robostack.github.io/foxy.html>

3. Долговечность и простота установки. Потолочные метки не стираются и не загрязняются, установка не требует структурных изменений склада.

Для ориентира робота-роклы были выбраны круглые метки-мишени собственной кодировки на основе кода Хемминга¹³. Известные QR-коды, а также различные штрихкоды не нашли применения из-за достаточно трудоемких алгоритмов, которые излишни для решения поставленной задачи. Внешний вид меток-мишеней представлен на рис. 1.

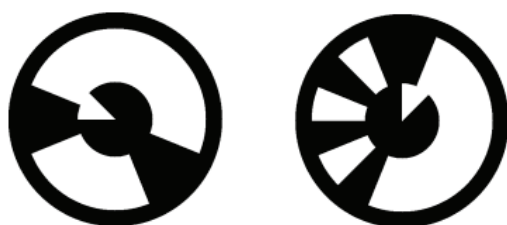


Рис. 1. Внешний вид мишеней для ориентирования

В качестве преимуществ выбранного решения для ориентира макета робота можно выделить следующие: круг симметричен, можно найти центр, что позволяет осуществлять достаточно легкую расшифровку.

Каждая круглая метка-мишень радиусом R содержит 3 окружности на расстоянии $0,3R$, $0,7R$ и R , определяющих три пояса — внутренний, средний и внешний. Внешнему поясу соответствует граница метки-мишени, среднему — ее битовый код, внутренний пояс определяет стартовый бит.

Число кодируется по коду Хемминга¹⁴. Код Хемминга является самоконтролирующимся кодом, т. е. кодом, позволяющим автоматически обнаруживать ошибки при передаче данных. Алгоритм позволяет закодировать информационное сообщение определенным образом и после передачи (например, по сети) определить, появилась ли какая-то ошибка в этом сообщении, и при возможности восстановить исходное сообщение. Для кодировки использован простой алгоритм Хемминга, позволяющий исправлять одну ошибку. Основными преимуществами выбранного способа кодировки являются простота реализации и эффективность использования ресурсов. Относительно небольшое использование дополнительных битов позволяет снизить нагрузку на систему и уменьшить объем передаваемых данных, что позволяет использовать код Хемминга в различных системах и устройствах.

Код Хемминга представляет собой систематический код, имеющий большую относительную избыточность, нежели код с проверкой на четность, и предназначен либо для исправления одиночных ошибок, либо для исправления одиночных и обнаружения без

исправления двойных ошибок. n -значный код Хемминга имеет m информационных разрядов и k контрольных. Для каждого блока такой длины возможны $n = m + k$ различных комбинаций, содержащих ошибку. Число контрольных разрядов должно удовлетворять соотношению: $k \geq \log_2(n + 1)$, откуда: $m \leq n - \log_2(n + 1)$.

Поиск собственной координаты и вектора ориентации погрузчика по любым двум найденным меткам

Для определения собственного местоположения робота достаточно двух меток, по их относительному расположению вычисляется координата и направление движения. Каждая метка представляет собой уникальную комбинацию, которая соответствует её координате в трехмерном пространстве. Каждый сегмент внешнего радиуса определяет бит, белый сегмент во внутреннем радиусе определяет начало шифра. Погрешность определения координаты составляет менее 1 см, угла направления — менее 1 градуса.

Исходные данные:

$(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_c, y_c)$ — предсказанные координаты (в пикселях) первой и второй меток и середины расстояния между их центрами на изображении соответственно; $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2)$ — реальные координаты (в см) первой и второй меток соответственно; K — коэффициент перевода из координат изображения в реальные координаты.

Расчёт угла между системами координат реально-сти и изображения осуществляется с помощью выражений:

– угол α_p в координатах изображения:

$$\alpha_p = \arctg \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right);$$

– угол α_r в реальных координатах:

$$\alpha_r = \arctg \left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \right);$$

– итоговый угол:

$$\alpha = \alpha_r - \alpha_p - \frac{\pi}{2}.$$

Расчёт угла между векторами a и b осуществляется с помощью выражений:

– вектор a между центром и первой меткой:

$$a = (x_c - x_1, y_c - y_1);$$

– вектор b между двумя метками:

$$b = (x_2 - x_1, y_2 - y_1).$$

По теореме косинусов угол между a и b :

$$\gamma = \arccos \left(\frac{a_x b_x + a_y b_y}{|a||b|} \right).$$

¹³ Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986. 576 с.

¹⁴ Там же.

Для определения единичного вектора и направления угла используются следующие выражения:

– длина вектора a в координатах изображения:

$$a = \sqrt{(x_1 - x_c)^2 + (y_1 - y_c)^2};$$

– длина вектора b в реальных координатах:

$$b = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2};$$

– единичный вектор:

$$\bar{b}_{norm} = \left(\frac{X_2 - X_1}{b}, \frac{Y_2 - Y_1}{b} \right).$$

Определение знака поворота осуществляется с помощью третьей компоненты векторного произведения:

$$\text{sign}(\alpha) = \text{sign}((X_2 - X_1)(Y_c - Y_1) - (Y_2 - Y_1)(X_c - X_1)).$$

С помощью матрицы поворота рассчитываются координаты центра в реальности. Если знак поворота положительный, то берется матрица поворота для правой тройки и наоборот:

$$X_c = X_1 + x' \cos \gamma \mp y';$$

$$Y_c = Y_1 \pm x' \sin \gamma \mp y' \cos \gamma.$$

Поиск меток на видеоизображении

Для поиска меток на видеоизображениях использован детектор на основе нейронной сети YOLO (You Only Look Once — Ты Смотришь Только Один Раз)¹⁵. Все изображение с помощью сетки разбивается на ячейки размера $S \times S$. После этого для каждой ячейки предсказываются два показателя: ограничительные рамки (*bounding boxes*) и вероятности нахождения в них нужного объекта (*confidence*). Размер (b_w, b_h) и положение (b_x, b_y) ограничительных рамок вокруг объекта на изображении вычисляются по формулам:

$$b_x = \sigma(t_x) + c_x; \quad b_y = \sigma(t_y) + c_y;$$

$$b_w = p_w e^{t_w}; \quad b_h = p_h e^{t_h},$$

где t_x, t_y, t_w, t_h — предсказанные координаты центра рамки; c_x, c_y — координата верхней левой точки рамки; p_w, p_h — ширина и высота рамки соответственно; $\sigma(t_x), \sigma(t_y)$ — «оценка доверия» (вероятность попадания искомого объекта внутрь предсказанной рамки).

Стабилизация изображения

Для стабилизации видео выполняется захват пары кадров, оценка движения между ними и корректировка движения. Для определения смещения на кадре определяются наиболее выделяющиеся точки (области) — это области с большим количеством углов [5].

Алгоритм производит анализ матриц Гессе и выбирает точки, в которых детерминант матрицы Гессе, так называемый гессиан, достигает экстремума. Градиент в каждой точке вычисляется с помощью фильтров Хаара [15]. Интегральное представление изображения, обеспечивающее эффективное вычисление фильтров Гессе и Хаара, — это матрица, размер которой совпадает с размером исходного изображения, а элементы вычисляются по формуле:

$$II(x, y) = \sum_{i=0, j=0}^{i \leq x, j \leq y} I(i, j),$$

где $I(i, j)$ — яркость пикселя с координатами (i, j) исходного изображения; $II(x, y)$ — яркость пикселя с координатами (x, y) интегрального изображения.

Матрица Гессе для двумерной функции и ее детерминант вычисляются следующим образом:

$$H(f(x, y)) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \end{bmatrix};$$

$$\det(H) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \right)^2.$$

Значение гессиана используется для нахождения локального минимума или максимума яркости изображения. В этих точках значение гессиана достигает экстремума.

Отслеживание выделяющихся точек в следующем кадре осуществляется с помощью алгоритма Канаде-Лукаса-Томази¹⁶ [2].

Изображения представляются в виде:

$$J(x) = I(x, y, t + \tau) = \\ = I(x - \xi, y - \eta, t) = I(x - d).$$

Количество движения $d = (\xi, \eta)$ называется смещением точки (x, y) за время τ . Новый кадр можно описать как $J(x) = I(x - d) + n(x)$, где $n(x)$ — шумовая составляющая. В задаче требуется минимизировать шумы, поэтому вектор $\vec{d}$ должен выбираться так, чтобы ошибка была минимальна, причем ошибка ε определяется как

$$\varepsilon = \int_W [I(x - d) - J(x)]^2 w dx,$$

где W — рассматриваемая область изображения; w — весовая функция, которая может определяться как 1 или как распределение Гаусса.

Если смещение d достаточно мало, то $I(x - d) = I(x) = g \cdot d$, и ошибка будет определяться как

¹⁵ Redmon J., Farhadi A. YOLO: Real-Time Object Detection. 2015. URL: <http://pjreddie.com/darknet/yolo/> (дата обращения: 06.02.2021).

¹⁶ Lucas B. D., Kanade T. An iterative image registration technique with an application to stereo vision // Int. Jt. Conf. Artif. Intell. 1981. Vol. 130. No. 5. Pp. 674–679.

$$\varepsilon = \int_W [I(x) - g \cdot d - J(x)]^2 w dx =$$

$$= \int_W (h - g \cdot d)^2 w dx,$$

где $h = I(x) - J(x)$; $g = \left(\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y}\right)$; — градиенты изображения.

В соответствии с требованием минимизации ошибки рассмотрим производную ошибки по смещению. В минимуме функции ошибки ее производная будет равна нулю:

$$\int_W (h - g \cdot d) g w dx = 0,$$

так как $(g \cdot d)g = (gg^T)d$ и d считается константой, получаем:

$$\left(\int_W g^T w dx g \right) d = \int_W h g w dx$$

Данное уравнение представляет собой систему двух уравнений с двумя неизвестными, решив которую, мы получим значение величины смещения.

3. Создание макета робота-роклы

Макет предназначен для проверки возможности позиционирования робота-роклы на плоскости с помощью ориентирования по оптическим меткам. Для отработки решения был создан макет-площадка (рис. 2) в масштабе 1:10, имитирующий складское помещение площадью 600 м² с высотой потолков около 12 м (табл. 1).

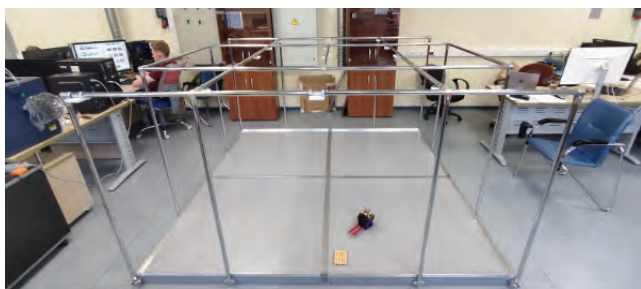


Рис. 2. Внешний вид макета складского помещения

Таблица 1

Технические характеристики макета склада

Наименование	Значение
Размер, м	2,44 × 2,44
Высота, м	1,2

Для проверки возможности управления манипуляциями разработан негабаритный макет робота-роклы. С помощью направленной вверх камеры осуществляется обнаружение и считывание оптических меток. Боковые камеры осуществляют поиск грузов и чтение напольной разметки, задняя камера предназначена для поиска препятствий. С помощью сигнализатора установки груза осуществляется контроль установки груза на палету.

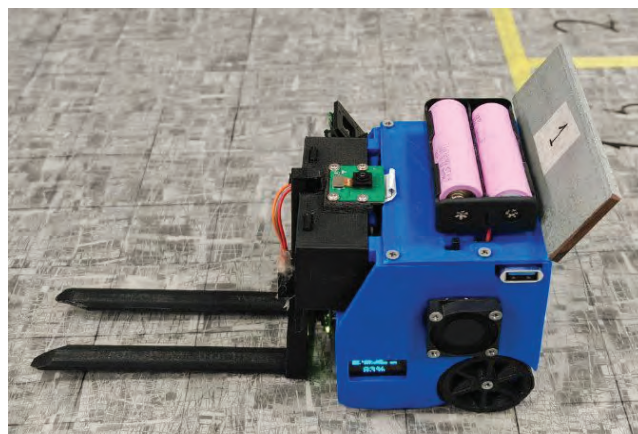


Рис. 3. Внешний вид макета робота-роклы

Данные, полученные с камер, поступают в блок обработки данных, после чего результаты поступают в блок управления, в котором формируются управляющие сигналы для системы управления макета робота. Видеопоток с четырех камер передается по Wi-Fi на персональный компьютер, где происходят ресурсозатратные вычисления для компьютерного зрения и построения карт для робота с использованием Nav2. Каждое палетное место имеет уникальный номер, состоящий из номера ряда и номера палеты в ряду. Робот способен самостоятельно перевезти палету с одного места на другое.

Корпус макета автоматической роклы смоделирован и распечатан на 3D принтере в масштабе 1:10 (рис. 3). Колеса роклы снабжены энкодерами, имеется подъемник на сервомоторе, сенсорная кнопка на подъемнике, монитор состояния, ультразвуковой дальномер и 4 камеры.

4. Экспериментальные исследования

Проведены натурные эксперименты по проверке возможности позиционирования макета робота-роклы на плоскости с помощью ориентирования по оптическим меткам. Идея эксперимента состояла в том, чтобы проверить возможность точной навигации без использования методов SLAM (англ. *simultaneous localization and mapping* — одновременная локализация и построение карты) [16] и испытать позиционирование робота на плоскости с помощью ориентирования по оптическим меткам.

Эксперимент 1. На начальном этапе обнаружение меток осуществлялось через незакрепленную камеру. Результаты эксперимента 1 представлены на рис. 4.

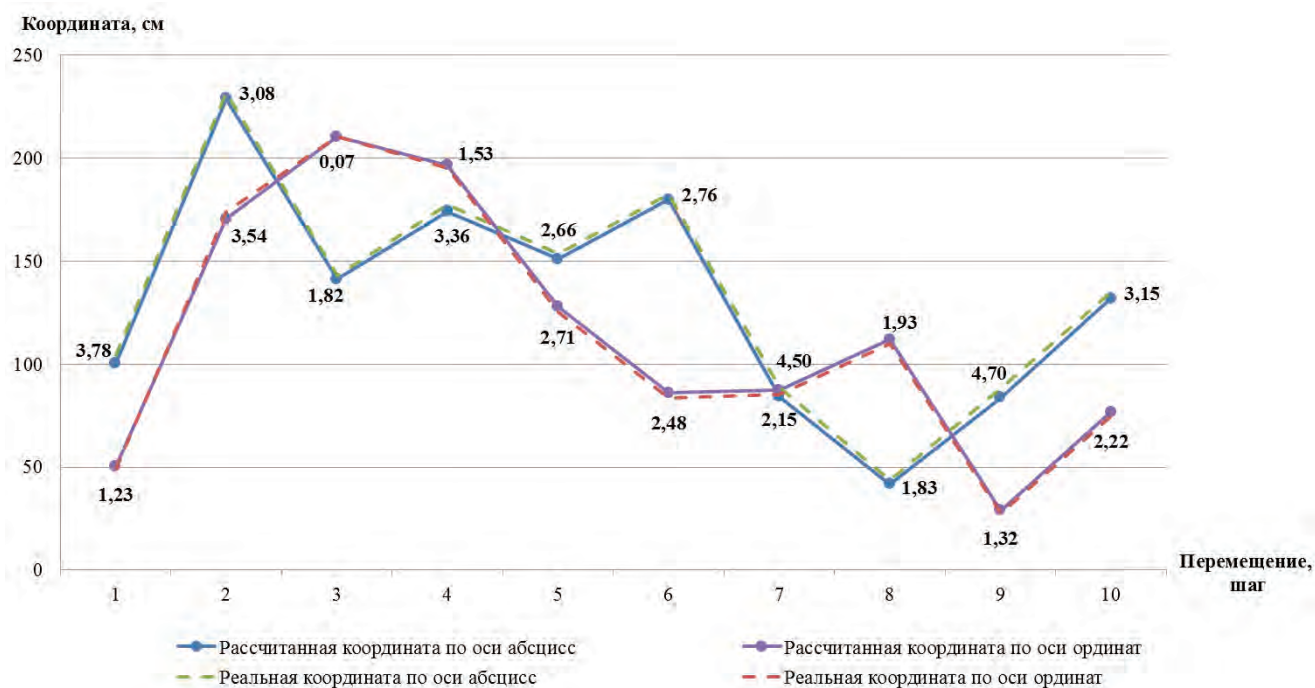


Рис. 4. Результаты эксперимента 1

Цифрами на графике указаны значения погрешности определения координат на каждом шаге перемещения.

Результаты эксперимента 1 показали, что алгоритм работает в целом верно, но точность позиционирования недостаточно высока. Средняя погрешность определения координат составила 2,53 см.

Эксперимент 2. Эксперимент выполнялся на макете робота-роклы с закрепленной камерой. В процессе тестирования осуществлялось совершенствование алгоритма определения координат. Результаты эксперимента 2 представлены на рис. 5.

Средняя погрешность определения координаты составила 0,17 см.

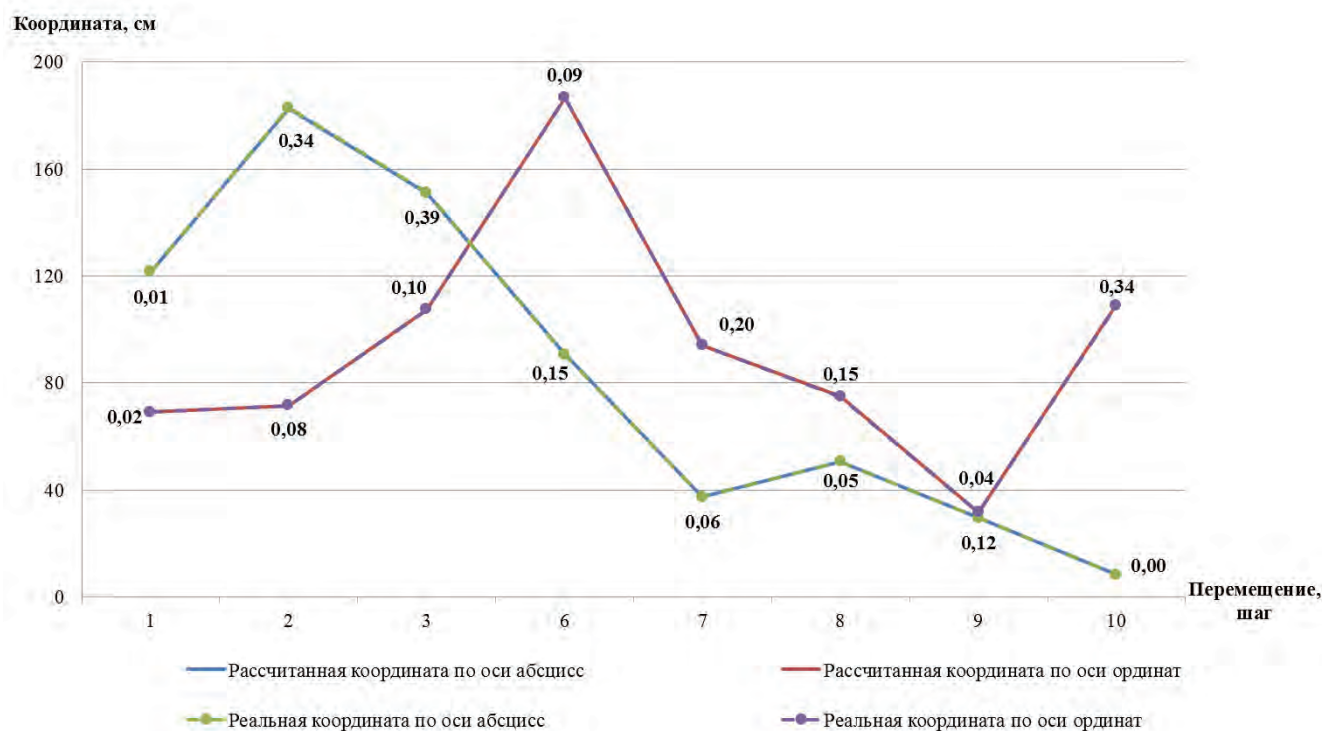


Рис. 5. Результаты эксперимента 2

Заключение

Таким образом, разработан прототип программного комплекса управления автономной навигацией автоматического робота-роклы, обеспечивающего движение робота по оптическим меткам без помощи оператора.

Обоснован выбор способа навигации макета автоматической роклы, реализована навигация по оптическим метками, разработан алгоритм поиска собственной координаты и вектора ориентации роклы по любым двум найденным меткам, выполнена предметная модификация метода цифровой стабилизации изображения на основе алгоритма Канаде-Лукаса-Томази. Созданы и закодированы круглые метки-мишени. Для проверки возможности позиционирования робота на плоскости с помощью ориентирования по оптическим меткам разработаны и соз-

даны макеты складского помещения и негабаритный макет робота-роклы.

Проведены эксперименты по проверке возможности позиционирования макета робота-роклы на плоскости с помощью ориентирования по оптическим меткам. В процессе тестирования прототипа программного комплекса управления автоматической роклой для перемещения грузов по складу осуществлялось совершенствование алгоритма определения координат. Проведенные эксперименты показали, что разработанный прототип программного комплекса обеспечивает достаточно точное ориентирование по оптическим меткам.

Разработанный прототип программного комплекса управления автономной навигацией макета автоматического робота-роклы представляет собой независимый программный модуль, который можно встраивать в систему управления реальных роботов-рокл.

Рецензент: Омельченко Виктор Валентинович, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, советник секретариата научно-технического совета ВПК «НПО Машиностроения», г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: omvvv@yandex.ru

Литература

1. Багутдинов Р. А. Принцип разработки алгоритмического обеспечения системы технического зрения роботов // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2017. Т. 9. № 5. С. 66—71.
2. Бурый А. С. Информационно-математическое обеспечение контроля качества компьютерных программ // Правовая информатика. 2019. № 2. С. 15—24. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-15-25.
3. Гаврилов Д. А. Интеллектуальные программно-аппаратные решения для автоматизированных оптико-электронных систем реального времени // Правовая информатика. 2021. № 3. С. 14—24. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-3-14-24.
4. Гаврилов Д. А. Нейросетевой алгоритм автоматического обнаружения и сопровождения объекта интереса в видеосигнале // Тр. 16-й Нац. конф. по искусственному интеллекту (24—27 сентября 2018 г.). В 2-х т. Т. 2 / ФИЦ ИУ РАН. М.: РКП, 2018. С. 188—190.
5. Гаврилов Д. А., Ивкин А. В., Щелкунов Н. Н. Система тестирования алгоритмов стабилизации видеоизображений, функционирующих в режиме реального времени // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2018. № 6. С. 22—36.
6. Гаврилов Д. А., Ловцов Д. А. Автоматизированная переработка визуальной информации с помощью технологий искусственного интеллекта // Искусственный интеллект и принятие решений. 2020. № 4. С. 33—46.
7. Гаврилов Д. А., Ловцов Д. А. Автоматизированная оптико-электронная система наземно-космического мониторинга для систем безопасности реального времени // Вопросы кибербезопасности. 2020. Т. 39. № 5. С. 41—47.
8. Гаврилов Д. А., Татаринова Е. А., Фортунатов А. А., Буздин В. Э., Учаев Д. В., Учаев Дм.В., Михайлов И. М., Терентьев М. В., Щелкунов Д. Н., Мурхиж Я., Поткин О. А. Разработка прототипа многофункциональной оптико-электронной системы кругового обзора для обеспечения визуального ориентирования беспилотных транспортных средств // Научное приборостроение. 2023. Т. 33. № 3. С. 37—48.
9. Канарейкин П. Н., Гнеденко Б. В., Мортвичев В. Н., Кобзарь В. А., Воронин В. Н., Ловцов Д. А. Автоматизированный участок механической обработки деталей: А. С. № 1238946 SU // Б. И. 1986. № 23. С. 43.
10. Кондратьев В. В., Пивоваров И. О., Горбачев Р. А., Матюхин В. В., Корнев Д. А., Гаврилов Д. А., Татаринова Е. А., Буздин В. Э., Михайлов И. М., Поткин О. А. Перспективы применения искусственного интеллекта в прикладных бизнес-задачах // Доклады РАН. Математика, информатика, процессы управления. 2022. Т. 508. № 1. С. 41—49.
11. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А. Моделирование оптико-электронных систем дистанционно пилотируемых аппаратов: монография. М.: Технолож-3000, 2019. 164 с.
12. Ловцов Д. А., Гаврилов Д. А., Татаринова Е. А. Эффективная автоматизированная переработка визуальной информации в оптико-электронной системе наземно-космического мониторинга // Профессорский журнал. Сер. Технические науки. 2019. № 3. С. 26—40.

13. Николюкин М. С., Обухов А. Д., Алексеев В. В. Моделирование поддержки принятия решений в системе управления складским комплексом // Правовая информатика. 2023. № 3. С. 54—64. EDN: KQBVSP.
14. Преображенский Н. Б., Холопов Ю. А., Гаврилов Д. А. Эффективная реализация и контроль интервалов времени в специализированных цифровых системах // Журнал радиоэлектроники. 2019. № 8. С. 11. DOI: 10.30898/1684-1719-2019-8-12.
15. Bay H., Essa A., Tuytelaars T., Van Gool L. Speeded-Up Robust Features (SURF). Computer Vision and Image Understanding. 2008. Vol. 110. № 3. Pp. 346—359.
16. Mur-Artal R., Tardós J. D. Visual-Inertial Monocular SLAM With Map Reuse. IEEE Robot. Autom. Lett. 2017. Vol. 2. № 2. Pp. 796—803.

MODELLING A ROBOTIC PALLET TRUCK CONTROL SYSTEM

Andrei Leus, Ph.D. (Technology), Leading Researcher at the Laboratory of Special Purpose Digital Systems of the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russian Federation.
E-mail: leus.av@mipt.ru

Dmitrii Gavrilov, Dr.Sc. (Technology), Director of the Phystech School of Radio Engineering and Computer Technology of the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russian Federation.
E-mail: gavrilov.da@mipt.ru

Elena Tatarinova, Ph.D. (Technology), Analyst at the Laboratory of Special Purpose Digital Systems of the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russian Federation.
E-mail: tatarinova.ea@mipt.ru

Ivan Kholodniak, Ph.D. student at the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russian Federation.
E-mail: kholodnyak.iv@phystech.edu

Sergei Agafonov, 4th year student at the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russian Federation.
E-mail: agafonov.sa@phystech.edu

Nikita Vodichev, Programmer at the Laboratory of Special Purpose Digital Systems of the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russian Federation.
E-mail: vodichev.na@mipt.ru

Anatolii Uskov, Engineer at the Laboratory of Special Purpose Digital Systems of the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russian Federation.
E-mail: uskov.ai@mipt.ru

Vadim Piatochkin, 4th year student at the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), Moscow, Russian Federation.
E-mail: pyatochkin.vs@phystech.edu

Keywords: visual information processing, navigation, orientation, optical marks, decoding algorithm, mark search algorithm, experiment.

Abstract

Purpose of the paper: developing efficient software for autonomous navigation control of an automated robotic pallet truck (RPT).

Methods used: system analysis, mathematical, 3D computer simulation and full-scale modelling, modified method of digital image stabilisation based on the Kanade–Lucas–Tomasi (KLT) algorithm.

Study findings. The problem of positioning and navigating a RPT on a plane was solved using orientation by optical marks. Special marks with encoded numbers were developed. A warehouse model was set up, with a map of coordinates for all marks. An off-size model of an RPT was made, and an algorithm for determining coordinates was developed. Experiments were carried out checking the feasibility of positioning the RPT model on the plane using orientation by optical marks. A software package for RPT model control was developed in the form of an independent software module which can be built-in into existing robot control systems.

References

1. Bagutdinov R. A. Printsip razrabotki algoritmicheskogo obespecheniia sistemy tekhnicheskogo zreniia robotov. Naukoemkie tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyakh Zemli, 2017, t. 9, No. 5, pp. 66–71.
2. Buryi A. S. Informatsionno-matematicheskoe obespechenie kontrolya kachestva komp'yuternykh programm. Pravovaia informatika, 2019, No. 2, pp. 15–24. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-2-15-25.
3. Gavrilov D. A. Intellectual'nye programmno-apparatnye resheniia dlia avtomatizirovannykh optiko-elektronnykh sistem real'nogo vremeni. Pravovaia informatika, 2021, No. 3, pp. 14–24. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-3-14-24.
4. Gavrilov D. A. Neurosetevoi algoritm avtomaticheskogo obnaruzheniia i soprovozhdeniia ob'ekta interesa v videosignale. Tr. 16-i Nats. konf. po iskusstvennomu intellektu (24–27 sentiabria 2018 g.). V 2-kh t., t. 2. FITs IU RAN. M. : RKP, 2018, pp. 188–190.
5. Gavrilov D. A., Ivkin A. V., Shchelkunov N. N. Sistema testirovaniia algoritmov stabilizatsii videoizobrazhenii, funkcioniruiushchikh v rezhime real'nogo vremeni. Vestnik MGTU im. N.E. Baumana, ser. Priborostroenie, 2018, No. 6, pp. 22–36.
6. Gavrilov D. A., Lovtsov D. A. Avtomatizirovannaia pererabotka vizual'noi informatsii s pomoshch'iu tekhnologii iskusstvennogo intellekta. Iskusstvennyi intellekt i priniatie reshenii, 2020, No. 4, pp. 33–46.
7. Gavrilov D. A., Lovtsov D. A. Avtomatizirovannaia optiko-elektronnaia sistema nazemno-kosmicheskogo monitoringa dlia sistem bezopasnosti real'nogo vremeni. Voprosy kiberbezopasnosti, 2020, t. 39, No. 5, pp. 41–47.
8. Gavrilov D. A., Tatarinova E. A., Fortunatov A. A., Buzdin V. E., Uchaev D. V., Uchaev Dm.V., Mikhailov I. M., Terent'ev M. V., Shchelkunov D. N., Murkhizh Ia., Potkin O. A. Razrabotka prototipa mnogofunktsional'noi optiko-elektronnoi sistemy krugovogo obzora dlia obespecheniia vizual'nogo orientirovaniia bespilotnykh transportnykh sredstv. Nauchnoe priborostroenie, 2023, t. 33, No. 3, pp. 37–48.
9. Kanareikin P. N., Gnedenko B. V., Mortvichev V. N., Kobzar' V. A., Voronin V. N., Lovtsov D. A. Avtomatizirovannyi uchastok mekhanicheskoi obrabotki detalei: A. S, No. 1238946 SU. B. I. 1986, No. 23, p. 43.
10. Kondrat'ev V. V., Pivovarov I. O., Gorbachev R. A., Matiukhin V. V., Kornev D. A., Gavrilov D. A., Tatarinova E. A., Buzdin V. E., Mikhailov I. M., Potkin O. A. Perspektivy primeneniia iskusstvennogo intellekta v prikladnykh biznes-zadachakh. Doklady RAN. Matematika, informatika, protsessy upravleniia, 2022, t. 508, No. 1, pp. 41–49.
11. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A. Modelirovanie optiko-elektronnykh sistem distantsionno pilotiruemykh apparatov : monografiia. M.: Tekhnolodzhi-3000, 2019. 164 s.
12. Lovtsov D. A., Gavrilov D. A., Tatarinova E. A. Effektivnaia avtomatizirovannaia pererabotka vizual'noi informatsii v optiko-elektronnoi sisteme nazemno-kosmicheskogo monitoringa. Professorskii zhurnal. Ser. Tekhnicheskie nauki, 2019, No. 3, pp. 26–40.
13. Nikoliukin M. C., Obukhov A. D., Alekseev V. V. Modelirovanie podderzhki priniatiia reshenii v sisteme upravleniia skladским комплексом. Pravovaia informatika, 2023, No. 3, pp. 54–64. EDN: QQBVSP.
14. Preobrazhenskii N. B., Kholopov Iu. A., Gavrilov D. A. Effektivnaia realizatsiia i kontrol' intervalov vremeni v spetsializirovannykh tsifrovyykh sistemakh. Zhurnal radioelektroniki, 2019, No. 8, p. 11. DOI: 10.30898/1684-1719-2019-8-12.
15. Bay H., Essa A., Tuytelaars T., Van Gool L. Speeded-Up Robust Features (SURF). Computer Vision and Image Understanding, 2008. Vol. 110, No. 3. Pp. 346–359.
16. Mur-Artal R., Tardós J. D. Visual-Inertial Monocular SLAM With Map Reuse. IEEE Robot. Autom. Lett., 2017. Vol. 2, No. 2. Pp. 796–803.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ

Гриднев В.А.¹, Жаров В.Г.², Самодурова У.С.³

Ключевые слова: легитимность, криптография, защита данных, аутентификация, информационные системы, информационные технологии, законодательство, избирательный процесс, протокол.

Аннотация

Цель работы: исследовать существующие криптографические протоколы тайного голосования, опыт проведения дистанционного электронного голосования в России и за рубежом, обосновать предложения по дальнейшему совершенствованию безопасности электронной системы тайного голосования.

Метод: системный и сравнительный анализ существующих криптографических протоколов тайного голосования.

Результат: в ходе исследования практик дистанционного электронного голосования были изучены различные криптографические протоколы тайного голосования и опыт применения таких систем, как в России, так и за рубежом; анализ показал, что существующие методы и подходы имеют ряд ограничений и проблем в области безопасности и эффективности; на основании проведенного системного и сравнительного анализа, авторы обосновали ряд продуктивных предложений по совершенствованию технических и правовых аспектов дистанционного электронного голосования, которые могут служить основой для дальнейшего развития и улучшения системы дистанционного голосования, повышая ее безопасность и доступность для граждан.

EDN: KNTRDT

Введение

В настоящее время голосование во всех демократических странах является неотъемлемой частью общественных процессов и обеспечивает возможность гражданам выражать свою волю при выборе представителей и принятии государственных и общественных решений. Традиционные методы голосования включают бумажные бюллетени и избирательные урны. Однако с развитием информационных технологий [8, 10] все большую популярность приобретает дистанционное электронное голосование (ДЭГ), которое предоставляет возможность голосовать через Интернет или другие электронные системы. Этот способ голосования представляет собой совокупность технологических и правовых решений, направленных на обеспечение возможности участия в выборах на расстоянии с использованием электронных средств.

В статье представлены результаты исследования различных аспектов ДЭГ, выявлены ключевые характе-

ристики и определено влияние правовых и технологических факторов на его эффективность и безопасность [9], а также представлены результаты анализа практической реализации данного способа голосования в различных странах. Особое внимание уделено системному анализу [11] текущего состояния и перспектив развития ДЭГ в России, исследованию решенных задач и выявлению аспектов, требующих дополнительного изучения и улучшения.

История появления дистанционного электронного голосования

К середине 2010-х гг. первые законодательные инициативы в России были направлены на создание нормативно-правовой базы [10] для дистанционного голосования, однако настоящий прорыв произошел в 2020-х гг. В условиях пандемии COVID-19, когда мир перешел на дистанционный режим работы и общения, дистанционное голосование стало не просто удобной опцией, а необходимостью.

¹ Гриднев Виктор Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и защиты информации Тамбовского государственного технического университета, г. Тамбов, Российская Федерация.

E-mail: vikadres@yandex.ru

² Жаров Василий Геннадиевич, начальник управления защиты информации департамента безопасности негосударственного пенсионного фонда «Благосостояние», г. Тамбов, Российская Федерация.

E-mail: qwertylight@ya.ru

³ Самодурова Ульяна Сергеевна, студентка выпускного курса Тамбовского государственного технического университета, г. Тамбов, Российская Федерация.

E-mail: ms.ulyana.2001@mail.ru

Одним из ярких примеров начальных тестов ДЭГ в России является проект «Активный гражданин», запущенный в Москве в 2014 г. Эта инициатива позволяет гражданам участвовать в принятии решений на местном уровне, голосуя по различным вопросам через онлайн-платформу. Проект оказался весьма успешным: миллионы граждан приняли в нем участие и высказали свое мнение по таким вопросам, как транспорт, инфраструктура и государственные услуги⁴.

Еще один пример, когда ДЭГ в ограниченном масштабе было введено в ходе президентских выборов 2018 г. Этот пилотный проект позволил гражданам России, проживающим за рубежом, проголосовать в электронном виде. Несмотря на то, что система подверглась критике и вызвала опасения по поводу безопасности и прозрачности, она стала важным шагом на пути к внедрению ДЭГ в более широком масштабе.

В 2020 г. в России впервые на федеральном уровне использовалась система ДЭГ — это было голосование по поправкам в Конституцию РФ. Позже способ начал применяться и на региональных выборах⁵.

В ходе голосования по поправкам к Конституции 2020 г. в России дистанционное электронное голосование было введено в Москве и ряде других регионов. Центральная избирательная комиссия (ЦИК) России выпустила специальные рекомендации и инструкции для избирателей по регистрации и голосованию в режиме онлайн. С помощью мобильного приложения или веб-сайта избиратели могли участвовать в избирательном процессе дистанционно, что обеспечивало удобство и доступность, особенно в период пандемии COVID-19. ЦИК России внимательно следила за внедрением ДЭГ, чтобы обеспечить его справедливость и прозрачность, а общий опыт позволил получить ценные сведения для дальнейшего совершенствования и расширения данной системы голосования.

ДЭГ в России в последние годы набирает обороты, и выборы 10 сентября 2023 г. стали ярким примером его применения.

Дистанционное электронное голосование в других странах

Развитие ДЭГ в разных странах происходило по-разному, в первую очередь из-за различий в технологической инфраструктуре, законодательной базе и политической воле.

Эстония — одна из немногих стран мира, где электронное голосование не только существует, но и активно применяется на практике. Это государство стало пионером в области электронного голосования, начав внедрение этой системы еще в 2005 г. Электронное голосование в Эстонии основано на использовании

уникальных электронных ID-карт, которые выдаются каждому гражданину страны. Эти карточки позволяют идентифицировать личность гражданина и гарантировать анонимность его волеизъявления. Граждане могут проголосовать онлайн из любой точки мира, имея доступ к Интернету⁶.

Южная Корея также добилась успехов в ДЭГ. Страна начала экспериментировать с электронным голосованием в 2002 г. и с тех пор расширила его применение на различных выборах. Используемая система требует от избирателей *аутентификации* с помощью цифрового сертификата, что обеспечивает безопасность и исключает возможность дублирования голосов. Удобство и эффективность ДЭГ способствовали повышению активности избирателей в Южной Корее.

Швейцария, известная своими демократическими традициями и частыми референдумами, активно исследует возможности внедрения ДЭГ. Однако, несмотря на технологические инновации и политическую волю, процесс внедрения проходит не без трудностей. В Швейцарии ДЭГ было введено в качестве альтернативного метода голосования в нескольких кантонах. Почта Швейцарии разработала систему, позволяющую избирателям голосовать в электронном виде с личных устройств. Однако использование этой технологии столкнулось с проблемами, связанными с безопасностью и прозрачностью. В результате некоторые кантоны приостановили использование ДЭГ [1].

ДЭГ в США применяется относительно ограниченно из-за опасений в отношении безопасности и неприкосновенности личности. Однако в некоторых штатах были проведены эксперименты с вариантами дистанционного голосования для определенных групп населения, таких как военнослужащие, проходящие службу за рубежом, или граждане, проживающие за границей⁷.

Представленные примеры демонстрируют разнообразие подходов к ДЭГ в различных странах, подчеркивая актуальность исследований по повышению безопасности этого процесса.

Правовые аспекты дистанционного электронного голосования

На сегодняшний день основополагающими нормативными документами, регулирующими проведение ДЭГ в России, обеспечивающими прозрачность, безопасность и *легитимность* [7, 9, 10] процесса голосования являются:

1. Конституция Российской Федерации как высший нормативный акт, предоставляющий правовую основу для различных аспектов государственного управления, включая избирательный процесс. Конституция РФ

⁴ «Активный гражданин»: И ты не один! URL: <https://inlnk.ru/4yg5l0> (дата обращения: 05.09.2023).

⁵ Электронное голосование-2020. URL: <https://inlnk.ru/meyQk1> (дата обращения: 05.09.2023).

⁶ Первый в мире блокчейн и электронное голосование. Как Эстония развивает e-сервисы для граждан. URL: <https://inlnk.ru/zadG12> (дата обращения: 05.09.2023).

⁷ Нятина Н. В. Гражданские инициативы молодежи : учебное пособие. Кемерово : КеМГУ, 2022. 173 с.

не содержит конкретных упоминаний о дистанционном электронном голосовании, она устанавливает общие *принципы* [7] проведения выборов и право граждан на участие в них [6].

2. Федеральный закон «Об основных гарантиях избирательных прав и права на участие в референдуме граждан Российской Федерации»⁸, устанавливающий основные принципы и порядок проведения выборов и референдумов в России. Ст. 64.1 «Дистанционное электронное голосование» была введена 14 марта 2022 г. и впервые применена для проведения удаленного электронного голосования 5 декабря 2022 г. Решение о проведении ДЭГ может быть принято соответствующей избирательной комиссией или комиссией референдума. В данном решении должны быть определены сроки проведения ДЭГ, государственные информационные системы, используемые для проведения голосования, а также *условия*, при которых избиратель или участник референдума вправе принять участие в голосовании. Для проведения ДЭГ используются *государственные информационные системы*, в частности, такие как ГАС РФ «Выборы» и другие [10], прошедшие сертификацию и соответствующие требованиям, установленным ЦИК Российской Федерации.

3. Федеральный закон «О проведении эксперимента по организации и осуществлению дистанционного электронного голосования на выборах депутатов Московской городской Думы седьмого созыва»⁹. Этот закон был введен с целью проведения эксперимента по ДЭГ на выборах депутатов Московской городской Думы. В рамках эксперимента использовались электронные технологии для сбора и подсчета голосов избирателей на удаленных площадках. Закон устанавливает *требования* к системе электронного голосования, включая ее *безопасность*, *аутентификацию* и *защиту* [7, 9] данных. Он также регулирует процедуру регистрации избирателей для участия в дистанционном голосовании, а также правила подсчета и учета электронных голосов.

4. Постановление ЦИК РФ «О Порядке дистанционного электронного голосования с использованием федеральных государственных информационных систем»¹⁰. Постановление содержит ряд важных положений, регулирующих процесс ДЭГ: определяет процедуру голосования с использованием федеральных государственных информационных систем (ФГИС) [17], устанавливает требования к участникам, регулирует

порядок регистрации участников и выдачи им доступа к системе голосования.

5. Постановление ЦИК РФ «О Требованиях к проведению дистанционного электронного голосования»¹¹, определяющее процедуру и условия, при которых избиратели могут использовать электронные средства для голосования на выборах, а также требования к электронным системам голосования и программному обеспечению, используемому при ДЭГ.

6. Постановление ЦИК РФ «О проведении дистанционного электронного голосования на выборах, которые должны быть назначены на 10 сентября 2023 года»¹². Данный документ был принят в целях создания дополнительных условий для реализации активного избирательного права граждан и с учетом предложений, поступивших из избирательных комиссий субъектов Российской Федерации.

Анализ правовых аспектов ДЭГ в России показал, что несмотря на наличие комплекса законодательных и нормативных актов, регулирующих этот процесс, существует необходимость дальнейшего совершенствования нормативно-правовой базы [10]. Это связано с тем, что динамично развивающиеся технологии и методы голосования требуют адаптивного и гибкого подхода к законодательному регулированию для обеспечения легитимности, прозрачности и безопасности процесса голосования.

Тем не менее, учитывая достижения технического прогресса и появления все новых средств и методов дистанционного голосования, законодательство должно быть достаточно гибким и способным адаптироваться к изменениям. Это подчеркивает важность непрерывного диалога и сотрудничества между законодателями, ИТ-специалистами и гражданским обществом для формирования современного, эффективного и сбалансированного законодательства в рассматриваемой сфере. Поэтому актуальным становится анализ наиболее распространенных форм ДЭГ.

Протокол тайного голосования Фудзикока-Окамото-Охта

Данный *криптографический* [9, 18] протокол используется для защиты *конфиденциальности* голосования в электронных системах, где голоса избирателей передаются по сети. Он позволяет избирателям голосовать анонимно, не раскрывая своих личных данных или предпочтений другим участникам системы.

Схемы тайного голосования предлагались многими исследователями как с теоретической, так и с практи-

⁸ Федеральный закон от 12 июня 2002 г. № 67-ФЗ «Об основных гарантиях избирательных прав и права на участие в референдуме граждан Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

⁹ Федеральный закон от 29 мая 2019 г. № 103-ФЗ «О проведении эксперимента по организации и осуществлению дистанционного электронного голосования на выборах депутатов Московской городской Думы седьмого созыва» // СПС «КонсультантПлюс».

¹⁰ Постановление Центральной избирательной комиссии Российской Федерации от 8 июня 2022 г. № 86/716-8 «О Порядке дистанционного электронного голосования с использованием федеральных государственных информационных систем» // СПС «КонсультантПлюс».

¹¹ Постановление Центральной избирательной комиссии Российской Федерации от 8 июня 2022 г. № 86/715-8 «О Требованиях к проведению дистанционного электронного голосования» // СПС «КонсультантПлюс».

¹² Постановление Центральной избирательной комиссии Российской Федерации от 7 июня 2023 г. № 117/927-8 «О проведении дистанционного электронного голосования на выборах, которые должны быть назначены на 10 сентября 2023 года» // СПС «КонсультантПлюс».

ческой точки зрения. В схеме с использованием многостороннего протокола процедуры управляются самими избирателями, однако для доказательства правильности всех действий требуется большое количество коммуникаций. Практическая секретная схема голосования требует дополнительных участников: доверенного центра или администратора¹³.

Существуют два основных типа такого подхода: в одном из них избиратель отправляет бюллетень в зашифрованной форме, а в другом — отправляет его через анонимный канал связи.

Первый тип был предложен Джошем Бенало¹⁴ в 1988 г. Данная схема использует технику шифрования с использованием остатков более высокой степени. Схема требует распределенных центров для защиты конфиденциальности избирателей, однако избиратель должен доказать, что распределенный бюллетень действителен, поэтому все голосование должно происходить одновременно.

В качестве схемы второго типа Дэвид Чаум предложил¹⁵ схему голосования, использующую анонимный канал связи, и она обеспечивает безусловную защиту от отслеживания голосования. Впоследствии Казуо Охта предложил¹⁶ практическую секретную схему голосования, используя только одного администратора по аналогичному принципу. Эти схемы более подходят для масштабных выборов, поскольку объемы коммуникаций и вычислений являются разумными даже при большом числе избирателей.

Японские криптографы Фудзиока, Окамото и Охта предложили¹⁷ прагматичную и безопасную секретную схему голосования, подходящую для масштабных выборов и одновременно решающую проблемы конфиденциальности, анонимности и справедливости даже в случае сговора администратора и счетчика, а также обеспечивающую сокрытие ото всех даже промежуточных результатов голосования до его окончания. Схема предотвращает любые нарушения со стороны избирателей или администратора.

Соответствующий протокол тайного голосования в электронных системах предполагает безопасное и анонимное голосование на выборах, защищая тем самым целостность демократического процесса¹⁸. Кроме

того, обеспечивается прозрачность и честность голосования, так как каждый избиратель имеет возможность лично убедиться в том, что его голос учтен правильно.

Протокол базируется на модели, включающей избирателей, администратора и счетчика (счетчик может быть заменен общественной доской), а также анонимный канал связи для общения избирателей и счетчика. При этом у каждого избирателя есть собственная схема обычной цифровой подписи [9], а у администратора — схема слепой подписи¹⁹. Счетчик только создает список бюллетеней и публикует его. Упрощенно процедуру реализации данного протокола можно представить так:

Шаг 1. Подготовка. Избиратель заполняет электронный бюллетень, создает сообщение с использованием техники слепой подписи для получения подписи администратора и отправляет его администратору.

Шаг 2. Администрирование. Администратор проверяет легитимность избирателя, отмечает в списке, что данный избиратель реализовал свое право голоса и подписывает сообщение, в котором скрыт бюллетень избирателя, и возвращает избирателю.

Шаг 3. Голосование. Избиратель получает бюллетень, подписанный администратором, и отправляет его анонимно счетчику.

Шаг 4. Сбор. Счетчик публикует список полученных бюллетеней.

Шаг 5. Раскрытие. Избиратель раскрывает свой голос, отправляя анонимно свой ключ шифрования.

Шаг 6. Подсчет. Счетчик подсчитывает голосование и объявляет результат.

К протоколу тайного электронного голосования предъявляют следующие требования [18]: голосовать могут только те, кто имеет на это право; каждый может голосовать только один раз; никто не может узнать, за кого проголосовал конкретный избиратель; никто не может проголосовать за другого; никто не может изменить результаты голосования; каждый голосующий может проверить, что его голос учитывался при подведении итогов голосования; каждый знает, кто голосовал, а кто нет.

Соответствующий обобщенный протокол тайного голосования с одним Центром позволяет избирателям отдать свой голос за пределами избирательного участка из любого месторасположения. То есть данный протокол предполагает наличие двух сторон: избиратель и Центральная избирательная комиссия, а реализуется в виде следующей процедуры:

Шаг 1. ЦИК публикует список всех правомочных избирателей.

Шаг 2. В течение определенного срока каждый избиратель сообщает в ЦИК о намерении голосовать.

Шаг 3. ЦИК публикует список избирателей, участвующих в выборах.

¹³ Fujioka A., Okamoto T., Ohta K. A. practical secret voting scheme for large scale elections // Advances in Cryptology – Auscrypt '92: Lecture Notes in Computer Science, v. 718 / ed. by J. Seberry, Y. Zheng. Berlin, Heidelberg: Springer, 1993.

¹⁴ Benaloh Josh. Dense probabilistic encryption (1994).

¹⁵ Chaum D. Towards trustworthy elections. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co., 2010.

¹⁶ Fujioka A., Okamoto T., Ohta K. A. practical secret voting scheme for large scale elections // Advances in Cryptology – Auscrypt '92: Lecture Notes in Computer Science, v. 718 / ed. by J. Seberry, Y. Zheng. Berlin, Heidelberg: Springer, 1993.

¹⁷ Fujioka A., Okamoto T., Ohta K. A. practical secret voting scheme for large scale elections // Advances in Cryptology – Auscrypt '92: Lecture Notes in Computer Science, v. 718 / ed. by J. Seberry, Y. Zheng. Berlin, Heidelberg: Springer, 1993.

¹⁸ Ермакова А. Ю. Криптографические методы защиты информации: учеб.-метод. пособие. М.: РТУ МИРЭА, 2021. 172 с.

¹⁹ Разновидность цифровой подписи, предложенная Дэвидом Чаумом в 1982 г., при которой подписывающая сторона не может точно знать содержимое подписываемого документа.

Шаг 4. Каждый избиратель анонимно получает идентификационный номер (I) с помощью протокола ANDOS (All or Nothing Disclosure of Secrets)²⁰.

Шаг 5. Каждый избиратель с помощью ЭВМ генерирует пару «открытый ключ/закрытый ключ» ($<k, d>$). Если v — это бюллетень, то избиратель создает и посылает в ЦИК следующее сообщение: $I, E_k(I, v)$ ²¹. Это сообщение должно быть послано анонимно.

Шаг 6. ЦИК подтверждает получение бюллетеня, публикуя: $E_k(I, v)$.

Шаг 7. Каждый избиратель посылает в ЦИК сообщение: (I, d) .

Шаг 8. ЦИК расшифровывает бюллетени. После окончания голосования ЦИК публикует результаты и для каждого варианта выбора список соответствующих значений: $E_k(I, v)$.

Улучшенный протокол тайного голосования отвечает большинству перечисленных требований, он не создает сложностей для избирателей, однако использует протокол ANDOS, который создает некоторые технические сложности при реализации. Кроме того, данный протокол не устраняет возможность незаконного вознаграждения избирателей за голосование в пользу определенного кандидата («покупка голосов»), а, наоборот, облегчает осуществление такой практики.

Протокол тайного голосования Фудзиока-Окамото-Охта выделяется своим акцентированием на *конфиденциальность*. С правовой точки зрения это позитивная особенность, так как она направлена на соблюдение принципа тайного голосования. Протокол также обеспечивает безопасность передачи данных, что является ещё одним важным аспектом, особенно в современных условиях, когда вопросы кибербезопасности становятся всё более актуальными. Данный протокол является хорошим примером *сбалансированного* подхода к обеспечению конфиденциальности и безопасности.

Протокол тайного голосования Хе-Су

Еще одним протоколом, основанным на идее слепой подписи, является протокол Хе-Су, опубликованный в 1997 г.²² В данном протоколе участвуют три стороны: избиратель, администратор и счётчик. Но, в отличие от протокола Фудзиока-Окамото-Охта, в протоколе Хе-Су подписывается ключ избирателя, а не бюллетень. При этом в электронном голосовании участвуют три стороны²³:

– избиратели, которые регистрируют свои ключи для голосования и отдают свои голоса;

– авторитет, который авторизует право голосования участников путем слепой подписи их ключей для подсчета голосов, которые будут использоваться для проверки подписей на бюллетенях;

– подсчитывающий, который собирает бюллетени, проверяет подлинность бюллетеней и публикует результаты выборов.

Процедура реализации протокола состоит из трех этапов:

– *регистрация*: на этом этапе избиратели регистрируются для участия в выборах, и авторитет авторизует их; каждый избиратель создает пару ключей (открытый и закрытый), авторитет слепо подписывает открытый ключ (ключ для подсчета голосов) и передает избирателю, который сохраняет закрытый ключ (ключ для голосования) для подписи бюллетеней на выборах (конечно, перед подписанием ключа для подсчета голосов авторитет должен проверить подлинность и право каждого избирателя);

– *представление ключей* (для подсчета голосов): на этом этапе каждый избиратель, у которого есть подтвержденный ключ для подсчета голосов (слепо подписанный авторитетом на этапе регистрации), отправляет свой ключ подсчитывающему, используя неразрывную почту; подсчитывающий проверяет подлинность представленного ключа для подсчета голосов с помощью открытого ключа авторитета и, наконец, публикует все допустимые представленные ключи для подсчета голосов;

– *голосование и подсчет голосов*: на этом этапе избиратели подписывают свои бюллетени с помощью ключей для голосования, прикрепляют подписи к своим бюллетеням и отправляют их подсчитывающему; подсчитывающий проверяет допустимость бюллетеней с помощью опубликованных ключей для подсчета голосов и публикует все допустимые бюллетени; каждый избиратель может проверить, был ли его голос учтен при подсчете; кроме того, любой может проверить правильность результатов с помощью бюллетеней, подписей и опубликованных ключей для подсчета голосов.

Протокол Хе-Су отличается сложностью и требовательностью к большому объему коммуникаций. С правовой стороны, это может создать определенные трудности. Например, чрезмерная сложность может сделать процесс менее доступным для широкой публики и увеличить риск ошибок или злоупотреблений.

Организационно-технические аспекты дистанционного электронного голосования

Дистанционное электронное голосование — голосование без использования бюллетеня, изготовленного на бумажном носителе, с использованием специального программного обеспечения, а также один из способов участия в выборах или референдумах без физического присутствия на избирательном участке [13]. Участковая избирательная комиссия по ДЭГ — коллегиальный орган, обеспечивающий организацию,

²⁰ Brassard G., Crepeau C., Robert J.-M. All-or-nothing disclosure of secrets. Springer Lecture Notes in Computer Science. 1987. V. 263.

²¹ $E_k(I, v)$ — правило шифрования на ключе k идентификационного номера I и бюллетеня v .

²² URL: https://www.researchgate.net/publication/228920120_A_new_secure_and_practical_electronic_voting_protocol_without_revealing_voters_identity.

²³ He Q., Su Zhongmin. A New Practical Secure e-Voting Scheme // School of Computer Science, Carnegie Mellon University. 1997. 25 Dec.

осуществление и установление итогов дистанционного электронного голосования. Протокол об итогах дистанционного электронного голосования — документ участковой избирательной комиссии по ДЭГ, отражающий ее решение об итогах голосования.

Основные характеристики ДЭГ [14]:

- для проведения дистанционного электронного голосования часто используются специализированные электронные платформы, которые должны обеспечивать высокий уровень безопасности и анонимности: *E-voting, EVoting, SecureBallot*, платформа Программно-технического комплекса дистанционного электронного голосования, Система дистанционного электронного голосования ЦИК РФ с применением технологии блокчейн [1, 15, 16];

- система способствует повышению явки избирателей; традиционные методы голосования часто требуют физического присутствия на избирательных участках, что может быть неудобным или невозможным для некоторых людей;

- использование электронных систем голосования позволяет значительно сократить расходы на организацию и проведение выборов: нет необходимости печатать бумажные бюллетени, обеспечивать места для голосования и нанимать дополнительный персонал.

ДЭГ подвержено угрозам кибербезопасности, таким как хакерские атаки, фишинг и вредоносное программное обеспечение [9]. Ни одна система не является полностью защищенной от кибератак и попыток фальсификации голосов [9, 12].

Основные современные организационно-технические *требования* к системам ДЭГ можно сформулировать следующим образом:

- для участия в ДЭГ необходима *верификация* [7] личности; обеспечение *достоверности* идентификации избирателей в онлайн-среде является сложной задачей; недостаточная *аутентификация* может привести к подделке голосов или многократному голосованию; поскольку заполнение электронного бюллетеня происходит вне контроля со стороны избирательной комиссии и общественного наблюдения, нельзя исключить так называемое «семейное» голосование — эта проблема влечет риск покупки голосов и иного воздействия на волеизъявление избирателей в момент его совершения;

- платформа для проведения голосования должна быть безопасна и надежна, системы ДЭГ должны быть устойчивы к взломам, а данные — зашифрованы; особую опасность представляет утечка информации по акустоэлектрическому каналу, образуемому из-за наличия преобразователей информативного сигнала из акустического в электрический (в электрических цепях технических устройств) [2—4];

- система ДЭГ должна быть доступна для широкого круга граждан, включая тех, кто имеет ограниченный доступ к Интернету или не имеет навыков работы с компьютером; должна быть также обеспечена возможность голосования из любой точки мира в удобное

для избирателей время, без затрат времени на посещение избирательных участков;

- разработка и поддержка надежной системы ДЭГ требует значительных финансовых и временных ресурсов;

- требуется учесть возможные юридические споры относительно легитимности результатов ДЭГ;

- система ДЭГ должна автоматизировать процесс подсчета голосов и получение результатов в режиме реального времени;

- для успешной реализации необходимо обеспечить прозрачность процесса и доверие избирателей к системе голосования; это включает доступность информации о системе, аудит результатов голосования и возможность повторной проверки голосов;

- требуется решить проблему сохранения тайны голосования и обеспечить доверие к голосованию у граждан.

Участие в ДЭГ возможно для граждан, достигших избирательного возраста и имеющих доступ к ФГИС. Для участия в голосовании необходимо зарегистрироваться в системе и получить доступ к электронному голосованию. Система обеспечивает *конфиденциальность* данных и защиту от *несанкционированного доступа* [9].

В России порядок проведения ДЭГ определен законодательно²⁴:

- прежде чем принять участие в ДЭГ, избиратель или участник референдума должен быть зарегистрирован; регистрация осуществляется в соответствии с установленными правилами и процедурами; избиратель или участник референдума должен предоставить необходимые данные и подтвердить свою личность; регистрация может быть произведена как до начала голосования, так и во время его проведения;

- после регистрации избиратель или участник референдума получает доступ к ФГИС, используемой для проведения ДЭГ; доступ предоставляется посредством выдачи уникального логина и пароля, которые обеспечивают конфиденциальность и безопасность голосования;

- избиратель или участник референдума имеет возможность проголосовать посредством ФГИС в установленные сроки; голосование проводится в соответствии с *требованиями*, установленными ЦИК РФ или избирательной комиссией соответствующего субъекта РФ;

- после окончания срока голосования производится подведение итогов ДЭГ; результаты голосования фиксируются и подтверждаются соответствующей избирательной комиссией или комиссией референдума.

В дни голосования на главной странице портала ДЭГ будет доступна кнопка для перехода к голосованию. При ее нажатии избирателям будет предложено авторизоваться с использованием учетной записи

²⁴ Федеральный закон от 12 июня 2002 г. № 67-ФЗ «Об основных гарантиях избирательных прав и права на участие в референдуме граждан Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

портала «Госуслуги»²⁵. Для участия в ДЭГ потребуется также подтвердить свою личность цифровым кодом из смс-сообщения, которое будет направлен на номер мобильного телефона, указанный в учетной записи избирателя на портале «Госуслуги». Существует возможность узнать, правильно ли учтен голос.

Результаты волеизъявления участников ДЭГ незамедлительно зашифровываются и сохраняются в виде транзакций в цепочке блоков.

После отправки бюллетеня система предоставляет избирателю «квитанцию», которая содержит данные о его транзакции, в том числе уникальный номер. По нему с помощью специального сервиса на портале наблюдения ДЭГ можно будет найти транзакцию и убедиться в ее наличии в цепочке блоков.

Тип транзакции «Принят бюллетень» будет означать, что транзакция содержит зашифрованный результат волеизъявления, а само наличие транзакции — факт ее учета.

Тайна голосования при ДЭГ обеспечивается путем процедуры *анонимизации* [5], которая запускается после корректного ввода кода подтверждения вашей личности при голосовании на портале ДЭГ. Для обеспечения анонимности происходит отделение всех персональных данных избирателя и их замена на уникальный код, с помощью которого предоставляется доступ к электронному бюллетеню.

В момент голосования система знает уникальный код избирателя, но не может сопоставить его с персональными данными.

При голосовании волеизъявление избирателя зашифровывается на его личном устройстве и уже в зашифрованном виде передается в систему.

Впервые документ с описанием протокола тайного голосования в России был представлен²⁶ 7 сентября 2023 г. В одном из подразделов кратко перечислены основные участники протокола ДЭГ и их функции:

- Избиратель — участник, обладающим активным избирательным правом и включенный в списки участников ДЭГ;

- Организатор — участник, осуществляющий организацию процесса голосования (в том числе соответствующая избирательная комиссия);

- Аутентификатор — участник, осуществляющий идентификацию и аутентификацию избирателей (с помощью Единой системы идентификации и аутентификации — ЕСИА);

- Регистратор — участник, предоставляющий избирателям право получения бюллетеня (путем формирования подписи вслепую);

- Урна — участник, выдающий избирателям бюллетени и принимающий обратно заполненные зашифрованные бюллетени;

- Учётчик — участник, представляющий собой хранилище транзакций (бюллетеней избирателей и других

данных), к которому есть постоянный доступ на запись и/или чтение у следующих участников: Урна, Организатор, Регистратор, Наблюдатель, а также осуществляющий подсчет итогов;

- Наблюдатель — участник, осуществляющий наблюдение за процессом голосования и аудит результатов голосования, имеющий доступ к хранилищу транзакций, а также предоставляющий публичный доступ ко всему содержимому хранилища транзакций через Портал наблюдения.

Процедура реализации соответствующего протокола состоит в следующем²⁷:

Шаг 1. Формирование исходных данных: формирование списков участников ДЭГ; передача данных голосования.

Шаг 2. Инициализация системы: генерация ключей; загрузка данных голосования; загрузка ключа шифрования бюллетеней.

Шаг 3. Предоставление права получения бюллетеня: идентификация и аутентификация избирателя; получение подписи вслепую и ключа шифрования бюллетеней.

Шаг 4. Подача заполненного бюллетеня: волеизъявление; публикация бюллетеня; проверка бюллетеня.

Шаг 5. Подведение итогов: прекращение выдачи и приема бюллетеней; восстановление разделяемого ключа шифрования; подсчет итогов; расшифрование итогов.

Шаг 6. Аудит.

Шаг 7. Публикация результатов.

Для примера рассмотрим более подробно реализацию задачи *волеизъявление* на *Шаге 4*:

1. Избиратель анонимно обращается к Урне и запрашивает текст бюллетеня по идентификатору $VotingID_i$ для каждого $i \in \{1, \dots, n\}$, где n — количество избирателей.

2. Урна отправляет Избирателю текст бюллетеня для каждого идентификатора i .

3. Избиратель для каждого идентификатора i заполняет бюллетень, определяя набор $(m_1^i, \dots, m_{t_i}^i)$, где значение $(m_j^i \in \{0, 1\})$ обозначает голос «за» (1) или «против» (0) за j -й вариант, $j = 1, \dots, t_i$, и зашифровывает его:

$$((c_1^i, \dots, c_{t_i}^i), d^i) = SE. Enc(pk_i, (m_1^i, \dots, m_{t_i}^i), min_i, max_i).$$

4. Избиратель для каждого идентификатора i формирует транзакцию tx^i (где tx^i — идентификатор транзакции для конкретного избирателя с номером i)²⁸, включающую следующие данные: идентификатор, зашифрованный бюллетень, открытый ключ Избирателя, значение подписи.

²⁷ См.: Публичное акционерное общество «Ростелеком» (ПАО «Ростелеком»). Описание доработанного протокола тайного голосования (проект): [Текст] / ПАО «Ростелеком». М., 2023. 23 с.

²⁸ tx^i представляет собой электронную запись, которая содержит информацию о голосе избирателя и необходимые данные для проведения голосования и последующего подсчёта голосов.

²⁵ Портал дистанционного электронного голосования ЦИК России. URL: <https://vybory.gov.ru/>

²⁶ Там же.

5. Избиратель для каждого идентификатора i подписывает транзакцию tx^i : $\sigma^i = S.Sign(sk_{изб}^i, tx^i)$.

6. Избиратель отправляет Урне подписанные транзакции (tx^i, σ^i) , $i=1, \dots, n$.

7. Урна проверяет для каждого идентификатора i : корректность формата транзакции, корректность подписи Регистратора в транзакции, корректность подписи Избирателя под транзакцией, уникальность транзакции.

Если какая-то из проверок завершена неуспешно, то Урна возвращает Избирателю ошибку и отбрасывает бюллетень.

В противном случае Урна:

- добавляет ключ $(pk_{изб}^i)$ в свою *внутреннюю базу данных* [8];

- отправляет транзакции Учётчику (не подписывая дополнительно);

- формирует квитанцию о приеме транзакции (подписанная Урной принятая транзакция и ее идентификатор) и отображает ее Избирателю.

На экране устройства избирателя отображается содержимое его транзакций и квитанций, которые избиратель сохраняет.

Рассмотренные протоколы были апробированы в ходе проведения более 4 тыс. избирательных кампаний в 86 субъектах РФ в период с 8 по 10 сентября 2023 г. Всего замещению подлежали более 33 тыс. мандатов и выборных должностей. В онлайн-голосовании на выборах приняли участие 24 региона страны на федеральной платформе, а также Москва на собственной платформе. Всего дистанционным электронным голосованием воспользовались более трех миллионов граждан России²⁹.

Анализ организационно-технических аспектов ДЭГ выявляет несколько ключевых направлений для дальнейшего развития. Особое внимание требует безопасность и надежность используемого программного обеспечения, что подразумевает необходимость его регулярного аудита и обновления. Следующим важным элементом является подготовка и обучение персонала участковых избирательных комиссий, которые играют центральную роль в организации и контроле процесса. Кроме того, критическую важность приобретает разработка надежных и безопасных методов документирования и хранения данных, чтобы обеспечить прозрачность и доступность для общественного контроля. В целом фокусирование на этих аспектах не только повысит доверие к системе, но и сделает ее более эффективной и безопасной.

Заключение

Таким образом, на основе системного и сравнительного анализа выявлены ключевые характеристики, организационно-технические и правовые возможности и ограничения дистанционного электронного голосования, а также обоснованы предложения по его улучшению.

С точки зрения законодательства в России — создана основа, включающая ряд законов и нормативов, обеспечивающих реализацию дистанционного электронного голосования. С технической точки зрения — активно разрабатываются и внедряются новые методы и технологии, направленные на повышение безопасности и доступности ДЭГ. Это включает не только разработку новых технологических решений, но и постоянное тестирование и отладку существующих систем для обеспечения их стабильности и надежности.

Вместе с тем выявлено, что, несмотря на определенные достижения в технологическом и правовом аспектах, существует ряд вопросов и уязвимостей, требующих дополнительного внимания и решения. Прежде всего, требуется повысить уровень доверия избирателей к ДЭГ, для чего нужно, в частности, реализовать возможность для избирателя проверить, что его голос учтен правильно, и принять меры для исключения «покупки голосов». Это включает обновление законодательства для адаптации к технологическим изменениям и соответствия международным стандартам, а также разработку и внедрение новых технологических решений для улучшения защиты данных и удобства использования системы ДЭГ.

Осознавая важность образования и осведомленности в этой области, необходимо разработать и внедрить специализированные образовательные программы и тренинги. Это поможет повысить уровень понимания и компетенции среди избирателей, законодателей и технических специалистов, что, в свою очередь, способствует формированию более сознательного и ответственного подхода к дистанционному электронному голосованию.

Дистанционное электронное голосование продолжает быть предметом научных исследований и общественных дебатов. Будущее ДЭГ во многом зависит от успешности решения вопросов, связанных с внедрением и проведением голосования. Имея большое значение для развития современных демократических механизмов, ДЭГ будет продолжать эволюционировать в соответствии с технологическими инновациями и социально-политическими изменениями.

Рецензент: **Алексеев Владимир Витальевич**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, почетный радист РФ, заведующий кафедрой информационных систем и защиты информации Тамбовского государственного технического университета, г. Тамбов, Российская Федерация.

E-mail: vvalex1961@mail.ru

²⁹ Интерфакс. URL: <https://inlnk.ru/emyXKx>

Литература

1. Алексеев Р. А., Абрамов А. В. Проблемы и перспективы применения электронного голосования и технологии избирательного блокчейна в России и за рубежом // Гражданин. Выборы. Власть. 2020. № 1. С. 9—21.
2. Алексеев В. В., Гриднев В. А., Яковлев А. В., Машкова О. С., Савилова У. А., Шибков Д. А., Яковлева Д. А. Системный подход к построению программно-аппаратного комплекса для подготовки специалистов по информационной безопасности // Вестник Тамбовского ГТУ. 2021. № 1. С. 20—30.
3. Алексеев В. В., Емельянов Е. В., Кастерин Д. А., Стрельцов А. А. Правовой подход к построению системы защиты информации в организации // Правовая информатика. 2020. № 2. С. 54—61. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-54-61.
4. Алексеев В. В., Клинов Д. А., Яковлев А. В. Способ защиты речевой информации в офисном помещении // Правовая информатика. 2023. № 2. С. 44—53. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-2-44-53.
5. Борисов Р. С., Ефименко А. А. Протокол анонимизации наборов данных для публикации в открытых источниках // Правовая информатика. 2023. № 2. С. 54—66. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-2-54-66.
6. Кондращенко Д. А. Конституционно-правовое регулирование использования информационных технологий в избирательном процессе Российской Федерации: проблемы и перспективы развития // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2021. № 2. С. 215—222.
7. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем. Тезаурус : монография. М. : Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
8. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
9. Ловцов Д. А. Теория защищенности информации в эргасистемах : монография. М. : РГУП, 2021. 276 с. ISBN 978-5-93916-896-0.
10. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
11. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть 1. Теоретические основы. М. : РГУП, 2018. 224 с. ISBN 978-5-93916-701-7.
12. Ловцов Д. А. Информационная безопасность автоматизированных блокчейн-систем: угрозы и способы повышения // Тр. II Междунар. науч.-прак. конф. «Трансформация национальной социально-экономической системы России» (22 ноября 2019 г.) / РГУП. М. : РГУП, 2020. С. 464—473.
13. Петрова С. В., Сидорова А. В. К вопросу о внедрении дистанционного электронного голосования в избирательную систему России // Северо-Кавказский юридический вестник. 2021. № 4. С. 80—84.
14. Петрова С. В., Сидорова А. В. Система дистанционного электронного голосования в Российской Федерации и пути совершенствования электронной демократии // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2022. № 1. С. 192—196.
15. Черных А. М. Защищенность данных об объектах недвижимости и земельных ресурсах на базе геоинформационных и блокчейн-технологий // Правовая информатика. 2019. № 4. С. 75—85. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-75-85.
16. Черных А. М. Блокчейн и обработка судебной информации // Российское правосудие. 2021. № 9. С. 54—62. DOI: 10.37399/issn2072-909x.2021.9-54-62.
17. Черных А. М. Основные направления интеграции федеральных государственных информационных систем и иностранных данных // Правовая информатика. 2018. № 2. С. 47—56. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-47-56.
18. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. М. : Триумф, 2012. 816 с.

ENSURING THE SECURITY OF REMOTE ELECTRONIC VOTING SYSTEMS

Viktor Gridnev, Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Department of Information Systems and Information Protection of the Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation.
E-mail: vikadres@yandex.ru

Vasili Zharov, Head of the Information Protection Directorate of the Department of Security of the Non-Governmental Pension Fund "Blagosostoianie" (Welfare), Tambov, Russian Federation.
E-mail: qwertylight@ya.ru

Ul'iana Samodurova, graduate year student at the Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation.
E-mail: ms.ulyana.2001@mail.ru

Keywords: *legitimacy, cryptography, data protection, authentication, information systems, information technologies, legislation, electoral process, protocol.*

Abstract

Purpose of the paper: studying existing cryptographic protocols for secret voting and the experience of remote electronic voting in Russia and abroad, justifying proposals for further improving the security of the electronic secret voting system.

Methods used: system and comparative analysis of existing cryptographic secret voting protocols.

Study findings. In studying remote electronic voting practices, different cryptographic secret voting protocols and the experience of using such systems both in Russia and abroad were examined. An analysis showed that existing methods and approaches have a number of limitations and problems as regards security and efficiency. Based on the system and comparative analysis carried out by the authors, a number of productive proposals for improving the technical and legal aspects of remote electronic voting was justified which can be a basis for further developing and enhancing the remote voting system, increasing its security and accessibility for citizens.

References

1. Alekseev R. A., Abramov A. V. Problemy i perspektivy primeneniia elektronnoho golosovaniia i tekhnologii izbiratel'nogo blokcheina v Rossii i za rubezhom. Grazhdanin. Vybory. Vlast', 2020, No. 1, pp. 9–21.
2. Alekseev V. V., Gridnev V. A., Iakovlev A. V., Mashkova O. S., Savilova U. A., Shibkov D. A., Iakovleva D. A. Sistemnyi podkhod k postroeniiu programmno-apparatnogo kompleksa dlia podgotovki spetsialistov po informatsionnoi bezopasnosti. Vestnik Tambovskogo GTU, 2021, No. 1, pp. 20–30.
3. Alekseev V. V., Emel'ianov E. V., Kasterin D. A., Strel'tsov A. A. Pravovoi podkhod k postroeniiu sistemy zashchity informatsii v organizatsii. Pravovaia informatika, 2020, No. 2, pp. 54–61. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-54-61.
4. Alekseev V. V., Klinkov D. A., Iakovlev A. V. Sposob zashchity rechevoi informatsii v ofisnom pomeshchenii. Pravovaia informatika, 2023, No. 2, pp. 44–53. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-2-44-53.
5. Borisov R. S., Efimenko A. A. Protokol anonimizatsii naborov dannykh dlia publikatsii v otkrytykh istochnikakh. Pravovaia informatika, 2023, No. 2, pp. 54–66. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-2-54-66.
6. Kondrashchenko D. A. Konstitutsionno-pravovoe regulirovanie ispol'zovaniia informatsionnykh tekhnologii v izbiratel'nom protsesse Rossiiskoi Federatsii: problemy i perspektivy razvitiia. Izvestiia Saratovskogo universiteta. Novaia seriia. Seriia: Ekonomika. Upravlenie. Pravo, 2021, No. 2, pp. 215–222.
7. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem. Tezaurus : monografiia. M. : Nauka, 2005. 248 pp. ISBN 5-02-033779-X.
8. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021. 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
9. Lovtsov D. A. Teoriia zashchishchennosti informatsii v ergasistemakh : monografiia. M. : RGUP, 2021. 276 pp. ISBN 978-5-93916-896-0.
10. Lovtsov D. A. Sistemologiiia pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : RGUP, 2016. 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
11. Lovtsov D. A. Sistemnyi analiz. Chast' 1. Teoreticheskie osnovy. M. : RGUP, 2018. 224 pp. ISBN 978-5-93916-701-7.
12. Lovtsov D. A. Informatsionnaia bezopasnost' avtomatizirovannykh blokchein-sistem: ugrozy i sposoby povysheniia. Tr. II Mezhdunar. nauch.-prak. konf. "Transformatsiia natsional'noi sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy Rossii" (22 noiabria 2019 g.). RGUP. M. : RGUP, 2020, pp. 464–473.
13. Petrova S. V., Sidorova A. V. K voprosu o vnedrenii distantsionnogo elektronnoho golosovaniia v izbiratel'noiui sistemu Rossii. Severo-Kavkazskii iuridicheskii vestnik, 2021, No. 4, pp. 80–84.
14. Petrova S. V., Sidorova A. V. Sistema distantsionnogo elektronnoho golosovaniia v Rossiiskoi Federatsii i puti sovershenstvovaniia elektronnoi demokratii. Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski, 2022, No. 1, pp. 192–196.
15. Chernykh A. M. Zashchishchennost' dannykh ob ob'ektakh nedvizhimosti i zemel'nykh resursakh na baze geoinformatsionnykh i blokchein-tekhnologii. Pravovaia informatika, 2019, No. 4, pp. 75–85. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-4-75-85.
16. Chernykh A. M. Blokchein i obrabotka sudebnoi informatsii. Rossiiskoe pravosudie, 2021, No. 9, pp. 54–62. DOI: 10.37399/issn2072-909kh.2021.9-54-62.
17. Chernykh A. M. Osnovnye napravleniia integratsii federal'nykh gosudarstvennykh informatsionnykh sistem i prostanstvennykh dannykh. Pravovaia informatika, 2018, No. 2, pp. 47–56. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-47-56.
18. Shnaier B. Prikladnaia kriptografiia. Protokoly, algoritmy, iskhodnye teksty na iazyke Si. M. : Triumph, 2012. 816 pp.

ОБНАРУЖЕНИЕ SYN-ACK FLOOD-АТАК ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ СИСТЕМНЫХ РЕСУРСОВ ВЕБ-СЕРВЕРОВ

Борисов Р. С.¹

Ключевые слова: TCP-сессия, SYN-ACK Flood, теория массового обслуживания, DDoS-атака, распределение Пуассона.

Аннотация

Цель: разработка математической модели раннего обнаружения SYN-ACK Flood для повышения эффективности использования системных ресурсов веб-сервера при реализации на него DDoS-атаки.

Методы: системно-прикладной анализ способов реализации DDoS-атак и протоколов передачи данных, математическое моделирование информационных потоков протокола TCP на основе теории систем массового обслуживания.

Результаты: выведены формальные отношения, позволяющие идентифицировать SYN-ACK-атаки для принятия превентивных мер от нехватки системных ресурсов (resource starvation), приводящих к отказу обслуживания запросов легитимных пользователей сети.

EDN: UNFQTI

Введение

Возросшая популярность DDoS-атак (англ. *Distributed Denial of Service* — «распределённая атака „отказ в обслуживании“») в сфере киберпреступности связана с их прибыльностью и простотой реализации. «Атаки как услуга» (*Attacks-as-a-Service*) становятся всё более распространёнными благодаря возможностям анонимного взаимодействия заказчиков и исполнителей этих атак в части как общих, так и финансовых коммуникаций в глобальных сетях [4, 7, 9, 11].

Одним из наиболее популярных способов организации DDoS-атак является отправка на веб-сервер огромного количества ложных запросов на соединение, перегружающих систему и приводящих к её отказу. Эти атаки основаны на особенностях протокола TCP (*Transmission Control Protocol* — «протокол управления передачей»). При установлении соединения клиент посылает серверу запрос в виде пакета TCP с установленным флагом SYN (*sequence number* — «порядковый номер»). В ответ на этот запрос сервер посылает TCP-пакет с установленным флагом ACK (*acknowledgement number* — «номер подтверждения») и резервирует у себя ресурсы для продолжения информационного обмена. Соединение, для которого зарезервированы системные ресурсы сервера, но ещё не пришло под-

тверждение от пользователя, называется полуоткрытым. Если с сервером связывается легитимный пользователь, он продолжает информационный обмен до завершения соединения, а если злоумышленник — то он ничего не отправляет серверу, который может держать это соединение полуоткрытым довольно продолжительное время. При наличии большого числа запросов ресурсы сервера будут исчерпаны, и он перестанет нормально функционировать. Атаки такого вида получили название *SYN-ACK Flood*. Для этих атак киберпреступники используют *ботнеты* (*ботнет* — сеть из зараженных «зомби-компьютеров» и др.), состоящие из компьютеров, мобильных устройств обычных пользователей и даже устройств «умного дома», заражённых вредоносным программным обеспечением (вирусы, черви, трояны). После заражения достаточного числа сетевых устройств выдаётся команда на одновременную атаку целевого ресурса, выводя его из строя.

Такую атаку очень трудно обнаружить. Как правило, сам сервер не в состоянии отделить легитимный запрос от запроса злоумышленника, а учитывая огромный поток таких запросов, это не удастся сделать и администратору. Таким образом, можно достаточно продолжительное время сохранять сервис недоступным. Для большого числа компаний сетевой ресурс играет ключевую роль в бизнесе [3], что позволяет недобро-

¹ **Борисов Роман Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: bestseller@bk.ru

совестным конкурентам воспользоваться услугами киберпреступников, занимающимися DDoS-атаками [8].

На сегодняшний день существует ряд решений, которые способны покрыть риски отказа доступности сервиса, вызванные DDoS-атаками [10, 11], однако ввиду сложности и стоимости разработки, внедрения и обслуживания таких систем многие компании не могут их себе позволить. Это приводит к необходимости поиска и создания недорогих, простых и одновременно эффективных способов защиты от DDoS-атак. Реализованные в настоящее время способы защиты от популярных ACK-SYN Flood-атак основаны, как правило, на внесении корректировок в реализацию стека TCP/IP (сетевая модель взаимодействия Transmission Control Protocol / Internet Protocol) на сервере и обладают слабой продуктивностью распознавания из-за недостатков методик выбора показателей, позволяющих распознать атаку. Данная ситуация приводит к необходимости поиска новых подходов, позволяющих повысить качество идентификации вредоносных воздействий, уменьшающих вероятность ложных срабатываний для реализации процедур распознавания этого типа атак.

Общая постановка задачи

ACK-SYN Flood-атаки основаны на отправке большого количества пакетов SYN (synchronize — запрос клиента на подключение к серверу) с различных адресов, используя протокол TCP. Отправляемое количество пакетов превышает число максимально возможных открытых сокетов (программных интерфейсов обмена данными) клиента-жертвы, тем самым полностью парализуя его работу.

Большинство реальных потоков запросов к серверам можно отнести приближенно к пуассоновским², поскольку они обладают:

стационарностью — возможностью передачи k запросов в произвольный момент времени t ;

отсутствием последствий — вероятность поступления k запросов после некоторого t_0 не связана с числом запросов, поступивших ранее, и временем их поступления, поэтому можно говорить о независимости числа запросов в непересекающиеся промежутки времени;

ординарностью — за незначительный период времени dT вероятность поступления более одного запроса крайне мала.

В этом случае представляется целесообразным описать взаимодействие пользователей с сервером в виде функционирования системы массового обслуживания с неограниченным числом обслуживаемых приборов. На основе принятых допущений необходимо разработать модель достоверного распознавания атакующих запросов и их удаления из буфера веб-сервера.

Модель обнаружения атаки

Основными показателями обслуживающего прибора является время обработки одного запроса и, как следствие, его пропускная способность. Срок на обработку требований не имеет определенных значений, он является непостоянной величиной. Поэтому длительность обработки разных запросов одним прибором считается произвольной величиной с одинаковым законом распределения³.

Определим основные параметры взаимодействия пользователей с сервером на основе модели системы массового обслуживания. К таким параметрам относятся среднее число действующих устройств, возможные отказы, усредненное число заявок на обслуживание.

Среднее число действующих устройств можно описать следующим соотношением:

$$N = \sum_{k=1}^n k \cdot p_k = p_0 \sum_{k=1}^n \frac{\alpha^k}{(k-1)!} = \alpha(1 - p_n), \quad (1)$$

где N — число действующих устройств; $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$ — отношение интенсивности (λ) входного пуассоновского потока и интенсивности (μ) потока обслуживания; p_k — вероятность того, что системе в данный момент находится k заявок:

$$p_k = \frac{\frac{\alpha^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{\alpha^i}{i!}} \quad (2)$$

В типовом режиме работы протокола серверы отвечают на пакет SYN путем отправки его же с добавлением ACK-флага и номера ACK. Поскольку входящие и исходящие пакеты фактически идентичны, можно говорить и об идентичности их потоков. Ресурсные мощности серверов, которые сохраняют параметры TCP-сессий, принимаем за множество приборов для обслуживания заявок. Обслуживание является способом зарезервировать определенные ресурсные мощности, пока устанавливается соединение либо пока не истечет заданный сервером таймаут.

Такая модель выявляет SYN-ACK Flood-атаки посредством резкого увеличения потока заявок. Когда сервер атакован, он использует ресурсы, занятые весь период заданного таймаута. В операционной системе этого временного периода хватает, чтобы заполнить все свободные серверные ресурсы с параметрическими данными TCP-сессии [1].

Рассмотрим детально ресурсные мощности серверов. Параметры TCP заложены в буфер, имеющий вид массива размера L , части которого служат хранилищем параметров. Их делят на три вида: установленные соединения, полукоткрытые соединения и свободные ячейки памяти (рис. 1). Допустим, что B — число открытых соединений. Тогда $n = L - B$ — число прочих

² См., например: Родионов В. В., Ловцов Д. А., Королев В. Т. Математика и информатика. Часть первая. Математика : учебное пособие / Под ред. Д. А. Ловцова. М. : РГУП, 2015. 246 с.

³ Бегларян М. Е., Ващекин А. Н., Квачко В. Ю., Пичкурено Е. А. Математика. Ч. 1. М. : РГУП, 2015. 184 с.

компонентов, общность которых примем за множество обслуживаемых приборов.

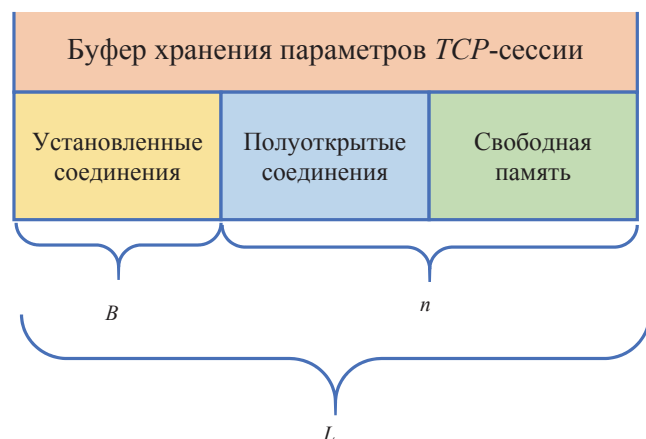


Рис. 1. Хранение параметров TCP-сессий в буфере

Если учесть, что соотношение показателя а интенсивности потоков и размеры L массивов зависимы, то выделяем два вида систем массового обслуживания. При интенсивности, намного меньшей мощности сервера, мы имеем дело с неограниченным количеством приборов. В противном случае данную систему следует рассматривать как систему с отказами. Поскольку в условиях штатного режима функционирования возможности сервера с большим запасом покроют все входящие запросы, целесообразно рассматривать первый вариант, т. е. систему с бесконечным числом обслуживаемых приборов [14].

Для такой системы отношение интенсивности λ входного потока к среднему времени ($1/\mu$) обработки одной заявки будет определяться формулой $\alpha = \lambda / \mu$. Учитывая, что поток требований пуассоновский, вероятность количества (k) требований в системе можно выразить следующим образом:

$$p_k = \frac{\alpha^k e^{-\alpha}}{k!} \quad (3)$$

Объединив данное выражение с выражением (2), описывающим вероятность того, что в системе в данный момент времени находится k требований, получаем:

$$N = \sum_{k=1}^{\infty} k \cdot p_k = p_0 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\alpha^k}{(k-1)!} = \alpha(1 - p_{\infty}) \quad (4)$$

Следовательно,

$$p_{\infty} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\alpha^k e^{-\alpha}}{k!} = e^{-\alpha} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\alpha^k}{k!} = 0 \quad (5)$$

Из выражений (4) и (5) для системы с бесконечным числом устройств получаем:

$$N = \alpha(1 - p_{\infty}) = \alpha(1 - 0) = \alpha \quad (6)$$

Данная модель может описать функционирование сервера в штатном порядке, максимальный уровень интенсивности входящих запросов и среднее время их

обработки. Следует заметить, что в реальных условиях функционирования серверов необходимо учитывать вероятность потери пакетов в процессе передачи [2].

Чтобы улучшить модель, можно разделить ее на две подсистемы. Первая отвечает за те запросы, в которых полуоткрытые соединения установились, а вторая описывает ситуацию, когда запросы не получили соединения и были удалены.

Если считать, что протоколы TCP работают стабильно, то запросы, находящиеся в полуоткрытом состоянии, через время T_n должны быть удалены.

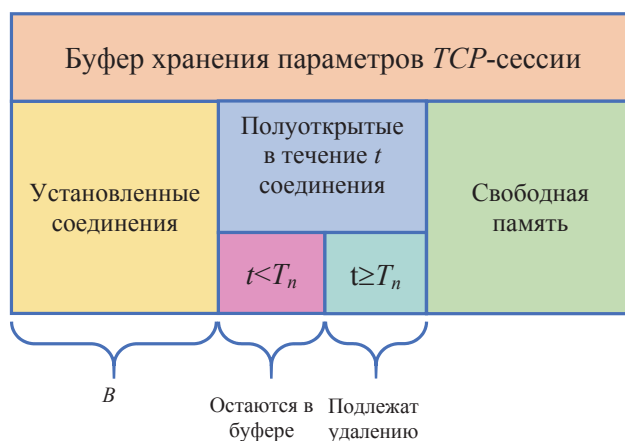


Рис. 2. Выявление атакующих соединений

Среднее значение числа полуоткрытых соединений можно определить, как:

$$N = s + l = \alpha_1 + \alpha_2 = \frac{\lambda_1}{\mu_1} + \frac{\lambda_2}{\mu_2} \quad (7)$$

Из выражения (7) видно, что среднее число полуоткрытых соединений является случайным показателем, состоящим из двух слагаемых. Первое описывает среднее число полуоткрытых соединений, не являющихся сигналом начала кибератаки, а второе обозначает полуоткрытые неустановленные соединения, подлежащие удалению. Рост числа подобных заявок служит сигналом атаки на целевой ресурс.

Из дальнейшего рассмотрения уберём те пакеты SYN+ACK, для которых период ожидания не превышает некоторого порогового значения T_n . Будем считать эти пакеты легитимными до момента превышения порога.

Следует заметить, что в штатном режиме для каждой заявки может быть потерян один из пакетов SYN+ACK или ACK. Интенсивность потока этих заявок будет определяться как:

$$\lambda_2 = \lambda \cdot P_{no}, \quad (8)$$

где: λ — частота поступления SYN-пакетов на сетевой порт сервера; P_{no} — вероятность появления неустановленного полуоткрытого соединения с сервером.

Величина P_{no} в данном случае будет напрямую зависеть от пропускной способности и качества работы сети и будет определяться вероятностью потери пакета P_{nn} . Зависимость P_{no} от P_{nn} может быть определена следующим образом. Потерю SYN+ACK пакета обозна-

чим через событие A , а потерю ACK-пакета через B . Тогда вероятность события A будет равносильна вероятности потери пакета:

$$P(A) = P_{nn}, \quad (9)$$

Поскольку ответный ACK-пакет будет отправлен только после получения сервером SYN+ACK пакета (событие B наступает только в том случае, если не наступило событие A), то вероятность его наступления будет:

$$P(B) = P(\bar{A}) \cdot P_{nn} = (1 - P_{nn}) \cdot P_{nn}, \quad (10)$$

Обозначим через C событие появления полуоткрытого соединения. Наступление события C возможно по результату завершения событий A и B , следовательно:

$$\begin{aligned} P_{no} &= P(C) = P(A + B) = P(A) + P(B) = \\ &= P_{nn} + (1 - P_{nn}) \cdot P_{nn} = P_{nn} + P_{nn} - P_{nn}^2 = 2P_{nn} - P_{nn}^2. \end{aligned} \quad (11)$$

Интенсивность потока требований второго порядка может быть получена из выражений (8) и (11):

$$\lambda_2 = \lambda \cdot P_{no} = \lambda \cdot (2P_{nn} - P_{nn}^2). \quad (12)$$

Поскольку современные операционные системы при установлении TCP-соединения формируют сразу несколько SYN+ACK-запросов до получения ответного ACK-пакета, примем за N_{SA} суммарное число отправленных SYN+ACK пакетов. Для целей обнаружения факта атаки значение имеет событие, когда ни на один из запросов SYN+ACK не придёт ACK-ответ от сервера. Следовательно, выражение (12) может быть записано следующим образом:

$$\lambda_2 = \lambda \cdot P_{no}^{N_{SA}} = \lambda \cdot (2P_{nn} - P_{nn}^2)^{N_{SA}}. \quad (13)$$

Поскольку интенсивность потока запросов прямо пропорциональна интенсивности исходного потока, то его также можно считать пуассоновским.

Второе слагаемое выражения (7) будет описывать среднее значение находящихся на обслуживании заявок:

$$l = \frac{\lambda_2}{\mu_2} = \frac{\lambda \cdot P_{nn}^{N_{SA}}}{\mu_2} = \frac{\lambda(2P_{nn} - P_{nn}^2)^{N_{SA}}}{\mu_2}, \quad (14)$$

где: μ_2 — заданный на сервере таймаут, необходимый для установления TCP-соединения; P_{nn} — вероятность потери пакета в сети; N_{SA} — общее количество копий SYN+ACK-пакетов, отправленных операционной системой.

Выше было отмечено, что число занятых приборов подчиняется пуассоновскому распределению с параметром l . Вследствие пуассоновского распределения потока заявок математическое ожидание и дисперсия также будут равны величине l .

Примеры зависимости от числа n полуоткрытых соединений плотности $P(n)$ распределения случайной величины N по пуассоновскому закону (рис. 3) и закона $F(n)$ её распределения (рис. 4) приведены для $\lambda > 10$.

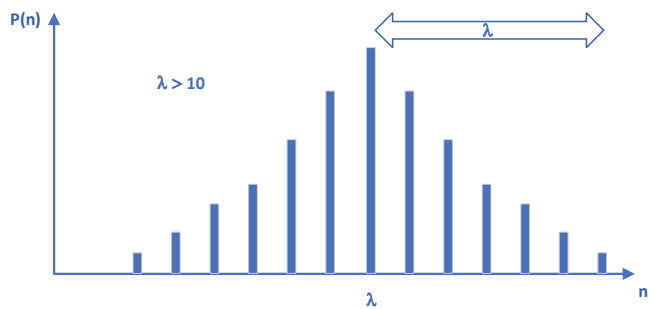


Рис. 3. Плотность распределения пуассоновской случайной величины при $\lambda > 10$

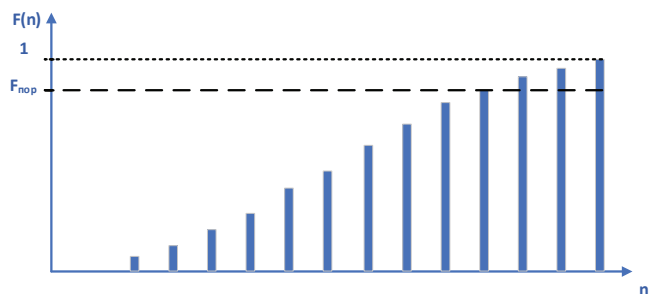


Рис. 4. Закон распределения пуассоновской случайной величины при $\lambda > 10$

Для выявления факта SYN-ACK Flood-атаки необходимо определение значения функции распределения:

$$F(n) = \sum_{i=1}^n p(i) \quad (15)$$

Определение факта SYN-ACK Flood-атаки можно зафиксировать при превышении значения функций распределения текущего состояния и числа полуоткрытых соединений определенного пикового значения $F_{пор}$ (см. рис. 4).

Фактические значения параметров межсетевого взаимодействия, необходимые для практической реализации предложенного подхода, достаточно просто получить средствами диагностики сети и в дальнейшем использовать в прикладных настраиваемых средствах защиты от DDOS-атак [13].

Получение исходных данных для модели

Эффективность использования предложенного подхода будет зависеть от качества определения фактических значений показателей сетевого взаимодействия. В число таких показателей входят: интенсивность заявок на обслуживание, вероятные потери пакетов и среднее время обработки заявок.

Рассмотрим возможные варианты оценки этих параметров.

Получение фактических значений интенсивности потока заявок на обслуживание является тривиальной

задачей⁴ [12], которая может быть решена с помощью анализа лог-файлов веб-сервера за некоторый промежуток времени. Кроме того, для получения статистики можно использовать программное обеспечение для диагностики сети, работающее в режиме сетевого *сниффера* (от англ. *sniff* — нюхать), — аппаратное или программное средство для перехвата и анализа трафика. Для анализа может использоваться сам трафик или статистические подборки по нему [5]. Для получения данных непосредственно от маршрутизатора удобно использовать протокол *Netflow*, поддерживаемый рядом устройств. Протокол перенаправляет пакеты, удовлетворяющие определённым требованиям потока, что делает его пригодным для анализа текущей ситуации в сети и борьбы с *DDoS*-атаками. Протокол способен формировать таблицы, где в динамике показана вся статистика по потокам и пакетам: откуда поступили, куда отправляются, общее количество транзакций и др. Кроме того, информацию можно экспортировать на внешние ресурсы для обработки, что делает его весьма удобным.

Вероятные потери пакетов в сегменте сети могут быть оценены эмпирически с помощью утилиты *ring*, функционирующей на основе протокола *ICMP* (*Internet Control Message Protocol*). Утилита посылает *ICMP*-запросы, на которые получает ответы от узла, фиксируя необходимые нам параметры. Верный выбор набора тестируемых сетевых узлов позволит получить достоверные данные о фактических потерях пакетов определённого размера в исследуемых сегментах сети [12]. Значение вероятности потери пакетов может быть рассчитано как отношение числа запросов с просроченным таймаутом к общему числу сформированных запросов. При этом необходимо убрать из рассмотрения все узлы, от которых не пришло ни одного *ICMP*-ответа за время наблюдения [6].

Пороговое значение времени прохождения пакетов между узлами в стабильно работающих сетях можно найти либо с помощью эмпирических методов на основе наблюдения за реально функционирующей сетью, либо посредством формальной проверки гипотезы о законе распределения случайной величины, описывающей трафик. Эксперименты, проведенные с помощью утилиты *ring* с последующей проверкой гипотезы о соответствии полученного закона распределения вре-

мени обработки заявок пуассоновскому, показали, что в ряде случаев закон распределения не отличается от пуассоновского, а на некоторых интервалах предположительно представляет собой композицию нескольких распределений с различными параметрами. Это обстоятельство обуславливает необходимость дальнейших исследований по совершенствованию предложенного подхода.

Выводы

В работе рассмотрены вопросы построения математической модели для раннего обнаружения *SYN-ACK Flood*-атаки с ограничениями на число ложных срабатываний. Для решения использован математический аппарат теории массового обслуживания. В результате получены соотношения для определения пороговой интенсивности запросов на соединение, которую можно модифицировать в зависимости от параметров входящего трафика.

Практическая реализация предложенной модели предполагает режим тестирования и обучения системы при отсутствии *DDoS*-атак. Средства анализа исходных данных анализируют проходящий трафик и фиксируют сетевые параметры, соответствующие работе сервера при отсутствии вредоносных воздействий. При превышении числа полуоткрытых соединений порогового значения фиксируется факт начала *SYN-ACK Flood*-атаки. В этом случае сервер переходит в режим удаления всех полуоткрытых соединений, время существования которых превышает пороговое значение.

Это решение может использоваться для эффективного обнаружения *DDoS*-атак в составе систем обнаружения вторжений в организациях, деятельность которых зависит от качества функционирования веб-сервера (сайта) компании.

К числу достоинств такого подхода относятся возможность своевременного обнаружения атаки и способность подстраиваться к текущим показателям сети. Когда число потерянных пакетов превысит значение вычисленного значения вероятности этого события, это будет означать увеличение интенсивности подключений легитимных пользователей.

К недостаткам данного подхода можно отнести следующий. При выходе из строя сетевых устройств вероятность потери пакетов увеличится, что будет распознаваться как начало *SYN-ACK Flood*-атаки. Поэтому данный подход должен предусматривать дополнительные средства контроля исправности сетевого оборудования.

⁴ Полтавский А.В., Федянина В.А., Скотченко А.С. Информационные и телекоммуникационные технологии в исследованиях: Компьютерный практикум. М.: Сам Полиграфист, 2020. 214 с.

Рецензент: **Федосеев Сергей Витальевич**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: fedsergvit@mail.ru

Литература

1. Борисов Р.С., Черных А.М. Динамическая балансировка нагрузки гетерогенной вычислительной системы // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2017. № 10 (160). С. 28—34.
2. Борисов Р.С., Ефименко А.А. Оптимизация размеров блоков элементарных заданий в задачах планирования параллельных вычислений // Прикладная информатика. 2018. Т. 13. № 3 (75). С. 77—82.
3. Ващекин А.Н., Ващекина И.В. Информационное право: прикладные задачи и математические методы // Информационное право. 2017. № 3. С. 17—21.
4. Ващекина И.В., Ващекин А.Н. Международные меры противодействия отмыванию нелегальных доходов пятого поколения — правовые условия укрепления безопасности финансового рынка // Вестник университета. 2021. № 1. С. 126—133. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-1-126-133.
5. Гончаров В.В., Гончаров А.В., Мишенина О.В. Моделирование обнаружения информационных атак на основе теории конечных автоматов // Правовая информатика. 2023. № 1. С. 41—51. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-1-41-51.
6. Ефименко А.А., Федосеев С.В. Организация инфраструктуры облачных вычислений на основе SDN сети // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 5. С. 185—187.
7. Карпов Д.С., Ибрагимова З.А. Способы и средства обеспечения анонимности в глобальной сети Интернет // Правовая информатика. 2021. № 3. С. 60—67. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-3-60-67.
8. Ловцов Д.А. Информационная безопасность автоматизированных блокчейн-систем: угрозы и способы повышения // Труды II Межд. науч.-практ. конф. «Трансформация национальной социально-экономической системы России» (22 ноября 2019 г.) / РГУП. М. : РГУП, 2020. С. 464—473.
9. Ловцов Д.А. Информационная безопасность эргасистем: нетрадиционные угрозы, методы, модели // Информатика и космос. 2009. № 4. С. 100—105.
10. Ловцов Д.А. Проблема гарантированного обеспечения информационной безопасности крупномасштабных автоматизированных систем // Правовая информатика. 2017. № 3. С. 66—74. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-3-66-74.
11. Ловцов Д.А. Теория защищенности информации в эргасистемах : монография. М. : РГУП, 2021. 276 с. ISBN 978-5-93916-896-0.
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021665206 Российская Федерация. Infonetwerk : № 2021664438: заявл. 15.09.2021: опублик. 21.09.2021 / Е.В. Царькова, Р.С. Борисов.
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661532 Российская Федерация. Модуль проверки полезной нагрузки пакета для обнаружения DoS-атак: № 2022660563: заявл. 09.06.2022: опублик. 22.06.2022 / Е.Р. Борисова, Р.С. Борисов, А.А. Ефименко.
14. Царькова Е.В. Оптимизационное моделирование // Менеджмент в России и за рубежом. 2020. № 5. С. 3—11.

DETECTING SYN-ACK FLOOD ATTACKS TO PREVENT AN OVERLOAD OF WEB SERVER RESOURCES

Roman Borisov, Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Moscow, Russian Federation. E-mail: bestseller@bk.ru

Keywords: TCP session, SYN-ACK Flood, queueing theory, DDoS attack, Poisson distribution.

Abstract

Purpose of the paper: developing a mathematical model for early detection of SYN-ACK Flood to improve the efficiency of using web server system resources when a DDoS attack is carried out against it.

Methods used: system and application analysis of ways of carrying out DDoS attacks and data transfer protocols, mathematical modelling of TCP protocol information flows based on the queueing systems theory.

Study findings: formal relationships are derived making it possible to identify SYN-ACK Flood attacks for taking preventive measures against a lack of system resources ('resource starvation') leading to service refusal for legitimate network users' requests.

References

1. Borisov R.S., Chernykh A.M. Dinamicheskaya balansirovka nagruzki geterogennoi vychislitel'noi sistemy. Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologii, 2017, No. 10 (160), pp. 28–34.

2. Borisov R.S., Efimenko A.A. Optimizatsiia razmerov blokov elementarnykh zadaniy v zadachakh planirovaniia paralel'nykh vychislenii. *Prikladnaia informatika*, 2018, t. 13, No. 3 (75), pp. 77–82.
3. Vashchekin A.N., Vashchekina I.V. Informatsionnoe pravo: prikladnye zadachi i matematicheskie metody. *Informatsionnoe pravo*, 2017, No. 3, pp. 17–21.
4. Vashchekina I.V., Vashchekin A.N. Mezhdunarodnye mery protivodeistviia otmyvaniu nelegal'nykh dokhodov piatogo pokoleniia – pravovye usloviia ukrepleniia bezopasnosti finansovogo rynka. *Vestnik universiteta*, 2021, No. 1, pp. 126–133. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-1-126-133.
5. Goncharov V.V., Goncharov A.V., Mishenina O.V. Modelirovanie obnaruzheniia informatsionnykh atak na osnove teorii konechnykh avtomatov. *Pravovaia informatika*, 2023, No. 1, pp. 41–51. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-1-41-51.
6. Efimenko A.A., Fedoseev S.V. Organizatsiia infrastruktury oblachnykh vychislenii na osnove SDN seti. *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO*, 2013, No. 5, pp. 185–187.
7. Karpov D.S., Ibragimova Z.A. Sposoby i sredstva obespecheniia anonimnosti v global'noi seti Internet. *Pravovaia informatika*, 2021, No. 3, pp. 60–67. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-3-60-67.
8. Lovtsov D.A. Informatsionnaia bezopasnost' avtomatizirovannykh blokchein-sistem: ugrozy i sposoby povysheniia. *Trudy II Mezhd. nauch.-prak. konf. "Transformatsiia natsional'noi sotsial'no-ekonomicheskoi sistemy Rossii"* (22 noiabria 2019 g.). RGUP. M. : RGUP, 2020, pp. 464–473.
9. Lovtsov D.A. Informatsionnaia bezopasnost' ergasistem: netraditsionnye ugrozy, metody, modeli. *Informatsiia i kosmos*, 2009, No. 4, pp. 100–105.
10. Lovtsov D.A. Problema garantirovannogo obespecheniia informatsionnoi bezopasnosti krupnomasshtabnykh avtomatizirovannykh sistem. *Pravovaia informatika*, 2017, No. 3, pp. 66–74. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-3-66-74.
11. Lovtsov D.A. Teoriia zashchishchennosti informatsii v ergasistemakh : monografiia. M. : RGUP, 2021. 276 pp. ISBN 978-5-93916-896-0.
12. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlia EVM No. 2021665206 Rossiiskaia Federatsiia. Infonet-work : No. 2021664438: zaiavl. 15.09.2021: opubl. 21.09.2021 / E.V. Tsar'kova, R.S. Borisov.
13. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlia EVM No. 2022661532 Rossiiskaia Federatsiia. Modul' proverki poleznoi nagruzki paketa dlia obnaruzheniia DoS-atak: No. 2022660563: zaiavl. 09.06.2022: opubl. 22.06.2022 / E.R. Borisova, R.S. Borisov, A.A. Efimenko.
14. Tsar'kova E.V. Optimizatsionnoe modelirovanie. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom*, 2020, No. 5, pp. 3–11.

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ПРИРОДНОГО СИСТЕМООБРАЗОВАНИЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО И ПРИКЛАДНОГО

Леонтьев Б.Б.¹

Ключевые слова: устойчивость отношений, система, системность отношений, самоорганизация, самосохранение, результат интеллектуальной деятельности, права, функции, феномен.

Аннотация

Целью данной статьи является информирование ученых и специалистов в сфере правоведения и юриспруденции и в других областях знаний о научном открытии и обосновании феномена системообразования как наиболее общего и вездесущего явления, изменяющего и сохраняющего системность отношений в неживой, живой и интеллектуальной природе, феномен которой был описан в журнале «Правовая информатика», 2016, № 4.

Методы исследования: методы системного и комплексного подходов, метод асимметричного моделирования ценностей управляемого феномена (АМЦУФ).

Результаты исследования: выявление и обоснование всеобщего природного феномена, обеспечивающего возникновение, развитие и самосовершенствование новых природных феноменов при самосохранении и саморегулировании общего баланса отношений в неживой, живой и интеллектуальной природе. Иллюстративными фрагментами природного системообразования в интеллектуальной природе являются практически все результаты интеллектуальной деятельности, а также все наблюдаемые нами природные явления в истории цивилизации. Все они без исключения могут быть использованы людьми как во благо, так и во зло человеку и его природе. Научно-технический прогресс (НТП) выявляет и расширяет наши знания о новых природных феноменах системообразования, а гуманитарный прогресс выполняет функцию «чистильщика» последствий НТП, минимизируя его негативное применение и стимулируя интеллектуальную деятельность на обеспечение безопасности и комфорта жизнедеятельности общества.

EDN: WVGZPV

Введение

Окружающий нас мир системно саморегулируем, и потому в целом самосохраняем. Об этом знают в рамках своих компетенций все природоиспытатели: физики, астрофизики, биологи, микробиологи, медики, нейрофизиологи. Общество, которое мы последнее время представляем себе как *интеллектуальную природу*², так же системно саморазвивается на этих же принципах. Современные философы пока не нашли ключа к общесистемному пониманию этого междисциплинарного феномена интеллектуальной природы³. Ясно, что деньги не являются смыслом этой природы, поскольку и в политике, и в общественном развитии, и в экономике — всюду первичны идеи, знания и ком-

петенции, а деньги всюду вторичны и третичны. Они — лишь средство обеспечения и продвижения идей, знаний, проектов и их носителей. И с этим нашим выводом согласны многие *ведущие экономисты*, с которыми мы общаемся. Сила денег — в измеримости количества и конкретности целей и смыслов их вложения.

Системность огромного комплекса закономерностей интеллектуальной природы, которую мы сравнительно давно обнаружили и выявили, сегодня для нас уже вполне очевидна⁴. Однако пока ее формально не обнаружили и как научный факт официально не обозначили ни обществоведы, ни философы. Продолжая свои исследования интеллектуальной природы, далее мы выявили **феномен системообразования природы**, который для нас также вполне очевиден. Однако теми же самыми философами он до сих пор также не выявлен. *Те, кто это сделает раньше и лучше других,*

² Леонтьев Б. Б., Леонтьева В. Б. Интеллектуальная природа мощничества и коррупции: методы идентификации, профилактики и борьбы с недугом // Мониторинг правоприменения. 2013. № 2. С. 49—59.

³ Леонтьев Б. Б. Феномен интеллектуальной природы // Библиосфера. 2014. № 3. С. 90—96.

⁴ Леонтьев Б. Б. Об открытии комплекса закономерностей интеллектуальной природы и обоснование феномена интеллектуальной природы. М.: РАЕН, 2017. 63 с.

¹ **Леонтьев Борис Борисович**, доктор экономических наук, профессор, академик РАЕН, генеральный директор Федерального института сертификации и оценки интеллектуальной собственности и бизнеса, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: sois2013@yandex.com

будут лучше понимать логику многих наших ожиданий, прогнозов и в целом развития будущего. В стремлении познать прошлое и настоящее, чтобы точнее предсказывать будущее, и состоит основной смысл науки и научного знания. Выявлением и обоснованием этого нового для науки и общественного развития феномена мы озабочены последнее время, и здесь открывается много нового, интересного и важного для всех нас.

1. Феномен системообразования

Начиная с философских выводов Пифагора, Платона, Локка, Декарта, Лейбница, Кондильяка и многих других известных философов, известно, что все в мире взаимосвязано и неслучайно. Сегодня мы это знание слегка расширили. Основным свойством всех «трёх природ» (неживой, живой и интеллектуальной), по нашему мнению, является системность⁵. Системообразование в природе является ее фундаментальной основой, это как бы ее общеприродная генетика. Все материальные и нематериальные отношения и знания в этих трех природах объективно системны и взаимозависимы. Несмотря на отдельные природные и общественные катаклизмы, они тем не менее самоорганизованы и саморегулируемы. Потому-то они в целом самосохраняемы в стабильных глобальных условиях их функционирования. Системообразование во всех трех природах является, пожалуй, самым сложным и фундаментальным процессом в их внутреннем саморегулировании. Оно происходит во всех природных процессах, направлениях, сферах, пространствах, в ее функциональных элементах, специализированных частях и прочих фрагментах.

Выявленные выдающимися учеными отдельные фрагменты и этапы проявления общеприродной логики системообразования во всех ее видах относятся к категории полноценных научных открытий. Отсюда мы полагаем, что цель науки — выявление, обоснование и применение знаний относительно природной логики системообразования, включая логику природного саморегулирования и самосохранения. В качестве одной из целей высшего образования мы предлагаем знакомство с передовыми достижениями в исследовании логики системообразования природных феноменов, их взаимосвязей, а также изучение и применение методов выявления и использования феномена системообразования.

Природное системообразование лежит в основе познания всей картины мира и эволюции всего материального, формального и нематериального⁶. Понимая сущность природного системообразования, можно лучше понять сущность возникновения, эволюции и исчезновения любых природных феноменов.

⁵ Леонтьев Б.Б., Леонтьева В.Б. Интеллектуальная природа. Системное мышление. Интеллектология. Идеология. М.: РИНФО, 2019. 518 с.

⁶ Леонтьев Б. Б., Леонтьева В. Б. Интеллектуальная природа мошенничества и коррупции: методы идентификации, профилактики и борьбы с недугом // Мониторинг правоприменения. 2013. № 2. С. 49—59.

2. О феномене и феноменологии

Системообразование как новый вездесущий феномен динамично развивающейся природы, мимо которого проходили сотни и тысячи исследователей и естествоиспытателей природы, нам понятно и особенно интересно. Понятия «феномен», «феноменальный» и «феноменология» имеют общий корень, от французского *«rheptomène»* и более раннего греческого *φαινόμενον* — «являющееся, явление». Как философское понятие «феномен» обозначает явление, данное нам в опыте, в чувственном познании. В нашем случае понятие «системообразование» относится именно к тем явлениям, событиям и фактам, формирующим и развивающим нашу ноосферу, которые мы наблюдаем, видим и ощущаем, но которые весьма сложно выявить, осознать и тем более объяснить. Понятие «феноменальный» определяется как *«исключительный, редкий, необычный, выдающийся по своим качествам, свойствам, силе проявления»*⁷.

Основатель феноменологии — известный немецкий философ Э. Гуссерль (1859—1938), последователь философии Ф. Brentano и К. Штумпфа. Само понятие «феноменология» он позаимствовал из немецкой философии И. Ламберта «Новый органон» (1764). «Феноменология Э. Гуссерля выступает как фундаментальная наука о сознании — учение об очевидности и истинности актов сознания и самих вещей в их самораскрытии и явленности»⁸. Это одно из главных философских направлений XX в. Оно затем породило «Феноменологическую социологию» и «Феноменологию права», которые ориентированы не столько на социологическое и правовое регулирование, сколько на эффективное использование феноменов в рамках этих наук.

Наблюдатели природных явлений, не обладающие системным абстрактно-предметным мышлением, могут лишь с трудом понять термин «системообразование» как вездесущее явление. Природные феномены, взаимодействуя друг с другом, постоянно меняют состояние среды и балансы энергетических потенциалов, где наиболее активные феномены становятся доминантными, более весомыми и значимыми, а пассивные — менее значимыми. В обществе происходит всё то же самое. Активность в нем ценится не столько физическая, сколько интеллектуальная — направляющая, определяющая, оценивающая, принимающая решения и их реализующая. Отсюда феноменология системообразования — это всё обозримое в нас и вокруг нас, требующее системного осмысления с позиции выявления сложных общесистемных рисков и их минимизации в интеллектуальной природе. Однако всем нам важно чётко понимать, что вся интеллектуальная

⁷ Леонтьев Б. Б. Феномен интеллектуальной природы // Библиософера. 2014. № 3. С. 90—96.

⁸ Леонтьев Б. Б. Об открытии комплекса закономерностей интеллектуальной природы и обоснование феномена интеллектуальной природы. М.: ПАЕН, 2017. 63 с.

природа зиждется на фундаменте экосреды, природы биологической, которой не следует вредить никому, нигде и никогда.

3. Эволюция феноменов

Выделение человека из мира животных произошло по причине наибольшего и наилучшего накопления природно-биологических системообразующих преимуществ среди всех прочих организмов. *К этим системообразующим преимуществам человека относятся: прямохождение, пятипалость, всеядность, ортозвучность, церебральность. И сюда же можно добавить еще два: высшая энерго-мобильность человека в пространстве и во времени, а также наивысший универсализм человека среди прочих организмов. Человек в своих отношениях с окружающим миром более энергоэффективен и универсален, чем все остальные организмы.* Именно этим объясняются известные факты, что человек среди прочих организмов гораздо шире и лучше ориентируется в своем пространстве и во времени, учитывая, что люди сегодня уже полностью охватили и используют в своих интересах все земное и околоземное пространство и время [1].

Основное изначальное системообразование человека во все времена эволюционировало относительно его личностного энергосбережения и самосохранения во времени и пространстве. Поэтому естественным образом человек изначально жил социальными группами: семьями, родами и племенами, где были групповая взаимозависимость, универсальная взаимозаменяемость, взаимоподдержка и взаимопомощь. Поэтому каждому человеку потребовались свои личные энергосберегающие вещи: одежда, обувь, жилище и очаг с утварью. Помимо материального системообразования, человек воспроизводил и развивал *информационное системообразование*. К нему относятся: визуальное знакомство со средой и узнавание образов, а далее для общения развивались языки звуков, жестов, запахов, осязательных и вкусовых предпочтений. Общение между людьми всегда строилось на системообразующей основе их интересов. Наиболее ценными в обществе людей изначально становились системообразующие личности, живущие интересами тех групп и организаций, которые они возглавляли или желали бы в чем-то возглавить. В итоге в эволюционирующем обществе стали выделяться системообразующие ценности: *свобода, справедливость, равенство, братство, сотрудничество*. Исторически эти ценности на разных территориях, на разных языках и в разных культурах самоорганизовывали свои системообразующие религиозные конфессии. Сначала это происходило в различных формах политеизма как многобожия, а затем все они интегрировались в формы монотеизма, где был или признавался главный Бог, который был олицетворением любви, чести, совести, честности, доброты и справедливости. Каждой этнически обособленной культуре соответствуют свой язык, своя история, свой природный мир,

свой опыт и традиции, своя ментальность⁹. Поэтому все самоорганизованные саморазвивающиеся религии уникальны, оригинальны, самобытны и самодостаточны. И в этом их ценность для всего человечества. Среди них нет и не может быть главной и самой лучшей религии как наиболее продвинутой и справедливой. Все они как особые институты общей мегакультуры постоянно самоактуализируются. Непонимание этого факта порождает чье-то локальное высокомерие и пренебрежительное отношение к другим религиям, а это, в свою очередь, порождает ссоры, конфликты и войны. Самые разрушительные и бессмысленные в истории — это религиозные войны как элементы системоразрушения и системообновления¹⁰.

Основная системообразующая функция всех религий — это компенсация дефицита системных знаний о мире и о себе, особенно она востребована среди лиц с дефицитом интеллекта. Этот дефицит, в частности, выражается в склонности к агрессии, суеверию, самообману и в ненормальной самооценке и оценке мира вокруг. Основная масса недовоспитанного и недообразованного населения всех территорий и во все времена страдает дефицитом истинного понимания того, что вокруг и внутри нас. Назовем это *дефицитом интеллекта*, который компенсируется религиозными нормами, традициями и знаниями, что обеспечивает терпимость к оппонентам, высокую нравственность и устойчиво доброжелательные отношения в обществе. Религиозные люди более человечны и доброжелательны, чем атеисты. В то же время они чаще всего не верят и не понимают природной системно развивающейся эволюции и эволюционных процессов. Однако почти все они свято верят в чудо одномоментного сотворения мира, в Творца и сотворение человека, мысля конечными материальными категориями и конкретными материальными формами. Именно эта колоссальная интеллектуально-компенсационная функция любой религии делает мир более устойчивым и миролюбивым. Религия — это первородный «искусственный интеллект», снижающий все риски агрессивности в человеческом общении.

Эволюционное системообразование в трех природах всюду происходит самопроизвольно, помимо воли человека. Законы и закономерности природного системообразования были, есть и всегда будут, и их невозможно игнорировать или отменить. В лучшем случае их можно познать и успешно применять, обеспечивая более устойчивое развитие общества. В свое время мы это уже отмечали в своих публикациях¹¹.

⁹ Рассел Б. Мудрость Запада: историческое исследование западной философии в связи с общественными и политическими обстоятельствами / Общ. ред. и предисл. В. А. Малинина. М. : Республика, 1998.

¹⁰ Леонтьев Б. Б., Леонтьева В. Б. Интеллектуальная природа. Системное мышление. Интеллектология. Идеология. М. : РИНФО, 2019. 518 с.

¹¹ Ридли М. Эволюция всего. М. : Э, 2017.

4. Фундаментальное и прикладное

Природное системообразование происходит как неперенная самопроизвольная адаптация одних природных феноменов, сфер и пространств со всеми окружающими их астрофизическими, метафизическими и нанометрическими объектами и феноменами к другим, более активным, подвижным и влиятельным. Поэтому все процессы природного системообразования мы относим к природно-генетическим, а знания о них — к фундаментальным. Прикладные знания о системообразующих процессах изначально используются людьми как технические, биотехнические, медицинские, информационные. Все это — области техники и технологий, обеспечивающие более безопасную и комфортную адаптацию самых разных людей в интеллектуальной природе.

Многолетние наблюдения за материализованными результатами системообразования как общесистемным фундаментальным феноменом зародили его понимание в сознании редких, но весьма наблюдательных личностей, склонных к системному анализу и системному созерцанию мира. Именно это в прошлом породило извечную потребность мудрецов в объяснении смысла мира, человеческого бытия и назначения. Такие общесистемные наблюдения в конце концов зародили философию как любовь к мудрости, изначально полностью религиозную, а затем постепенно и научную. Дефицит примеров для подражания и других ценных истинных знаний рождает массовое разнообразное суеверие и мифотворчество о прошлых героях, постепенно интегрирующееся затем в форму религии сначала политеистической, позже переходящей в монотеистическую. Дальнейшее более критичное наблюдение за природными явлениями на основе расчетов и экспериментов касательно феноменов в природе и обществе породило сначала астрологию, затем науку астрономию, затем геометрию и математику, затем алхимию и химию, затем физику, анатомию, физиологию и прочие научные направления. Во всех этих научных дисциплинах критерием была *истина*, проверенная на опыте, на практике. В процессе адаптации к биосфере изначально исторически возникали самобытные рационализаторы, далее мелкие изобретатели, а затем и ученые-естествоиспытатели. Они стали представителями массового развития логического мышления и знания, сначала в отношении бытового обустройства, далее военно-технического, затем производственного, образовательного и в итоге научного, дисциплинарно структурированного как операционного, технологического и отраслевого [2].

Представители эмоционального и, соответственно, чувственного наблюдения и знания в своем творчестве изначально ориентировались на природную *эстетичность, красоту и оригинальность*. Именно они зародили критерии и оценки художественных ценностей, начиная с красоты пейзажей и форм внешнего мира и человеческого тела, как мужского, так и жен-

ского. На этой основе еще в древности зарождались наскальные рисунки и тексты, художественные эскизы, рисунки, живопись, ювелирные украшения, скульптурные образы. Затем в обществе стали появляться профессиональные стилисты, модельеры, архитекторы, скульпторы, художники, поэты, литераторы, философы-схоласты, психологи, социологи, культурологи и политологи. Все эти представители эмоционального мышления свои идеи, знания и концепции строили, как и сегодня, преимущественно на собственных впечатлениях, на эмоциональных оценках оригинального, экстраординарного, обобщенного. Их прежде всего интересовала и ныне более интересует форма вида, слова, звука, выражения. Их талант и гениальность напрямую зависели, как и сегодня, от вовлеченности в тайны природного системообразования. Ярким доказательством этого является архитектура гениального испанского архитектора Гауди. Главным принципом его творчества было его же тончайшее наблюдение и глубочайшее убеждение: *«Природа нигде по своим формам не строится на прямых линиях»*¹². Именно это мы видим в Барселоне на его сказочных архитектурных шедеврах. Его архитектура породила особую культуру горожан, ощущавших свое превосходство среди обычных испанцев. Подобное мы видим во Флоренции, Милане, Париже, Санкт-Петербурге.

Закон адаптации и эволюции всех организмов и всех субъектов интеллектуальной природы, нами выявленный много лет назад, напоминает нам, что сначала решаются проблемы безопасности, затем комфортности и далее самовыражения и самореализации. Но далеко не всем удастся этот путь пройти до конца, не растеряв тягу к истине.

5. Феномен теории идей

Наши многолетние исследования¹³ показали, что *изначально в истории цивилизации, еще в период мифологического мышления, базовым системообразующим знанием стала теория идей. Она излагалась как актуальный на тот период метод о зарождении творческой мысли, системной логики, мыслительных процессов выдающихся мыслителей и их высшей категории — мудрецов*. Как известно, исторически мудрецы-предсказатели были во всех странах, во все времена и во всех религиях. Такие мудрецы острее всего воспринимали системообразующие феномены, новые знания и эволюционные изменения, не видимые и не понимаемые обычным, материально озабоченным населением. Именно о таких способностях мудрецов в своей статье упоминает современный философ С. С. Гусев. Он дает такое определение: *«Мудрость — характеристика знания, содержащая в себе как оценку универсально-*

¹² Изабелла А., Гауди А. Полное собрание работ в 2-х т. (1852—1926). М.: Арт-Родник, 2008. С. 44—47.

¹³ Большой словарь иностранных слов (35 тысяч). М.: Мартин, 2008. 611 с.

фундаментального уровня, так и жизненно-практической ориентированности. По представлениям, идущим от глубокой древности, мудрец не только знает, как устроен мир, но и понимает, почему его устройство именно таково, а также и то, как человек должен себя вести в таком мире. Выделение первых форм теоретического знания — философии — из мифологического мышления, определявшего жизнедеятельность архаических обществ, было связано со становлением новой культурной фигуры — мудреца, стремящегося к пониманию абсолютных смыслов человеческого бытия. Сам термин «философия» (любовь к мудрости) осознавался не в качестве хранения уже имеющихся знаний, а как постоянное стремление к постижению истин, скрытых от большинства людей¹⁴. Здесь Гусев пишет именно об истине как ключевом фрагменте природного системообразования в сфере интеллектуальной природы.

Первая общеизвестная *теория идей* была отмечена в истории Древней Греции как платоновое творение. Однако, как писал один из самых авторитетных современных философов англосаксонского мира Бертран Рассел, изучавший Платона с юности и до глубокой 98-летней старости, теория идей передавалась от старших мудрецов младшим. Он отметил, что Платону теория идей досталась от Сократа, ему — от Пифагора, а тому — от орфиков¹⁵. Это глубокое исследование¹⁶ Рассела показывает, что теория идей изначально была наиболее ценным сквозным системообразующим знанием во всей истории цивилизации. В этой роли она всегда была, есть и будет в своих авторских актуализированных версиях, проходя сквозь века [3].

После Платона, как известно, в эпоху Возрождения ее развивали, а точнее актуализировали в Италии стараниями Марселио Фичино, возродившим вместе с Козимо Медичи Академию Платона, просуществовавшую 73 года. Во Франции ее развивал Рене Декарт, объясняющий мир как гигантскую систему тонко сконструированных машин¹⁷. Затем свою лепту с несколько иным названием внес Кондильяк. Далее были Де Траси и Кабанис, возродившие свою оригинальную науку — *идеологию*. В Англии этим феноменом структуризации идей были озабочены Бэкон, Гоббс, Беркли, Локк, Юм. В Германии эти знания развивали Лейбниц, Ламберт, Кант, Гегель, Гуссерль. Все эти гении подняли общий уровень интеллектуальности как системообразующей и системовоспроизводящей способности своих граждан на уровень выше остальных стран Запада.

В России автором такой теории идей был М. В. Ломоносов, ознакомившийся с этим знанием в Германии у профессора Вольфа, младшего друга и единомыш-

ленника Лейбница. Однако Ломоносов сделал упор в понимании этого знания не на философском аспекте, а на прикладном, лингвистическом, на реформировании русского языка, который до этого был отчасти смесью с литовским и с церковно-славянским. Свою «Риторику» он выстроил на 16 видах идей и объяснил технику ее изучения на примерах античной поэзии¹⁸. В наглядной форме он объяснил, как следует ее понимать, воспринимать и использовать. Попавшие в российские гимназии и школы его «Риторика» (1747) и его «Грамматика» (1755) в форме школьных учебников, по сути, зародили волну русскоговорящих талантов и гениев. Своей перестройкой российского языкознания именно Ломоносов как продолжатель реформ Петра Великого фактически зародил «золотой век» поэзии, литературы, а далее науки и искусства. Изначально среди них были: первый министр юстиции Г. Р. Державин, а далее — А. С. Пушкин, Н. В. Гоголь, М. Ю. Лермонтов, другие поэты, писатели, художники, ученые, инженеры и архитекторы. Спустя годы после Ломоносова реформаторы русского языка, включая министра юстиции М. Сперанского, не вполне понимавшие смысл «Риторики», привели поэзию к «серебряному веку».

Следует отметить, что автор в свое время разработку своей *инновационной теории* изначально начал формировать на принципах собственной теории идей¹⁹, основы которой были изложены сначала в кандидатской (1990), а затем продолжены в докторской (2007) диссертациях. Впоследствии автор, занимаясь теорией и практикой отношений в сфере интеллектуальной собственности, создавая ряд практически востребованных систем управления интеллектуальной собственностью в отдельных отраслях, корпорациях и проектах нормативных документов для министерств и ведомств, сделал в период с 2010 по 2017 гг. свое фундаментальное открытие «интеллектуальной природы»²⁰. После этого возникла авторская разработка новой интеграционной науки «*интеллектологии*», объединяющей все дисциплинарные знания, и в итоге была подготовлена и опубликована фундаментальная монография по этой тематике²¹.

Сегодня мы понимаем, что все донные известные научные исследования и все прошлые актуализированные версии авторских теорий идей, тематически развивающие и теории познания, ориентированы на главный природный феномен — на познание всеобщего процесса природного системообразования во всех сферах, фрагментах, формах и содержаниях.

¹⁸ Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений. Т. 7. М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1952.

¹⁹ Леонтьев Б. Б. Современная теория идей: Методологические основы инновационной экономики. Часть I. М. : ИНИЦ «Патент», 2010. 343 с. ISBN 978-5-91808-032-0.

²⁰ Леонтьев Б. Б. Современная теория идей: Методологические основы инновационной экономики. Часть I. М. : ИНИЦ «Патент», 2010. 343 с. ISBN 978-5-91808-032-0.

²¹ Леонтьев Б. Б., Леонтьева В. Б. Интеллектуальная природа. Системное мышление. Интеллектология. Идеология. М. : Изд-во РИНФО, 2019. 518 с.

¹⁴ Энциклопедия эпистемологии и философии науки. М. : «Канон+», «Реабилитация», 2009. С. 534—535.

¹⁵ Большая российская энциклопедия. В 35 т. Т. 33. М. : БРЭ, 2017. С. 256—258.

¹⁶ Шюре Э. Великие посвященные. Ленинград : Печатный двор, 1990.

¹⁷ Леонтьев Б. Б. Закон иерархии системообразующих знаний // Вестник интеллектуальной собственности. 2011. № 5.

Возвращаясь к «Риторике» М.В. Ломоносова, вкратце представим исторические последствия эволюционно развивающихся системообразующих *результатов* его интеллектуальной деятельности (РИД). Наш первый и главный российский ученый Михаил Васильевич Ломоносов как истинный гений, лучше остальных понявший сущность теории идей и лучше всех остальных российских интеллектуалов воплотивший системообразующую логику в процессе построения и изучения русского языка, стал самым ярким системообразователем русского языка и универсального русского интеллекта.

Здесь мы видим плеяду российских талантов и гениев в поэзии, прозе, науке, образовании, изобретательстве «золотого века», порожденного «Риторикой» и «Грамматикой» Ломоносова.

Создавая Российскую академию наук, Петр Первый по проекту Г. Лейбница, как и в Академии Платона, определил высокие требования к статусу академика, который должен быть и физиком, и химиком, и историком, и языковедом, и поэтом. Во всех этих направлениях М. В. Ломоносов оставил свой неизгладимый след. Ныне все эти требования предельно упростили и получили множество дисциплинарных ученых, большинство из которых не имеют своих авторских открытий. Впрочем, закон старения знаний и организаций в интеллектуальной природе отменить невозможно.

6. Естественнo самообразующееся право

Как известно, основная сила юридических форм и положений — в их системной стабильности и неизменности во времени. С момента зарождения различных сводов правил и норм правовых отношений среди правоведов, философов и государственных деятелей периодически возникают споры по поводу более системного их обновления и сохранения актуальных норм законодательства.

В этой связи юристы постоянно поднимают проблему *естественного права* как исходного, наиболее устойчивого и стабильного во времени. Одним из наиболее известных теоретиков естественного права был немецкий философ И. Г. Фихте (1762—1814)²².

Он разделил естественное право на теоретическую и прикладную части, относя к нему конституцию, гражданское и семейное право. Однако, учитывая все это, мы считаем, что пока еще рано считать эту проблему решенной. И в этом тезисе мы не одиноки [4].

Анализируя факторы стабильности и изменчивости юридических норм в международных правовых актах за последние сто лет, мы пришли к выводу, что все же наиболее стабильными являются права относительно РИД. Это известные нормы Парижской (1883), Бернской (1886), Стокгольмской (1967) и прочих конвенций. За длительный период их действия они менее остальных юридических норм претерпели какие-либо изме-

нения. В то же время эталоном для юристов всего мира является перечень объектов, относящихся к интеллектуальной собственности, изложенных в Стокгольмской конвенции.

Напомним, что конвенция, учреждающая Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), заключенная в Стокгольме 14 июля 1967 г., а именно её статья 2 [viii], гласит, что «интеллектуальная собственность включает права, касающиеся:

(1) литературных, художественных и научных произведений;

(2) выступлений исполнителей, фонограмм и программ эфирного вещания;

(3) изобретений во всех областях человеческой деятельности;

(4) научных открытий;

(5) промышленных образцов;

(6) товарных знаков, знаков обслуживания и торговых названий и обозначений;

(7) пресечения недобросовестной конкуренции и всех других прав, являющихся результатом интеллектуальной деятельности в промышленной, научной, литературной или художественной областях».

Далее важно пояснить, что виды деятельности в пункте (1) регулируются авторским правом. Права, упомянутые в пункте (2), обычно называются «смежными правами», т. е. правами в областях, смежных с авторским правом. Виды деятельности в пунктах (3), (5) и (6) являются объектами охраны промышленной собственности. Сюда можно было бы отнести и пункт (7), тем более что статья 1(2) Парижской конвенции по охране промышленной собственности (Стокгольмский акт 1967 г. — «Парижская конвенция») включает «пресечение недобросовестной конкуренции» в понятие «охрана промышленной собственности» — в ст. 10-бис (2) говорится, что «*актом недобросовестной конкуренции считается всякий акт конкуренции, противоречащий честным обычаям в промышленных и торговых делах*»²³.

Комментируя данные нормы и объясняя логику всей мировой системы законодательства, доктор юридических, экономических и кандидат технических наук А. В. Птушенко в своем эпохальном произведении «Общая теория права»²⁴ отмечает, что вся система законодательства, сложившаяся исторически от вещного права, как ныне выясняется, фактически перевернута с ног на голову. Он утверждает, что *высшими* и исходными для всех норм права должны быть нормы *интеллектуальные*, а *низшими* — *вещные*, и подробно объясняет эту логику. Если такое его предположение будет доказано и принято, то это будет новым шагом к обстоятельной перестройке всей мировой юриспруденции и парадигмой формирования новой системы международного права как более системно выраженного естественного права [5].

²² Фихте И.Г. Основы естественного права согласно принципам наукоучения. М.: «Канон+», «Реабилитация», 2014. 392 с.

²³ Введение в интеллектуальную собственность. Женева: Издание ВОИС/WIPO, 1998. С. 4.

²⁴ Птушенко А.В. Общая теория права. М.: РИНФО, 2012. 728 с.

7. Многоликость системообразования

Наука — это единственный объективный инструмент воспроизводства природных истин. С ее помощью человечество пошагово раскрывает фрагментарные локально системные тайны всего общеприродного системообразования. И здесь следует отметить, что ключевой фундаментальный вклад в понимание общесистемных феноменов внесли россияне. Сначала в неживой природе это сделал Д. И. Менделеев, вскрывший тайну системообразования химических элементов в неживой природе с помощью своей Периодической системы.

Напомним, что всеобщую организационную науку «тектологию» в 1910—1920 гг. обосновал и опубликовал наш ученый-медик А. А. Богданов-Малиновский, к тому же в 1897 г. написавший первый учебник по экономике социализма. Затем в биологической природе свое системное открытие сделал Г. А. Гамов, русский физик, создавший модель генетического кода и математически её просчитавший. Сложнейшее понятие иммунитета в биологии и медицине определил и обосновал в 1880 г. И. И. Мечников, который лишь в 1908 г. за это открытие получил Нобелевскую премию. А недавно 36-летний российский ученый Максим Никитин открыл новый механизм хранения информации в ДНК, который позволяет бороться со многими неизлечимыми болезнями²⁵. Отметим также, что В. И. Вернадский систематизировал все сферы нашей планеты, внешние и внутренние, к тому же обосновав нашу планетарную общеприродную эволюцию ее поверхности как ноосферу. В то же время автор этих строк в период с 2010 по 2017 гг. *открыл феномен интеллектуальной природы и комплекс её законов и закономерностей*. При этом вся совокупность вышеперечисленных, сделанных ранее российских открытий в итоге позволила автору выявить главный или центральный феномен всех *трёх природ*, обеспечивающий их саморазвитие. Это феномен системообразования, пока что малопонятный кому-либо.

Интеллектуальными усилиями всего человечества шаг за шагом, фрагмент за фрагментом учёные всего мира, последовательно вскрывая секреты природы как одно научное открытие за другим, выявляют сущность общеприродного системообразования. Изучение этого феномена, по мнению автора, является основной целью, пока что неформальной, для всего мирового сообщества учёных, способных пошагово вполне обоснованно разрешить эту всеобщую и главную общесистемную проблему. В то же время остальная часть мира, обладающая преимущественно эмоциональным интеллектом с менее сильными логическими и исследовательскими способностями, самосохраняется с верой в Бога как самого ценного и правдоподобного изобретения в истории цивилизации. Для этой самой много-

численной части населения нашей планеты открытие феномена «системообразования» как непрерывного всеобщего процесса самоорганизации и преобразования природы в данном случае ничего не меняет. Все верующие во всех странах мира как до сих пор были убеждены, так и впредь будут убеждены, что всемирное и частное природное системообразование во всей Вселенной является результатом божественного провидения, божественного предназначения.

Здесь мы можем отметить, что не вполне верящие в божественный промысел учёные продолжают открывать тайны природы через процедуру гипотез и научных открытий. Они пошагово движутся в своих исследованиях к новым открытиям, приближаясь к более глубокому и полному пониманию феномена природного системообразования. Им в помощь американский профессор Джеймс Трефил скрупулёзно собрал в единое произведение 200 законов мироздания, которое он так именно и назвал²⁶. Основной *недостаток* этого произведения в том, что он явно преувеличил здесь интеллектуальный вклад англоязычных учёных и явно преуменьшил вклад русскоязычных и всех прочих учёных. Но именно этим высокомерием всегда страдали англосаксонские лидеры, что исторически подтверждается их многочисленными захватническими войнами на чужих территориях, ими начатыми и в итоге ими проигранными [6].

Тем не менее последние самые крупные мировые научные открытия феноменов интеллектуальной природы и комплекса их закономерности вкупе с открытием феномена «системообразования» как единого, вечного и всеобщего природного феномена исполнены в России, а не в западном англоязычном мире. Вопрос всеобщего признания этого открытия — лишь вопрос времени. История покажет и рассудит. Помнится, что над Менделеевым также в шутку посмеивались не только простолюдины, но и маститые ученые, так и не избравшие его в Российскую Академию наук. По каждому спорному вопросу в науке всему своё время.

8. О системном знании человека

Наша система законов интеллектуальной природы выстроена по декартовой системе координат на трех традиционных осях-параметрах: материя, пространство и время. Под материей мы понимаем в данном случае конкретных материально существующих иерархически различных субъектов интеллектуальной природы. К ним относятся: *человек, семья, организация, предприятие, корпорация, отрасль, регион, государство, содружества государств, человечество*. Всего нами выделено десять иерархических типов субъектов. Под *природным пространством* мы здесь понимаем *интеллектуальное пространство со всеми его специфическими сферами, включая количественную, лингвистическую, качественную, состоятельную, моно-*

²⁵ А. Михайлова, С. Шахиджанян, Д. Толкачев. Русский след // Москва Вечерняя, 2023, № 7, с. 8—9.

²⁶ Трефил Дж. 200 законов мироздания. М.: Гелиос, 2007. 528 с.

системную, полисистемную, мудростную. Под временем мы понимаем законы жизненного цикла человека: *зарождение, развитие, становление, устойчивость, спад, деградация, утилизация, реновация, обновление.*

Каждый закон базируется на трех параметрах изменения уровня интеллектуальности (рис. 1), где каждый параметр имеет ряд градаций в практическом выражении. Под *интеллектуальностью* мы понимаем сравнительную способность лучше или хуже других выявлять проблемы и их разрешать в отдельных сферах специфических отношений и знаний.



Рис. 1. Модель системы законов интеллектуальной природы

Таким образом, каждый из десяти субъектов интеллектуальной природы имеет, по нашим оценкам, около полусотни своих законов, каждый из которых так же имеет свою предметную специфику, отражающую профессию субъекта, который является профессионалом, специалистом в чем-то [7]. Сегодня все это многообразие параметров по каждому субъекту находится в хаотическом состоянии, где со стороны научного сообщества пока отсутствуют какие-либо предлагаемые устойчивые критерии [8]. У подавляющего числа ученых-гуманитариев пока не просматриваются даже проблески того, что они в системном виде эту проблему как-то могут разрешить. Институт Человека, о котором отмечено в работе²⁷, организованный исследователями-гуманитариями, был закрыт в прошлые годы ввиду отсутствия каких-либо существенных научных результатов. Многочисленные цитирования Э. Фромма и И.Т. Фролова о необходимости создания *науки о человеке*, а также приведенные в этой книге материалы Круглого стола специалистов по этой тематике в итоге ничего конструктивного не предложили. Проблема создания науки о человеке не была ими разрешена ни на йоту, поскольку любая наука, как минимум, имеет свою аксиологию, свои параметры измерения, свою структуру построения эффектов, законов и закономерностей. Всего этого у организаторов Института Человека и редакторов журнала «Человек», к сожалению, не было.

²⁷ Многомерный образ человека: на пути к созданию единой науки о человеке / Под общ. ред. Б. Г. Юдина. М.: Прогресс — Традиция, 2007.

Все публикации исследователей скорее напоминали философско-литературные сугубо описательные произведения без каких-либо структурных решений. И это остается неразрешенной проблемой до сих пор. Ее-то мы и пытаемся сегодня разрешить.

9. Типы мышления

В интеллектуальной природе люди взаимодействуют в соответствии со своими потребностями, интересами и способностями. Их системообразующий вклад весьма различен по широчайшему спектру их потребностей и возможностей. В результате их совокупной общечеловеческой суеты происходит самоорганизация и саморегулирование отношений во всей интеллектуальной природе в целом. В системообразовании природных отношений участвуют в той или иной мере все ныне живущие на планете. Одни это делают чисто осознанно, но большинство скорее инстинктивно, исключительно из собственных потребностей. Альтруистов, как известно, в обществе крайне мало, но их число год от года по мере воспитанности и образованности все же неуклонно растет. Вслед за развитием НТП также растет и *гуманитарный прогресс* [9]. Интеллектуальная элита, озабоченная общечеловеческими проблемами, преимущественно альтруистична и достаточно мудра, ее неформальный состав выявить можно исключительно по РИД, которые зависят от способностей мыслить системно, абстрактно, продуктивно и практично, в том числе в сферах науки и образования.

По своим интеллектуальным способностям и возможностям выявлять и разрешать *проблемы* все люди весьма и весьма многообразны. Одна из самых неблагодарных затей в человеческом общении — это выявление и оценка степени и уровня интеллектуальности, интеллектуальных способностей и возможностей, особенно когда это касается конкретных личностей. В науке управления это называется *оценка компетенций*. Однако оценка компетенций — это оценка знаний и интеллектуальных способностей оцениваемого конкретного научного направления, специальности, рабочего места, должности. Формально их фиксируют документально: сертификатами, свидетельствами, дипломами, другими документами о наличии соответствующих ученых степеней, званий и именных премий. Однако помимо конкретизации интеллектуальных оценок, как выясняется, есть еще и более общие критерии оценки по уровням мыслительных способностей, которые проявляются и могут быть обобщенно оценены по авторским РИД. Попытаемся ее представить на следующих пяти уровнях.

Первый уровень: инстинктивно-чувственный, потребительский. Представителей этого уровня, особенно в слаборазвитых странах, огромное множество. Это — обладатели фрагментарного или эклектичного мышления. Представители этого уровня мыслят почти исключительно собственными материальными потребностями, как Эллочка-людоедка в «Двенадцати

стульях» И. Ильфа и Е. Петрова. Однако этот карикатурный персонаж представлен в гротесковой форме как типаж самого примитивного человеческого существа, претендующего на все лучшее, яркое, модное, вкусное и престижное, чтобы внутренне ощущать себя элитной личностью [10]. В реальной жизни все выглядит гораздо проще и в то же время сложнее: *потребительское мышление* — это поиск и приобретение не только жизненно важных средств существования, но и всего, что характеризует уровень обеспеченности данной конкретной личности, семьи, некоей тусовочной компании. Такие персонажи обычно действуют и дружат, чтобы поддерживать и продвигать друг друга, при этом не создавая в жизни ничего ценного для общества. Они живут для собственного удовольствия, стараясь ни с кем не конфликтовать. Один из недавних российских министров высказался в наших СМИ, что он со своими коллегами будет из россиян «воспитывать современных потребителей». Чем удивил всю интеллигентную и высокообразованную часть россиян, понимающих, что истинный потребитель — это обыватель, руководствующийся преимущественно инстинктами, нормами морали, где его интересы охраняются законами страны. Если бы он сказал, что он с коллегами «будет воспитывать созидателей», то наверняка получил бы массовую поддержку населения.

Второй уровень: линейно-мыслящие. Это деловые и прагматичные лица более высокого интеллектуального уровня, которые хорошо понимают, что у каждой проблемы есть свои причины и есть вполне ожидаемые следствия. Это в основном лица исполнительского уровня, воспитанные родителями, начальниками, наставниками и преподавателями. В рамках своих профессий данные лица обычно весьма грамотные и образованные специалисты. Они ежедневно делают то, что они умеют и что от них требуется. Однако они все же не эрудиты и не творцы, создающие что-то свое авторское, хотя порой и способны на полезную для своей организации рационализацию своего трудового процесса и его операций. Это рекламно-управляемая часть населения. Вся реклама в СМИ — для них.

Третий уровень: эрудиты — широко, но плоско мыслящие. Это достаточно редкие в народе всезнайки, много прочитавшие, видевшие, запомнившие. Они весьма хорошо ориентируются в информационной среде и весьма полезны в любой организации. Они также весьма интересны как друзья и оригинальные личности со своей точкой зрения и со своим оригинальным видением мира. Среди них множество известных и выдающихся артистов, режиссеров, журналистов, в том числе поэтов, литераторов, писателей, художников, дизайнеров. Они широко представляют также множество других творческих профессий. Это те, в частности, кем наполнены наши СМИ, телевидение, радио, концертные площадки. В эту же категорию попадают основные массы работников сферы науки, образования и культуры. Их так называемое плоскостное мышление выражено тем, что они мыслят всеми из-

вестными понятиями, символами, языками и многими известными штампами и оборотами речи. У них обычно нет своих оригинальных мыслительных приемов, творческих секретов, методов, способов, по своей эффективности радикально отличающихся от общеизвестных [11]. Их, скорее всего, интересует модное, новое, перспективное и выгодное. Они успешнее других делают свою карьеру, получают высокие должности, звания и даже награды от своих начальников. Однако никаких революционных идей и тем более свершений, никаких научных прорывов и открытий они в принципе создать не могут. Хотя в изобилии они могут создавать свои недостаточно оригинальные научные статьи, монографии, учебные пособия.

Четвертый уровень: продуктивные объемно мыслящие интеллектуалы. Среди них немало талантов и гениев. Это личности, имеющие свои личностные, проблемно-тематические, авторские научные открытия. Они — авторы весьма оригинальных работ, проектов и создатели микро- и макроорганизаций. В науке они обладатели своих ценностных классификаций, позволяющих на окружающий мир и проблемы общества смотреть иначе, чем основная масса образованного населения. Мыслительные и исследовательские способности этих людей выстроены принципиально иначе, чем у большинства образованного населения, живущего своими профессиональными интересами, преимущественно потребительскими, в том числе и общеизвестными демократическими ценностями. Эти деятельные личности при их высокой самоорганизации и при возможности громко заявить о себе в творческом плане способны на многое. Именно они часто зарождают новые научные и социальные парадигмы в своих профессиональных областях знаний. За ними охотятся иностранные инвесторы и предприниматели. Среди них множество великолепных изобретателей, ученых, общественных деятелей [12]. На самой их вершине находятся такие личности, как Декарт, Лобачевский, Ньютон, Паскаль, Карамзин, Вавилов, Коперник, Курчатов, Королев, Келдыш, Вернадский и др. Именно эти личности реально развивают научно-технический и социальный прогресс в рамках своих специализированных направлений. У всех них есть свои исторически значимые уникальные интеллектуальные достижения, свои особые методы, способы организации мыслительных процессов. Они обязательно имеют свой особый тезаурус, свои уникальные интеграционные понятия и термины, системы оценки и модели развития современного для них общества. В то же время это самые счастливые люди, ввиду их продуктивности, востребованности и высочайшей ценности для общества. У них почти каждый день появляются свои новые уникальные идеи, возбуждающие их интерес во вновь открывающихся для них направлениях.

Пятый уровень: междисциплинарной мудрости. Это крайне редкие исторические провидцы, предсказатели. У них нет потребительских интересов, кроме естественных и необходимых. Все они прошли свой

весьма и весьма сложный жизненный путь. И вышли в итоге просветленными с глубоко системными общечеловеческими знаниями. Они не бывают моложе своего полувека. Их жизненная история — это история смелых и упорных «скалолазов» в проблемно ориентированном для них пространстве. Это — носители высших истин общечеловеческих знаний, актуальных во все времена. О таких личностях в свое время более века назад написал француз Эдуард Шюре. Он назвал таких уникалов «Посвященные великие». Список этих великих посвященных составляют: Рама, Кришна, Гермес, Моисей, Орфей, Пифагор, Платон, Иисус. Все они подвергались гонениям властей в свои исторические времена. Все они прошли тяжкие испытания и ушли из жизни непобежденными в своих убеждениях и исканиях истины. Сюда же следует отнести Будду, Мухаммеда и отдельных уникальных наших современников, таких, как российский создатель науки тектологии Александр Александрович Богданов-Малиновский. Здесь же австрийский мыслитель, создатель науки праксиологии Людвиг фон Мизес. Здесь же наш известный философ и социолог Александр Александрович Зиновьев. Эти крайне редкие мудрецы, которые знают истинное состояние глубинных проблем людей в современных для них обществах. Говоря о причинах проблем, они раздражают любые официальные власти. Поэтому ни в каких демократических системах и странах таких людей до сих пор во власть не избирали и сегодня не избирают. Молва и власти стремятся превратить их в изгоев, предлагая их изгнать или казнить. СМИ им не дадут трибуну, и их не услышит народ. В лучшем случае сегодня они могут представлять науку и сферу образования, не вписываясь в традиционный стиль и официальный политический контекст [13].

Так что *платоновские мудрецы были и остаются сегодня и в будущем не у дел*, как во все исторические времена. Лишь самые просвещенные монархи, желающие знать и слышать истину, которую им не сообщит никто другой, могли, не боясь за свои статусы, должности и авторитеты, приближать к себе людей, умнее и прозорливее себя. В такой роли, в частности, был один из самых мудрых англичан Джон Локк (1632—1704), автор одной из лучших в мире теории идей, отлично структурированной и всесторонне объясненной. Бертран Рассел считает Джона Локка одним из самых успешных философов в истории цивилизации, который был самым уважаемым лицом при монархе и был его основным советником и консультантом. Именно он стал основоположником известных *идей либерализма*. Это, в частности, позволило английской науке около двухсот лет быть одним из явных мировых интеллектуальных лидеров и воспроизводить таких гениев, как Беркли (1685—1753), Юм (1711—1776), Гартли, Браун, Милль, Рид, Стюард, Гамильтон, Бентам и др. Гении порождают гениев как своих партнеров и последователей.

Занимаясь оценкой интеллектуальной собственности не только в России и в странах СНГ, но и на уровне ВОИС/WIPO с середины 90-х гг., мы можем примерно

отметить, что обладателей первого типа мышления не менее 50% населения, второго — не менее 30%, третьего типа — менее 5%, четвертого — менее 1%, а пятого — единицы на десятки миллионов. Проблема гениев в том, что их истинность мышления без самобмана и их реальная прозорливость властям разных стран чаще всего весьма неудобна. Их внимательно слушают, но при этом стараются не слышать и не замечать, как в свое время слушали и пытались не слышать Сократа, Джордано Бруно, Коперника и им подобных. Среди россиян к ним следует отнести А. А. Богданова-Малиновского, С.П. Королева, А.Д. Сахарова, А.И. Солженицына, А.А. Зиновьева и многих других. Тем не менее, именно их вклад в более высокое системобразование интеллектуальной природы, пожалуй, наивысший наряду с другими гениями.

10. Логика системобразования

Подсознательно логику системобразования в природе и обществе, по-иному сформулированную самими авторами: учеными, философами, интеллектуалами, искали многие из них. Как правило, подобная формулировка целей исследования каждым из них ощущалась интуитивно. Однако окончательно этим термином она так и не была сформулирована в обобщенном виде. В нами представленном виде — *системобразование*. Примерно то же самое много лет происходило и у самого автора этой публикации. Интуитивная ориентация найти свои универсальные методы самого широкого применения является всего лишь половиной успеха любого автора [14]. Однако если он настойчив, последователен, способен к глубокому анализу, способен мыслить собственными универсальными абстрактными ценностями и видит в них единую логику, то, спустя годы, успех обеспечен.

Подобным образом после открытия в 1980 г. самим автором трех фундаментальных свойств идей (*осознаваемости, формализуемости и материализуемости*) пришло понимание этого фундаментального троичного феномена, который автор, спустя годы, стал использовать в обосновании важнейшего критерия для всей инновационной экономики. Этот критерий оценки «состоятельности» РИД оказался ключевым во всех инновациях (см. таблицу). До этого у автора отсутствовала единая и точная система оценок продуктивности ученых, изобретателей, разработчиков, инноваторов. Предложенная система оценки «состоятельности» РИД и самих авторов практически всеми учеными, изобретателями и чиновниками всех рангов была воспринята как существенный шаг в оценке инноваций и продукции НИИ, КБ и деятельности самих субъектов творческой деятельности.

С помощью этой системы достаточно объективно можно оценить состоятельность любого РИД с позиции завершенности и ценности конкретного РИД, а также с позиции «исчерпаемости» коммерческого потенциала данного РИД [15].

Оценка состоятельности результатов интеллектуальной деятельности

	Идея	Кон- цепт	НИР	ОКР	Проект	Строй- монтаж	Освоение произв.	Расши- рение произв.	Расши- рение рынка	ТНК	
Осознаваемое	1И	1К	1НИР	1ОКР	1ПР	1СМ	1ОП	1РП	1РР	1ТНК	Сознание
Формализуемое	2И	2К	2НИР	2ОКР	2ПР	2СМ	2ОП	2РП	2РР	2ТНК	Форма
Материализуемое	3И	3К	3НИР	3ОКР	3ПР	3СМ	3ОП	3РП	3РР	3ТНК	Предмет

На основе этих трех фундаментальных свойств идей мы строим полномасштабную систему трех координат. Она позволяет в любом природном или общественном феномене, как это показано на схеме, четко выделить все его семь основных функций (рис. 2).

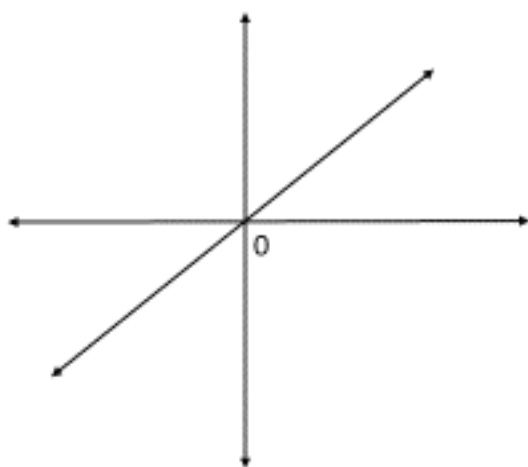


Рис. 2. Модель функций феномена

Вертикальная ось — *осознаваемости* как функциональности персонала и клиентуры. Горизонтальная — это ось *формальных ценностей* (денег, права, времени, других формально измеряемых). Диагональная ось — *материализуемых функций* (продуктов и технологии производства). Получается шесть функций: по две, фиксированные в центре по каждой оси. Седьмая функция является интеграционной для всех. Она обозначена центром О для трех осей.

Данный метод поначалу позволил нам моделировать *функции интеллектуальной собственности в бизнесе* и др.²⁸ Далее мы стали однозначно определять функции всех природных и общественных феноменов, таких, как деньги, право, человек, общество и др.

11. Суверенитет интеллектуальный и технологический

Тесно сотрудничая в начале и середине 90-х гг. с двумя ведущими российскими телекоммуникационными компаниями: АО «ММТ» и АО «МГТС» по вопросам

управления и оценки интеллектуальной собственности, мы были свидетелями утраты российского технологического суверенитета в этой области. Поначалу, когда там возрастных руководителей поменяли на менее возрастных, то как свидетели происходящего мы поначалу не удивились. Нам казалось это естественной ротацией кадров. Но затем стали выясняться удивительные факты. *Во-первых*, на смену многоопытным высококвалифицированным профессионалам с инженерным образованием пришли молодые гуманитарии, до этого не работавшие в этой отрасли и не владевшие терминологией понимания телекоммуникационных систем. *Во-вторых*, уволили почти всех самых высококвалифицированных и высокооплачиваемых работников. На вопрос: зачем это делается, ответили: «Это экономия фонда оплаты, чтобы превратить компанию в более рентабельную». На вопрос, кто же будет развивать, ремонтировать и поддерживать технику в работоспособном состоянии и кто будет оберегать всех нас от утечек телефонной информации и подслушивания — ответ: «Нам не нужны советские системы, мы купим новые у компании „Siemens“». Мы не намерены соперничать, мы намерены сотрудничать с иностранными партнерами и полностью доверять друг другу. Для этого мы выучили иностранные языки». Святая наивность!

Советская ментальность наших лидеров о дружбе, сотрудничестве и о взаимном доверии, прежде всего американцам, в итоге и погубила всё хорошее, что за многие годы советского периода было накоплено. Сегодня это уже очевидно. Нам приготовили стойло в конюшне, создали все комфортные условия, но не учли, что мы — не кони в чужой конюшне большого Хозяина. Хотя множество мелких и несамостоятельных политиков такие условия в свое время устроили и сегодня устраивают. Их кредо: *нам не надо думать, за нас всё решат там, наверху, в «вашингтонском обкоме»*.

Но сегодня на Земле уже около 8 млрд населения, что явно не устраивает вашингтонских хозяев. Ознакомившись в 2017 г. через «Библио-Глобус» с продаваемым там нашим научным докладом «Об открытии интеллектуальной природы» и главным критерием оценки состояния цивилизации, который мы в нём описали (соотношение биологической и интеллектуальной природы), мы в Интернете услышали реакцию одного из известных «Хозяев». Судя по их докладам в своих закрытых клубах, они эти наши критерии достаточно конкретно просчитали и сообщили следующее. Оптимальная численность на Земле должна равняться 400 млн

²⁸ Леонтьев Б. АМЦУФ — метод распрямления феноменов и примеры его применения // Журнал для акционеров. 2010. № 5/6. С. 12—25.

населения, предельно допустимая численность — 2—3 млрд. От остальных надо избавляться. Так в 2019 г. началась пандемия, якобы в далекой китайской провинции. Все лишние должны исчезнуть и не создавать нагрузки на биосферу. Отмечено было, что сохранять надо самых умных, способных много творить полезного и уникального и при этом мало потреблять. Внутри самих «хозяйских стран» эта работа медиками и биологами уже вовсю ведётся, а во внешней сфере начались известные конфликты.

Здесь русские оказались самыми неугодными «Хозяевам», поскольку именно они и никто другой подняли в прошлом веке волну национально-освободительных движений за освобождение своих наций от нещадной всесторонней эксплуатации. Именно русские их лишили сорока с лишним колоний, ранее «утонувших» в огромных долгах своим Хозяевам. Из-за этого возникло множество ненужных «Хозяевам» суверенных государств, ставших их конкурентами.

В условиях такой неусыпной «опеки» русские обязаны быть суверенными информационно, технологически и интеллектуально. И наш президент об этом ясно и неоднократно заявлял. У нас должны быть свои средства связи и информации, свои технологии и техника, свои системные исследования, своя экономика и своя идеология, которая всегда исторически отличалась от своекорыстной западной.

И такие возможности у нас есть, учитывая, что самые крупные системные открытия сделали именно русские, что старательно замалчивает западная пропаганда. Сегодня наше очередное открытие имеет не только фундаментальную научную ценность, но и весьма высокую прикладную.

Мы первыми в мире ещё в 1995 г. разработали и зарегистрировали в России свою добровольную «Систему сертификации и оценки объектов интеллектуальной собственности». Сегодня мы сертифицируем и оцениваем не только права на новые технологии и технику, но и объекты и феномены интеллектуальной природы как ценные, постоянно обновляемые выдающиеся субъекты [16]: авторские научные школы; интеллектуальных миллиардеров; интеллектуальные административные территории [17]; национальные достояния в лице уникалов; интеллектуально самоорганизованные уникальные вузы, компании и корпорации.

Крайне важно отметить то, что эти оценки исходят не со стороны государственных ведомств и их экспертов, которых во всём мировом экспертном сообществе не признают, как политизированных и предвзятых. Эти оценки исходят от нас как независимых экспертов, частных лиц, никак не связанных с государством. И в этом мы также оказались в мире первыми.

Выводы

1. Рассмотренное выше описание феномена системного образования всех «трех природ» уникально само по себе и, как нам представляется, имеет огромную

перспективу. Весомую лепту сюда внесли великие российские ученые, наши предшественники, начиная с М.В. Ломоносова, открывшего закон сохранения массы, Д.И. Менделеева с его Периодической системой химических элементов и Г.А. Гамова, создавшего первую модель генетического кода. Проблема устойчивого развития изначально разрешается на выявлении и понимании этой логики. Те, кто первыми исследуют и обоснуют ее фундаментальные основы и первыми найдут пути ее прикладного применения, будут духовными, интеллектуальными и идеологическими лидерами современного общества, невзирая на национальную принадлежность и вероисповедание. Без понимания этой проблемы нет смысла создавать институты человека и мировые советы мудрецов, отстоящие на несколько шагов от главной и наиболее сложной мировой истины: сути природного системного образования. Наша попытка приоткрыть завесу над главной природной тайной — пожалуй, одна из первых в мировой истории. Надеемся, она не останется без внимания ученого сообщества.

2. Выявленный нами феномен системного образования позволит, по нашему мнению, не сразу, но лишь со временем уточнить истинное назначение и науки, и образования в мире. Последовательно открывая сначала фундаментальные свойства идей (осознаваемость, формализуемость, материализуемость), затем метод АМЦУФ как ключ к языку природы, затем природные функции всех природных и общественных феноменов, затем феномена «интеллектуальной природы» и комплекса её закономерностей, затем науки «интеллектоведения» как научной интеграционной основы всех социальных, технических и фундаментальных знаний, мы в итоге пришли к открытию феномена «системного образования» природы во всех её проявлениях. По сути — это основная и, пожалуй, единственная функция Бога для всех конфессий и всех верующих. Системное образование вечно и является вечным двигателем всей природы всего вселенского пространства со всем его наполнением. Оно есть вокруг нас, всегда было и всегда будет. Смысл науки — открывать новые смыслы, области и фрагменты системного образования. Смысл образования, как и воспитания — обучать естественно-природным и божественным правилам, нормам и запретам системного образования.

3. Полагаем, что так или иначе все системы научных знаний и их структуры эволюционируют в направлении познания феномена системного образования, являющегося основным секретом природной и общественной самоорганизации. Любые попытки и результаты организационных и управленческих инноваций, не соответствующие смыслу и логике природного системного образования, обречены на неудачу и выпадают из эволюционных процессов. Поэтому познание феномена системного образования в науке и образовании современного общества изначально должно лежать в основе любых научных и образовательных программ.

4. Данная публикация об открытии данного феномена, как нам представляется, позволит в итоге гораздо

лучше сориентировать всех учёных и педагогов во всех странах мира для более точной и эффективной направленности их деятельности. Ведь все системообразующие процессы, организованные системообразующими учеными и педагогами, обеспечивают синергетические эффекты. Сегодня этому противодействует избыточная бюрократизация российской сферы науки и образования, а также избыточная коммерциализация этой сферы, где проигрывают и теряют свой потенциал истинные учёные и интеллектуалы, а выигрывают более организованные бездарности. Компетенцию определять достаточно просто: по результатам интеллектуальной деятельности, которая измеряется состоятельностью, т. е. практической значимостью не только сиюминутной, но и стратегической полезности.

5. Сегодня становится очевидным, что научно-технический и социальный прогресс развиваются как следствия периодически возникающих научных открытий. Многочисленные российские академии, начиная с Российской академии наук, Российской академии естественных наук и других, наконец-то должны чётко сформулировать перед всеми своими членами одну единственную цель — воспроизводить как можно чаще и более обоснованно свои научные открытия. Их воспроизводство начинается с понимания системообразующего смысла всей окружающей нас природы. Все свои выводы и тем более свои научные гипотезы необходимо своевременно регистрировать и далее их совершен-

ствовать. В этих вопросах российская наука может в ближайшее время стать мировым лидером, учитывая, что русский язык со всей его логикой и иррациональностью более других языков способен решать самые сложные проблемы, требующие системного мышления.

Научная новизна феномена «системоорганизации», по мнению автора, абсолютная, что соответствует формату наиболее крупных научных открытий в современную эпоху научно-технической и гуманитарной революции и зарождения феномена искусственного интеллекта.

Практическая значимость заключается в наиболее острой потребности использования данного открытия в раскрытии базовых системообразующих функций данного феномена и в выстраивании на его основе наиболее устойчивых и эффективных систем управления во всех сферах деятельности отношений: научных, образовательных, юридических, экономических, социальных, психологических, этнических, педагогических и прочих. Своевременность этого открытия является прямым доказательством его востребованности в интересах сохранения устойчивости отношений в мире. В первую очередь это требуется в современной взрывоопасной международной обстановке, где главной проблемой является дефицит высокой интеллектуальности лидеров, дефицит человеческой мудрости у лиц, принимающих важнейшие решения во всех сферах современных отношений и знаний.

Рецензент: Запольский Сергей Васильевич, доктор юридических наук, профессор, заслуженный юрист Российской Федерации, главный научный сотрудник Института государства и права Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: zpmoscow@mail.ru

Литература

1. Харари Ю. Н. Homo Deus. Краткая история будущего. М.: Синдбад, 2021. 496 с.
2. Дятлов С. А., Литвинова Н. А. Экосистема воспроизводства человеческого капитала в цифровой экономике: методологические подходы к исследованию // Инновации. 2022. № 2. С. 42—48.
3. Леонтьев Б. Б. Теория современного общества // Мониторинг правоприменения. 2022. № 2. С. 46—54.
4. Захарцев С. И., Сальников В. П. XXII век и право: размышление о будущем // Мониторинг правоприменения. 2022. № 4. С. 59—65.
5. Леонтьев Б. Б. Парадигмы в инновациях // Инновации. 2022. № 1. С. 3—11.
6. Митяков С. Н., Митяков Е. С., Митякова О. И., Ладынин А. И. Мониторинг научно-технической безопасности регионов России: анализ тонкой структуры // Инновации. 2022. № 4. С. 10—22.
7. Битимбаев М. Ж., Кунаев М. С., Алишева Ж. Н. Формирование неисчерпаемой сырьевой базы металлов на основе неиспользуемых ныне геохимических закономерностей неживой природы // Вестник РАЕН. 2023. № 1. С. 55—64.
8. Матковская Я. С. К вопросу о прогнозировании развития экономической науки // Инновации. 2021. № 12. С. 62—67.
9. Шевченко Д. А. Новый социальный класс: цифровой потребитель // Вестник РАЕН. 2023. № 1. С. 89—93.
10. Петросян Д. С., Столярова А. Н. Экономический эгоизм и дегуманизация экономических отношений как факторы снижения национальной безопасности // Вестник РАЕН. 2023. № 2. С. 44—49.
11. Можаяев Е. Е., Балашов С. В., Кораблин А. О. Человеческий капитал как инновационный фактор развития российской экономики // Вестник РАЕН. 2023. № 2. С. 50—55.

12. Леонтьева В. Б. Комплексное стимулирование изобретательской и инновационной деятельности // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2018. № 2. С. 37—48.
13. Леонтьев Б. Б. Интеллектология как результат открытия третьей природы // Копирайт. 2021. № 1. С. 17—35.
14. Иванус А. И. Искусственная генерация новых знаний: Моделирование процессов мышления для получения новых знаний вне мозга человека. Качественный скачок в развитии искусственного интеллекта. М. : Ленанд, 2022. 200 с.
15. Леонтьев Б. Б., Мамаджанов Х. А. Повышение капитализации и инвестиционной привлекательности компании за счёт интеллектуальной собственности. М. : ФИСОИС, 2019. 168 с.
16. Леонтьев Б. Б., Леонтьева В. Б. Правоприменительная практика в сфере регистрации, сертификации, оценки и коммерциализации прав на результаты интеллектуальной деятельности // Патентный поверенный. 2022. № 3. С. 53—62.
17. Рождественская И. А., Кабалинский А. И. Умные города в России: перспективы и ограничения развития // Вестник РАЕН. 2023. № 2. С. 73—78.

PHENOMENOLOGY OF NATURAL SYSTEM FORMING: FUNDAMENTAL AND APPLIED

Boris Leont'ev, Dr.Sc. (Economics), Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Director General of the Federal Institute of Certification and Evaluation of Intellectual Property and Business, Moscow, Russian Federation.

E-mail: sois2013@yandex.com

Keywords: *relations stability, system, relations systemicity, self-organisation, self-preservation, intellectual activity result, rights, functions, phenomenon.*

Abstract

The purpose of this paper is to inform scholars and specialists in the field of law and jurisprudence as well as in other fields of knowledge about the discovery and justification of the phenomenon of system forming as the most general and ubiquitous phenomenon changing and preserving the systemicity of relations in inanimate, animate and intellectual nature; the latter phenomenon was described in the Legal Informatics journal, issue 4 for 2016.

Methods of study: methods of system and complex approaches and the method of asymmetric modelling of the controlled phenomenon values (AMCPhV).

Study findings: the identification and justification of a universal natural phenomenon ensuring the emergence, development and self-improvement of new natural phenomena with self-preservation and self-regulation of the general balance of relations in inanimate, animate and intellectual nature. Illustrative fragments of natural system forming in intellectual nature are practically all intellectual activity results as well as all observed natural phenomena in the history of civilisation. All of this, without exception, can be used by the humanity both for good and evil ends as regards man and his nature. Scientific and technological progress opens and expands our knowledge of new system forming natural phenomena, and humanitarian progress performs the function of "cleaner" of the consequences of scientific and technological progress, minimising its negative uses and stimulating intellectual activity to ensure security and comfort of society's life.

References

1. Kharari Iu.N. Homo Deus. Kratkaia istoriia budushchego. M. : Sindbad, 2021. 496 pp.
2. Diatlov S. A., Litvinova N. A. Ekosistema vosproizvodstva chelovecheskogo kapitala v tsifrovoi ekonomike: metodologicheskie podkhody k issledovaniyu. Innovatsii, 2022, No. 2, pp. 42–48.
3. Leont'ev B. B. Teoriia sovremennogo obshchestva. Monitoring pravoprimeneniia, 2022, No. 2, pp. 46–54.
4. Zakhartsev S. I., Sal'nikov V. P. XXII vek i pravo: razmyshlenie o budushchem. Monitoring pravoprimeneniia, 2022, No. 4, pp. 59–65.
5. Leont'ev B. B. Paradigmy v innovatsiiakh. Innovatsii, 2022, No. 1, pp. 3–11.
6. Mitiakov S. N., Mitiakov E. S., Mitiakova O. I., Ladynin A. I. Monitoring nauchno-tekhnikeskoi bezopasnosti regionov Rossii: analiz tonkoi struktury. Innovatsii, 2022, No. 4, pp. 10–22.
7. Bitimbaev M.Zh., Kunaev M. S., Alisheva Zh.N. Formirovanie neischerpaemoi syr'evoi bazy metallov na osnove neispol'zuemykh nyne geokhimicheskikh zakonornostei nezhivoi prirody. Vestnik RAEN, 2023, No. 1, pp. 55–64.
8. Matkovskaia Ia.S. K voprosu o prognozirovanii razvitiia ekonomicheskoi nauki. Innovatsii, 2021, No. 12, pp. 62–67.
9. Shevchenko D. A. Novyi sotsial'nyi klass: tsifrovoi potrebitel'. Vestnik RAEN, 2023, No. 1, pp. 89–93.

10. Petrosian D. S., Stoliarova A. N. Ekonomicheskii egoizm i degumanizatsiia ekonomicheskikh otnoshenii kak faktory snizheniia natsional'noi bezopasnosti. Vestnik RAEN, 2023, No. 2, pp. 44–49.
11. Mozhaev E. E., Balashov S. V., Korablin A. O. Chelovecheskii kapital kak innovatsionnyi faktor razvitiia rossiiskoi ekonomiki. Vestnik RAEN, 2023, No. 2, pp. 50–55.
12. Leont'eva V. B. Kompleksnoe stimulirovanie izobretatel'skoi i innovatsionnoi deiatel'nosti. Intellektual'naia sobstvennost'. Promyshlennaia sobstvennost', 2018, No. 2, pp. 37–48.
13. Leont'ev B. B. Intellektologiya kak rezul'tat otkrytiia tret'ei prirody. Kopirait, 2021, No. 1, pp. 17–35.
14. Ivanus A. I. Iskusstvennaia generatsiia novykh znani: Modelirovanie protsessov myshleniia dlia polucheniia novykh znani vne mozga cheloveka. Kachestvennyi skachok v razviii iskusstvennogo intellekta. M. : Lenand, 2022. 200 pp.
15. Leont'ev B. B., Mamadzhano Kh.A. Povyshenie kapitalizatsii i investitsionnoi privlekatel'nosti kompanii za schet intellektual'noi sobstvennosti. M. : FISOIS, 2019. 168 pp.
16. Leont'ev B. B., Leont'eva V. B. Pravoprimeritel'naia praktika v sfere registratsii, sertifikatsii, otsenki i kommertsializatsii prav na rezul'taty intellektual'noi deiatel'nosti. Patentnyi poverennyi, 2022, No. 3, pp. 53–62.
17. Rozhdestvenskaia I. A., Kabalinskii A. I. Umnye goroda v Rossii: perspektivy i ogranicheniia razvitiia. Vestnik RAEN, 2023, No. 2, pp. 73–78.

АНАЛИЗ МОНОГРАФИИ «СИСТЕМНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Васильев В. В.¹, Ловцов Д. А.²

Ключевые слова: космическая инфраструктура, навигационно-баллистическая информация, информационная эффективность, информационно-математическое обеспечение, обобщенные некорректные задачи, устойчивость функционирования объектов, противодействие компьютерным атакам.

Аннотация

Цель работы: научная оценка современного состояния развития концептуально-теоретической базы эффективного применения передовых космических технологий.

Методы: системный и экспертный анализ монографии как научного труда, направленного на решение актуальной научной проблемы обеспечения информационной эффективности применения ключевых космических технологий.

Результаты: исследованы содержание, структура, предназначение, актуальность, прагматические достоинства, дидактические особенности, и апробация монографии; дана общая оценка монографии как системологического исследования концептуально-теоретических основ и информационно-математического обеспечения, отношений и структур применяемых и разрабатываемых космических орбитальных группировок различного назначения; показаны роль и место монографии в предметной области информационно-кибернетической системологии и космической информатики.

EDN: BFNNNP

Возрастание темпов освоения космического пространства странами мирового сообщества, интенсификация различных сфер исследования космоса и практического его применения делает весьма актуальной задачу системного обоснования и реализации концептуальных положений применения передовых космических технологий в интересах различных направлений развития страны. Для любой системы характерно не только наличие связей и отношений между образующими ее элементами (определенная организованность), но и неразрывное единство со средой, во взаимоотношениях с которой система выражает свою целостность. В связи с этим изучаемая система может рассматриваться как элемент системы более высокого порядка, в то время как ее элементы могут выступать в качестве системы более низкого порядка. Инвариантные аспекты систем определяют ее структуру.

В 2023 г. в издательстве «Инновационное машиностроение» вышла в свет коллективная монография

«Системное обоснование концептуальных положений применения передовых космических технологий» под редакцией президента РАН В.М. Буренка и члена-корреспондента РАН А.Е. Тюлина [13], подготовленная коллективом авторов — представителей Российской академии ракетных и артиллерийских наук (РАН) и АО «Российские космические системы». Рецензентами выступили авторы настоящей статьи.

Основная цель монографии — представление широкого анализа и результатов исследований на основе системного подхода передовых космических технологий и обеспечения их информационной эффективности в условиях штатных и нештатных ситуаций для интересов обороны и социально-экономического развития страны.

Данная цель достигается на основе создания, разработки и применения информационно-расчетных технологий при летных испытаниях [2, 18] и эксплуатации космических средств, повышения устойчивости решения

¹ **Васильев Владимир Владимирович**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник научно-производственного испытательного центра «Арминт», г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: vv-vasiliev@yandex.ru

² **Ловцов Дмитрий Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заместитель по научной работе директора Института точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева Российской академии наук, заведующий кафедрой информационного права, информатики и математики Российского государственного университета правосудия, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: dal-1206@mail.ru

обобщенных некорректных задач навигационно-баллистического обеспечения на различных этапах полета космических аппаратов (КА), исследования разрешающей способности и линейного разрешения оценки качества и проектирования аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли, повышения эффективности космических технологий на основе создания ключевых технологических компетенций, обеспечивающих *устойчивость* функционирования космических средств на основе противодействия компьютерным атакам.

В ходе исследования выделены следующие основные подцели с соответствующими задачами:

- обоснование научно-теоретической базы формирования механизма эффективного использования космической инфраструктуры и спутниковых информационных ресурсов на основе применения космических технологий;

- адаптация технологического подхода к практике решения специальных задач *навигационно-баллистического обеспечения* (НБО) управления КА, позволяющего выделить три основных принципа построения системы управления технологическим циклом, а именно: автоматизации, интеллектуализации и гибкости;

- модификация понятия обобщенной корректности (некорректности) первого и второго рода измерительных задач и разработка вариантов их решения, позволяющих осуществить надежное оценивание и идентификацию навигационно-баллистических параметров в особых условиях (при малом количестве измерительных данных и наличии значительных погрешностей за счет деформаций инструментария решения задач);

- решение научной задачи космического приборостроения — достижение высокого пространственного разрешения оптических систем дистанционного зондирования Земли, имеющей важное оборонное и народно-хозяйственное значение;

- обоснование необходимости повышения эффективности космических технологий на основе создания и развития центров технологических компетенций;

- классификация угроз целенаправленных компьютерных атак, а также разработка моделей и методик обеспечения *устойчивости* функционирования объектов [16] космических технологий на основе комплексного противодействия компьютерным атакам.

Глубокий анализ рассматриваемой в монографии проблемы показывает, что не все этапы системного подхода в полной мере изучены и применены к использованию космического сегмента данных. Отсутствует комплексное решение рассматриваемых вопросов с учетом технических (в том числе специально-технических), технологических, экономических, политических, нормативно-правовых и философских аспектов. Вместе с тем отдельные направления применяются с недостаточной научной и практической обоснованностью.

Содержание монографии определяется результатами многолетних научных исследований [1, 14, 15, 22] авторов по проблеме обеспечения высокой эффективности космических эргасистем (включая автоматизированные

системы управляющие) — человеко-машинных систем управления сложными динамическими объектами (СДО), которые имели целью изучение вопросов внедрения новых, *нетрадиционных информационных технологий* в процессы управления СДО и их натурной отработки.

Содержание охватывает круг теоретических и прикладных вопросов, связанных с разработкой *информационно-математического обеспечения* (ИМО) синтеза и оптимизации информационных процессов и информационной базы космических эргасистем на основе интегрального атрибутивно-функционального подхода к определению видов, форм и свойств информации в эргасистемах. Причём под ИМО понимается совокупность реализованных решений по объёмам, содержанию (ценности), распределению и структурам (формам) организации и представления информации, циркулирующей в эргасистеме при её функционировании. Материал содержит ряд новых научных результатов (математических методов и моделей), обладающих практической направленностью и актуальных в связи с проводимой информатизацией управления [5, 6].

Во **введении** определено место исследуемого направления применения передовых космических технологий. Отмечается, что вопросам *совершенствования* направлений развития космической инфраструктуры посвящены работы самих авторов, а также А. Н. Перминова, Н.А. Тестоедова, Ю.М. Урличича, В.Д. Шаргородского и др. Вопросы координатно-временного и навигационного обеспечения, современные и перспективные информационные *глобальные навигационные спутниковые технологии*, оказывающие важное влияние на различные аспекты обороны и экономики страны, рассматриваются в трудах А. К. Гречкосеева, В.В. Дворкина, С.Н. Карутина, М.Н. Красильщикова, В.В. Малышева, В.В. Митрикаса, В.В. Пасынкова, А.А. Поваляева, Г.Г. Ступака и др.

Оперативному *планированию* целевого функционирования космических систем наблюдения и связи посвящены работы Ю. М. Гектина, К.А. Занина, С.М. Климова, А.А. Лебедева, О.П. Нестеренко, Ю.И. Носенко, Г.М. Полищука и др. Среди исследований, посвященных теории измерений и *оцениванию* параметров движущихся объектов, следует отметить работы В. В. Васильева, Д.А. Ловцова, Л.Н. Лысенко, Г.Н. Разоренова, Н.Б. Резвцова, а также работы иностранных ученых К. Браммера, Р. Калмана, Дж. Мелса, Э. Сейджа и др.

Методологическим подходам к разработке теории управления развитием предприятий и отраслей посвящены работы таких отечественных и зарубежных ученых, как А. И. Агеев, А.В. Башева, В.Р. Веснин, В.Г. Воронин, С.С. Демин, Ю.В. Ерыгин, М.В. Яремчук; Р. Акофф, Р. Арчибальт, К. Боумэн, Д. Гэнстер, Р. Дронбуш, Ф. Келлер, А. Томсон, С. Фишер и др. Специфические особенности стратегического *управления* развитием предприятий ракетно-космической отрасли рассмотрены в работах таких известных ученых, как М. А. Бендилов, С.Ф. Викулов, Н.И. Турко, С.Г. Фалько, И. В. Чистов, Э.Н. Яковлев и др.

В **первой** главе проведен *системный анализ* [8] космических технологий в структуре предложенной классификации. Показано, что важная роль в развитии космического сегмента экономики страны принадлежит созданию целостной *теории конвергенции* космической информации из различных источников и данных мирового *информационного пространства* [7, 9], реализация которой возможна прежде всего на основе новых технологий космического приборостроения для получения системно-технологических знаний и выводов.

Понятие «технология» в первую очередь ассоциируется с областью технических знаний, но в то же время затрагивает научные подходы и методы, а также экономику, политику, право [9] и многие другие сферы деятельности человека. «Технология» — это одно из самых многозначных понятий, характеризующих сферу создания чего-либо и рефлексии по этому поводу. Вариант общих признаков классификации технологий представлен авторами. В настоящее время *технология* — это сложный комплекс знаний и ноу-хау, полученных при проведении дорогостоящих исследований.

При этом обладание технологиями в настоящее время *шестого технологического уклада* [12] может обеспечить в ближайшее десятилетие лидерство в космическом приборостроении, особенно в таких направлениях, как *оптоэлектроника, фотоника, биосенсорика, микромеханика и микроэлектроника*, приводя в конечном итоге к созданию «спутника на чипе». Применение при создании целевой аппаратуры технологических подходов проектирования «систем на кристалле» и «систем на печатной плате» обеспечит внедрение перспективных архитектур распределенных и федеративных космических систем.

Во **второй** главе показано, что комплексные средства системной инженерии и подходы, реализуемые в модельно-ориентированном системном инжиниринге, позволяют реализовать технологию сквозного проектирования и производства бортовой и наземной радиоэлектронной аппаратуры для нового поколения ракетно-космической техники. При этом создаваемая на ранних этапах модель устройства (прибора) далее используется для контроля соответствия полученных параметров, заложенных при проектировании.

Реализация подходов *модельно-ориентированного системного инжиниринга* в виде систем автоматизированного проектирования (САПР) позволяет обеспечить унификацию подходов к разработке и созданию радиоэлектронной аппаратуры. Подобный подход с использованием специализированной САПР позволяет обеспечить контроль на всех этапах жизненного цикла изделия и переход от единичного производства к серийному.

Запатентованный способ высокоточной дифференциальной коррекции, используемой в *навигационном* [11] решении при определении координат пользователей двухчастотными навигационными приемниками *спутниковой радионавигационной системы*, позволяет обеспечить:

- повышенную устойчивость работы широкозонной дифференциальной системы в условиях геомагнитных возмущений, поскольку используется только ионосферосвободное значение псевдодальностей;

- возможность использования высокоточной дифференциальной коррекции на большой территории порядка нескольких тысяч километров от ближайшей станции *широкозонной дифференциальной системы*, позволяющей пользователю применять методы PPP-технологии, т. е. достигать субсантиметровых точностей [1, 22];

- использование готовой инфраструктуры — сети опорных станций *системы дифференциальной коррекции и мониторинга*, оборудованных двухчастотными приемниками спутниковой радионавигационной системы.

Для выборок *измерений текущих навигационных параметров* (ИТНП) ограниченного объема характерным является информационная необеспеченность определяемого вектора состояния КА, проявляющаяся в плохой обусловленности решаемой задачи определения движения КА по результатам радиоконтроля орбиты.

Для малых выборок ИТНП предложена *методика* построения процедуры вычисления вектора поправок на основе предобусловленного метода сопряженных градиентов. Данный подход является одним из вариантов решения обобщенно некорректных задач оценивания.

В **третьей** главе проведена адаптация технологического подхода к практике решения задач НБО управления КА, позволяющая выделить *принципы* автоматизации, интеллектуализации и гибкости построения системы управления технологическим циклом. Реализация первых двух принципов связана с созданием *автоматизированной системы* (АС), сводящей к минимуму участие оператора в управлении ходом выполнения технологического цикла (ТЦ) в штатной ситуации. Так как управление ТЦ НБО невозможно осуществлять традиционными методами и приемами, при построении такой системы должны быть использованы положения *теории ситуационного управления* [6], применяемой для автоматизации интеллектуальных функций управления сложными системами организационно-диспетчерского типа.

Введение *технологической гибкости* определяет уровень инвариантности показателей качества ТЦ к технологическим возмущениям, а *оперативной гибкости* — позволяет оценить качество ТЦ по значениям отклонений показателей при изменении номенклатуры КА в пределах допустимого множества. Понятие *интерактивной гибкости* определяет время адаптации оператора к проведению ТЦ принятого на обслуживание КА.

Предложенные обобщенные структурные свойства измерительных задач существенно расширяют возможности решения спектра задач НБО за счет их рассмотрения в объект-системе, в качестве которой выступает «задача НБО — инструмент решения (АС НБО)».

Технология обработки первичных навигационных измерений бортовой аппаратуры спутниковой радионавигации КА на основе формирования групп однотипных измерений обеспечивает структурирование потока входных данных первичных измерений, предварительную обработку и определение параметров движения КА с использованием апостериорной эфемеридной информации. Предложенный подход может быть использован в процессе НБО как низкоорбитальных, так и геостационарных КА [17].

Разработана концепция построения технологической модели решения слабоструктурированных задач, основанная на теории множеств. Формирование полного алгоритма решения слабоструктурированной задачи возможно путем включения в нее математических алгоритмов условий некорректности отдельных блоков в символах теории множеств.

В четвертой главе показано, что при НБО управления КА [10] определение Адамара понятия *корректности* (некорректности) задач может быть отнесено к важной, но не к полной области решения навигационно-баллистических задач, главным образом области алгоритмов обработки (с соответствующими исходными данными) и методов решения целевых задач. Вместе с тем при функционировании автоматизированной системы определения параметров движения КА решаются задачи научно-методического и организационно-технического характера. В силу этого необходимо рассматривать так называемые *обобщенные корректные* (некорректные) задачи.

Под обобщенной корректной задачей (обобщенной корректно поставленной задачей) или корректной задачей НБО предложено понимать задачу, корректную по определению А. Н. Тихонова³, и дополнительно — к инструментарию ее решения, а также к условиям, в которых функционирует инструментарий. При невыполнении одного из условий задача НБО считается обобщенной *некорректной* задачей НБО.

Комплексное рассмотрение влияния максимального числа факторов — видов инструментария на конечный результат расчетов в известной литературе отсутствует. Главная трудность здесь заключается в том, что «декомпозиционное» рассмотрение влияния отдельных факторов в условиях больших систем требует специфических математических методов, моделей, алгоритмов, а также в каждом случае особых приемов, подходов, описаний и пр. До последнего времени отсутствовал удовлетворительный математический аппарат, который позволял бы с единых позиций описать влияние каждого фактора на конечный результат с достаточной мерой глубины (например, влияние отказов в функционировании аппаратуры и действий оператора-баллистика того или иного уровня АС НБО при проведении расчетов).

Разработанная профессором А. В. Чечкиным общая теория ультраоператоров⁴ и ее дальнейшее развитие в значительной мере удовлетворяют требованиям исследования решения обобщенных некорректных задач.

Системный подход к реализации гарантированного координатно-временного и навигационного обеспечения (КВНО) потребителя с помощью ГНСС позволяет структурировать меры достижения оценки координат потребителя и выделить ключевые элементы реализующего инструментария. Предложенный подход вносит существенную новизну в традиционную схему переработки поступающих данных в навигационной аппаратуре потребителя, что дает возможность значительно улучшить качество решения задачи. Особая роль при этом принадлежит идее введения в рассмотрение объект-системы «задача — инструмент решения», позволяющей учесть погрешности всех элементов инструмента навигации. В качестве такого инструмента служит автоматизированная система КВНО с соответствующими подсистемами [19—22].

В пятой главе с целью решения научно-технических проблем совершенного проектирования оптико-электронной аппаратуры (ОЭА) КА дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) проведен комплекс исследований, обеспечивший получение важных результатов, а именно:

- предложен и запатентован новый отечественный критерий оценки предельного инструментального линейного разрешения КА ДЗЗ на местности — «критерий РКС» [14, 15]⁵;

- предложены, исследованы и запатентованы технологии совершенного проектирования ОЭА КА ДЗЗ на базе критерия РКС, обеспечивающие согласование ОЭА по критерию Найквиста как при модернизации не совершенной ОЭА, так и при разработке новой ОЭА;

- предложены, исследованы и запатентованы новые технологии компенсации атмосферных искажений изображений ДЗЗ для достижения дифракционного предела линейного разрешения КА ДЗЗ на местности;

- предложены и запатентованы принципы создания и стратегии функционирования КА ДЗЗ сверхвысокого разрешения в атмосферных условиях его эксплуатации;

- предложена методика оценки информационных и финансовых потерь КА ДЗЗ из-за несовершенного проектирования ОЭА и/или атмосферных искажений, при этом показано, что атмосферными потерями можно пренебречь по сравнению с потерями несовершенного проектирования, а при совершенном проектировании ОЭА на базе критерия РКС необходимо компенсировать атмосферные искажения для достижения

⁴ Чечкин А. В. Математическая информатика. М. : Наука, 1991. 416 с.; Соболева Т. С., Чечкин А. В. Дискретная математика : учебник / Под ред. А. В. Чечкина. М. : Изд. центр «Академия», 2006. 256 с.

⁵ Патент № 2669262 РФ. Способ оценки и максимизации предельного инструментального разрешения космического аппарата дистанционного зондирования Земли на местности / А. Е. Тюлин, К. Н. Свиридов (РФ) // Бюллетень «Изобретения. Полезные модели». 2018. № 28. С. 23.

³ Тихонов А. Н., Гончарский А. В., Степанов В. В., Ягола А. Г. Численные методы решения некорректных задач. М. : Наука, 1990. 232 с.

дифракционного предела линейного разрешения КА ДЗЗ на местности;

– дана оценка экономической эффективности предложенных технологий совершенного проектирования при создании КА ДЗЗ сверхвысокого разрешения и технологий компенсации атмосферных искажений при его функционировании.

В **шестой** главе проведено обоснование необходимости выработки подходов к повышению конкурентоспособности ракетно-космических корпораций на основе развития центров компетенций [18]. В частности, разработана *методика оценки и компенсации рисков* при формировании системы управления ключевыми компетенциями корпорации, разработаны модели и механизмы управления конкурентоспособностью корпораций на основе создания центров компетенций, построена *имитационная модель* зависимости конкурентоспособности продукции от внедрения инновационных технологий, обоснована *архитектура* целостной системы управления конкурентоспособностью ракетно-космических корпораций на основе развития центров компетенций.

В **седьмой** главе рассматривается задача обеспечения устойчивости функционирования объектов передовых космических технологий (ПКТ) на основе противодействия компьютерным атакам, что предлагается осуществлять путем комплексного использования [3, 4]⁶:

- классификации угроз целенаправленных компьютерных атак на объекты ПКТ;
- модели угроз компьютерных атак на объекты ПКТ;
- методики оценки устойчивости функционирования объектов ПКТ при компьютерных атаках;
- методики обеспечения устойчивости функционирования объектов ПКТ в условиях компьютерных атак.

Обеспечение устойчивости функционирования объектов ПКТ при компьютерных атаках нарушителя достигается за счет априорного устранения уязвимостей, использования организационно-технических мер *информационной безопасности* [7], специальных средств восстановления и резервирования элементов объектов ПКТ.

В целом в монографии *разработан* функционально достаточный терминологический комплекс, включающий непротиворечивые термины и новые определения основных понятий общего комплекса управления космическими объектами и *обоснован* ряд продуктивных предложений по развитию ПКТ. Представлены элементы (методы, модели, алгоритмы, методики)

разработанного *информационно-математического обеспечения* (включая экспериментальные оценки его характеристик) *новых* (нетрадиционных) *информационных технологий* [5, 6] ситуационного планирования и координации технологических процессов переработки контрольно-измерительной информации от СДО, ситуационного функционального контроля состояния управляемых СДО, ситуационного планирования навигационных определений СДО в космической эргасистеме. Ряд разработанных методов и алгоритмов реализован в изобретениях (устройствах) и полезных моделях (программах для ЭВМ)⁷.

Структура монографии определяется ее целью и представлена семью взаимосвязанными главами, посвященными соответственно поставленным целям с соответствующими задачами. Ссылки на известные научные библиографические источники приведены достаточно полно и уместно, и являются отдельным достоинством работы.

Разработанные авторами теоретические и теоретико-прикладные положения, рассмотренные в монографии, получили широкое и конструктивное обсуждение в 2000—2022 гг. на представительных форумах специалистов, а также достаточно полно и подробно опубликованы авторами в научной (включая академическую) и научно-методической литературе и неоднократно успешно апробированы в учебном процессе Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана, Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Российского государственного университета правосудия, Военной академии РВСН имени Петра Великого, Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского и получили высокую оценку научно-педагогических работников и обучаемых. В связи с этим данный научный труд — монографию «Системное обоснование концептуальных положений применения передовых космических технологий» под редакцией президента РАРАН В.М. Буренка и члена-корреспондента РАРАН А.Е. Тюлина можно рекомендовать для изучения и исследования предметной области применения передовых космических технологий в производственных организациях, научно-исследовательских институтах и вузах страны. Монография адресована научным, научно-техническим и научно-педагогическим работникам, специалистам в области управления сложными динамическими объектами.

⁶ Буренок В. М., Ляпунов В. М., Мудров В. И. Теория вооружения : учебное пособие / Под ред. А.А. Рахманова. М. : Мет, 2006. 233 с.

⁷ В частности, патент на изобретение № 2713571 (РФ). Система высокоточной дифференциальной коррекции для контроля подвижных объектов / Тюлин А. Е., Бетанов В. В., Вовасов В. Е. (РФ). Приоритет изобретения от 22.03.19. Дата государственной регистрации 05.02.20.

Литература

1. Байрамов К. Р., Бетанов В. В., Ступак Г. Г., Урличич Ю. М. Управление космическими объектами. Методы, модели и алгоритмы решения некорректных задач навигационно-баллистического обеспечения : монография. М. : Радиотехника, 2012. 360 с.

2. Информационно-измерительное обеспечение натурных испытаний сложных технических комплексов // Ю.Г. Булычев, В.В. Васильев, Р.В. Джуган и др. Под общ. ред. А.П. Манина, В.В. Васильева. М. : Машиностроение-Полет, 2016. 440 с. ISBN 978-5-9906-4913-2.
3. Климов С. М., Поликарпов С. В., Рыжов Б. С., Тихонов Р. И., Шпырня И. В. Методика обеспечения устойчивости функционирования критической информационной инфраструктуры в условиях информационных воздействий // Вопросы кибербезопасности. 2019. № 6 (34). С. 37—48.
4. Климов С. М., Купин С. В., Антонов С. Г. Оценка защищенности систем передачи данных Вооруженных Сил Российской Федерации // Военная мысль. 2020. № 8. С. 92—96.
5. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем : монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN 978-5-93916-887-8.
6. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. М. : Наука, 2005. 248 с. ISBN 5-02-033779-X.
7. Ловцов Д. А. Теория защищенности информации в эргасистемах : монография. М. : РГУП, 2021. 276 с. ISBN 978-5-93916-896-0.
8. Ловцов Д. А. Системный анализ. Часть. 1. Теоретические основы. М. : РГУП, 2018. 224 с. ISBN 978-5-93916-701-7.
9. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере : монография. М. : РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
10. Лысенко Л. Н., Бетанов В. В., Звягин Ф. В. Теоретические основы баллистико-навигационного обеспечения космических полетов : монография. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 518 с.
11. Навигация космических аппаратов при исследовании дальнего космоса // Ватутин В. М., Ежов С. А., Ивашина А. В. и др. Под ред. Е.П. Молотова, А.Г. Тучина : монография. М. : Радиотехника, 2016. 232 с.
12. Романов А. А., Тюлин А. Е. Шестой технологический уклад в космическом приборостроении // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2017. Т. 4. Вып. 4. С. 64—82.
13. Системное обоснование концептуальных положений применения передовых космических технологий / В.В. Бетанов, С.М. Климов, К.Н. Свиридов и др. Под ред. В.М. Буренка, А.Е. Тюлина. М. : Инновационное машиностроение, 2023. 372 с. ISBN 978-5-907523-35-7.
14. Свиридов К. Н., Тюлин А. Е. О критериях оценки предельного инструментального разрешения космического аппарата дистанционного зондирования Земли на местности // Информация и Космос. 2018. № 3. С. 143—146.
15. Свиридов К. Н., Тюлин А. Е., Волков С. А. Реальное инструментальное разрешение на местности зарубежных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли сверхвысокого разрешения // Информация и Космос. 2019. № 1. С. 150—159.
16. Ступак Г. Г., Лысенко Л. Н., Бетанов В. В. Оценка устойчивости орбитальной группировки ГЛОНАСС и анализ влияния возмущающих факторов на ее деградацию // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2014. № 2 (95). С. 62—70.
17. Ступак Г. Г., Бетанов В. В., Куршин В. В., Куршин А. В. К вопросу построения региональной орбитальной группировки навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС // Известия РАН. 2016. № 3 (90). С. 122—130.
18. Тюлин А. Е., Бетанов В. В. Летные испытания космических объектов. Определение и анализ движения по экспериментальным данным : монография. М. : Радиотехника, 2016. 332 с.
19. Тюлин А. Е., Бетанов В. В., Кобзарь А. А. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Кн. 1. Методы, модели и алгоритмы оценивания параметров движения : монография. М. : Радиотехника, 2018. 479 с.
20. Тюлин А. Е., Бетанов В. В., Юрасов В. С., Стрельников С. В. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Кн. 2. Системный анализ НБО : монография. М. : Радиотехника, 2018. 487 с.
21. Тюлин А. Е., Бетанов В. В., Яшин В. Г. Орбитальные сегменты космических систем пространственно-временного обеспечения. Часть I. Орбитальное движение, маневры и методы определения параметров орбит КА / Под ред. А.Е. Тюлина. М. : Инновационное машиностроение, 2020. 336 с.
22. Тюлин А. Е., Дворкин В. В., Бетанов В. В. Орбитальные сегменты космических систем пространственно-временного обеспечения. Часть II. Космические системы пространственно-временного обеспечения на орбитах различных классов / Под ред. А.Е. Тюлина. М. : Инновационное машиностроение, 2020. 302 с.

AN ANALYSIS OF THE MONOGRAPH “SYSTEMIC JUSTIFICATION OF CONCEPTUAL PROVISIONS FOR USING ADVANCED SPACE TECHNOLOGIES”

Vladimir Vasil'ev, Dr.Sc. (Technology), Professor, Principal Researcher at the Armint Research and Production Testing Centre, Moscow, Russian Federation.

E-mail: vv-vasiliev@yandex.ru

Dmitrii Lovtsov, Dr.Sc. (Technology), Professor, Honoured Scientist of the Russian Federation, Deputy Director for Research of the Lebedev Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Information Technology Law, Informatics and Mathematics of the Russian State University of Justice, Moscow, Russian Federation.
E-mail: dal-1206@mail.ru

Keywords: space infrastructure, navigation and ballistic information, information efficiency, information and mathematical support, generalised incorrect problems, objects functioning stability, countering computer attacks.

Abstract

Purpose of the work: scholarly assessment of the current state of development of the conceptual and theoretical basis for efficiently using advanced space technologies.

Methods used: system and expert analysis of the monograph as a scholarly work aimed at solving the topical research problem of ensuring information efficiency of using key space technologies.

Study findings: the content, structure, purpose, topicality, pragmatic advantages, didactic features, and practical evaluation of the monograph were examined. A general assessment is given of the monograph as a systemological study of conceptual and theoretical foundations, information and mathematical support, relations and structures of space satellite constellations used for various purposes, already in use and under development. The role and place of the monograph in the subject field of information and cybernetic systemology and space informatics are shown.

References

1. Bairamov K. R., Betanov V. V., Stupak G. G., Urlichich Iu. M. Upravlenie kosmicheskimi ob"ektami. Metody, modeli i algoritmy resheniia nekorrektnykh zadach navigatsionno-ballisticheskogo obespecheniia : monografiia. M. : Radiotekhnika, 2012. 360 pp.
2. Informatsionno-izmeritel'noe obespechenie naturnykh ispytaniy slozhnykh tekhnicheskikh kompleksov. Iu. G. Bulychev, V. V. Vasil'ev, R. V. Dzhugan i dr. Pod obshch. red. A. P. Manina, V. V. Vasil'eva. M. : Mashinostroenie-Polet, 2016. 440 pp. ISBN 978-5-9906-4913-2.
3. Klimov S. M., Polikarpov S. V., Ryzhov B. S., Tikhonov R. I., Shpyrnia I. V. Metodika obespecheniia ustoichivosti funktsionirovaniia kriticheskoi informatsionnoi infrastruktury v usloviakh informatsionnykh vozddeystvii. Voprosy kiberneticheskoi bezopasnosti, 2019, No. 6 (34), pp. 37–48.
4. Klimov S. M., Kupin S. V., Antonov S. G. Otsenka zashchishchennosti sistem peredachi dannykh Vooruzhennykh Sil Rossiiskoi Federatsii. Voennaia mysl', 2020, No. 8, pp. 92–96.
5. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem : monografiia. M. : RGUP, 2021. 314 pp. ISBN 978-5-93916-887-8.
6. Lovtsov D. A. Informatsionnaia teoriia ergasistem: Tezaurus. M. : Nauka, 2005. 248 pp. ISBN 5-02-033779-X.
7. Lovtsov D. A. Teoriia zashchishchennosti informatsii v ergasistemakh : monografiia. M. : RGUP, 2021. 276 pp. ISBN 978-5-93916-896-0.
8. Lovtsov D. A. Sistemnyi analiz. Chast' 1. Teoreticheskie osnovy. M. : RGUP, 2018. 224 pp. ISBN 978-5-93916-701-7.
9. Lovtsov D. A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniia informatsionnykh otnoshenii v infosfere : monografiia. M. : RGUP, 2016. 316 pp. ISBN 978-5-93916-505-1.
10. Lysenko L. N., Betanov V. V., Zviagin F. V. Teoreticheskie osnovy ballistiko-navigatsionnogo obespecheniia kosmicheskikh poletov : monografiia. M. : MGTU im. N. E. Bauman, 2014. 518 pp.
11. Navigatsiia kosmicheskikh apparatov pri issledovanii dal'nego kosmosa. Vatutin V. M., Ezhov S. A., Ivashina A. V. i dr. Pod red. E. P. Molotova, A. G. Tuchina : monografiia. M. : Radiotekhnika, 2016. 232 pp.
12. Romanov A. A., Tiulin A. E. Shestoi tekhnologicheskii uklad v kosmicheskom priborostroenii. Raketno-kosmicheskoe priborostroenie i informatsionnye sistemy, 2017. T. 4. Vyp. 4, pp. 64–82.
13. Sistemnoe obosnovanie kontseptual'nykh polozhenii primeneniia peredovykh kosmicheskikh tekhnologii. V. V. Betanov, S. M. Klimov, K. N. Sviridov i dr. Pod red. V. M. Burenka, A. E. Tiulina. M. : Innovatsionnoe mashinostroenie, 2023. 372 pp. ISBN 978-5-907523-35-7.
14. Sviridov K. N., Tiulin A. E. O kriteriiakh otsenki predel'nogo instrumental'nogo razresheniia kosmicheskogo apparata distantsionnogo zondirovaniia Zemli na mestnosti. Informatsiia i Kosmos, 2018, No. 3, pp. 143–146.
15. Sviridov K. N., Tiulin A. E., Volkov S. A. Real'noe instrumental'noe razreshenie na mestnosti zarubezhnykh kosmicheskikh apparatov distantsionnogo zondirovaniia Zemli sverkhvysokogo razresheniia. Informatsiia i Kosmos, 2019, No. 1, pp. 150–159.
16. Stupak G. G., Lysenko L. N., Betanov V. V. Otsenka ustoichivosti orbital'noi gruppirovki GLONASS i analiz vliianiia voz-mushchaiushchikh faktorov na ee degradatsiiu. Vestnik MGTU im. N. E. Bauman, ser. Mashinostroenie, 2014, No. 2 (95), pp. 62–70.
17. Stupak G. G., Betanov V. V., Kurshin V. V., Kurshin A. V. K voprosu postroeniia regional'noi orbital'noi gruppirovki navigatsionnoi sputnikovoi sistemy GLONASS. Izvestiia RARAN, 2016, No. 3 (90), pp. 122–130.

18. Tiulin A. E., Betanov V. V. Letnye ispytaniia kosmicheskikh ob"ektov. Opredelenie i analiz dvizheniia po eksperimental'nym dannym : monografiia. M. : Radiotekhnika, 2016. 332 pp.
19. Tiulin A. E., Betanov V. V., Kobzar' A. A. Navigatsionno-ballisticheskoe obespechenie poleta raketno-kosmicheskikh sredstv. Kn. 1. Metody, modeli i algoritmy otsenivaniia parametrov dvizheniia : monografiia. M. : Radiotekhnika, 2018. 479 pp.
20. Tiulin A. E., Betanov V. V., Iurasov V. S., Strel'nikov S. V. Navigatsionno-ballisticheskoe obespechenie poleta raketno-kosmicheskikh sredstv. Kn. 2. Sistemnyi analiz NBO : monografiia. M. : Radiotekhnika, 2018. 487 pp.
21. Tiulin A. E., Betanov V. V., Iashin V. G. Orbital'nye segmenty kosmicheskikh sistem prostranstvenno-vremennogo obespecheniia. Chast' I. Orbital'noe dvizhenie, manevery i metody opredeleniia parametrov orbit KA. Pod red. A.E. Tiulina. M. : Innovatsionnoe mashinostroenie, 2020. 336 pp.
22. Tiulin A. E., Dvorkin V. V., Betanov V. V. Orbital'nye segmenty kosmicheskikh sistem prostranstvenno-vremennogo obespecheniia. Chast' II. Kosmicheskie sistemy prostranstvenno-vremennogo obespecheniia na orbitakh razlichnykh klassov. Pod red. A.E. Tiulina. M. : Innovatsionnoe mashinostroenie, 2020. 302 pp.

Над номером работали:

<i>Начальник ОТПЗ и СМ</i>	<i>Ю.В. Матвиенко</i>
<i>Шеф-редактор</i>	<i>Г.И. Макаренко</i>
<i>Редактор-переводчик</i>	<i>Т.В. Галатонов</i>
<i>Дизайн обложки</i>	<i>Н.Г. Шабанова</i>
<i>Верстка</i>	<i>Н.Г. Шабанова</i>
